

# rgb 색도를 이용한 칼라 영상의 조명 정보 평가 방법

윤창락<sup>0</sup> 조맹섭

한국전자통신연구원 컴퓨터소프트웨어기술연구소  
영상처리연구부 칼라이미징연구팀  
{cryoon, choms}@etri.re.kr

## Illuminant Estimation Method of a Color Image using rgb Chromaticity

Chang-Rak Yoon<sup>0</sup> Maeng-Sub Cho

Color Imaging Research Team, Image Processing Research Dept.,  
Computer Software Technology Research Lab., ETRI

### 요 약

정확한 색 재현(Color Reproduction)을 위해서 영상 입력 장치(Image Input Device)의 조명색(Illuminant Color)에 따른 영상 변화를 분석하는 것은 중요하다. 영상 입력 장치는 피사체(Object)를 비추는 조명의 색 특성에 따라 다른 영상을 생성한다. 이는 인간 시각 시스템(Human Visual System)이 가지는 색 불변성(Color Constancy)과는 다른 특성이며, 정확한 색 재현을 위해 필요한 색 실현 모델(Color Appearance Model)이 영상을 변환하는 데 문제점으로 작용한다. 따라서, 영상 입력 장치가 생성하는 영상으로부터 조명 정보를 분석하여 인간 시각 시스템의 색 불변성을 재현할 필요가 있다. 본 논문에서는 영상의 조명 정보를 평가하기 위해 채도(Chroma)가 높은 기준 색 샘플들의 rgb 색도를 이용하여 색도 평면에 색도 다각형(Chromaticity Polygon)을 구성하고 영상의 모든 픽셀들의 rgb 색도 분포와 기준 색 샘플들의 색도 다각형간의 포함 관계에 따라 조명 정보를 평가한다.

### 1. 서론

색 실현 모델(Color Appearance Model)은 영상에 대한 정확한 조명 정보가 제공될 때 신뢰성있는 색을 재현할 수 있다. 영상 입력 장치는 조명의 색 특성에 따라 같은 피사체에 대해 다른 색 정보를 가지는 영상을 생성한다. 이는 다양한 조명색의 변화에 대해 색 불변성(Color Constancy)을 가지는 인간 시각 시스템(Human Visual System)과는 다른 특성이다. 예를 들어, 인간 시각 시스템은 흰색에 대해 여러 다양한 조명색을 가지는 환경에서도 같은 흰색으로 인식하지만, 디지털 카메라와 같은 영상 입력 장치는 서로 다른 색 정보를 가지는 영상을 생성한다. 따라서, 색 불변성이 부족한 영상 입력 장치를 이용하여 획득한 영상은 색 실현 모델을 이용하여 영상을 변환하는 데 많은 문제점을 가진다. 본 논문에서는 영상 입력 장치로부터 획득된 RGB 영상으로부터 rgb 색도(Chromaticity)를 추출하고, 각 색도간의 상관 관계를 이용하여 영상의 조명 정보를 평가하는 방법을 제안한다.

### 2. 기존의 조명 정보 평가 방법

색 과학(Color Science) 분야에서 영상의 백색점(White Point)을 추출하여 조명 정보를 평가하려는 많은 연구가 시도되었다. Land[1]는 영상의 모든 픽셀들의 평균색(Average Color)을 계산하여 회색(Gray)의 평균색 값을 획득하고 획득된 평균색을 백색점의 색도로 계산하는 방법을 제안했다. 또한, Land[2]는 영상의 적색(Red), 녹색(Green), 청색(Blue)의 각 채널별로 최대값을 이용하여 백색점을 계산하는 방법도 제안했다. Maloney[3]는 백색점 평가 방법을 방정식 해법(Equation Solving)을 통해 정형화했다. 반대로, Funt[4]는 영상의 물리적 특성을 조사하여 백색점을 평가하였다. 그러나, 이러한 방법들은 영상의 평균색이 항상 회색으로 나타나지 않으며, 영상의 물리적 특성의 다양성, 관계 행렬의 비연속적인 구간 설정 등의 이유로 항상 좋은 평가 결과를 보이지는 않는다. 본 논문에서는 연속적인 색도 평면에서 영상의 색도 분포를 이용하여 조명 정보를 평가함으로써 이러한 문제점들을 해결하고자 한다.

3. rgb 색도

영상 입력 장치로부터 획득된 RGB 영상의 모든 픽셀은 각 채널별로 0에서 N까지의 임의의 정수값을 가진다. 본 논문에서는 RGB 영상을 rgb 색도 영상으로 변환하기 위하여 RGB 영상의 모든 픽셀에 대해 식 1을 사용한다.

$$\begin{aligned}
 r(x,y) &= R(x,y) / (R(x,y) + G(x,y) + B(x,y)) & \text{식 1} \\
 g(x,y) &= G(x,y) / (R(x,y) + G(x,y) + B(x,y)) \\
 b(x,y) &= B(x,y) / (R(x,y) + G(x,y) + B(x,y))
 \end{aligned}$$

식 1에서  $R(x,y)$ ,  $G(x,y)$ ,  $B(x,y)$ 는 RGB 영상의  $(x,y)$  위치에서의 각 채널별 정수값이고,  $r(x,y)$ ,  $g(x,y)$ ,  $b(x,y)$ 는 rgb 색도 영상의  $(x,y)$  위치에서의 각 색도별 실수값이다. 식 1을 이용하여 생성된 rgb 색도 영상의 모든 픽셀값은 0에서 1 사이의 실수값을 가진다. rgb 색도값을 이용하여 r-g 색도 평면, g-b 색도 평면, b-r 색도 평면을 구성할 수 있다. rgb 색도 영상의 픽셀의 색도 값을 색도 평면에 표시하면 그림 1과 같이 두 색도 좌표의 색도 값의 합이 1이 넘지 않는 범위내에 분포하게 된다.

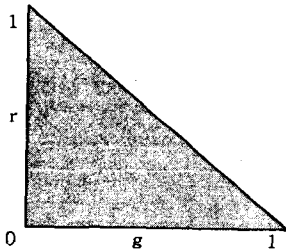
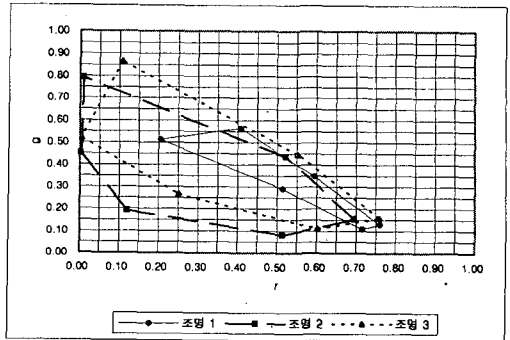


그림 1. 색도 평면

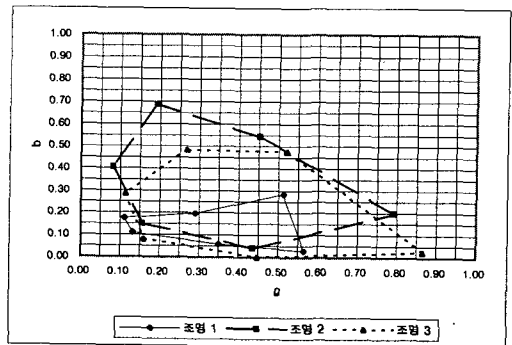
4. rgb 색도를 이용한 조명 정보 평가

일반적으로 조명 정보의 색도는 백색점을 기준으로 평가할 수 있다. 그러나, 영상 입력 장치를 이용하여 획득된 영상은 피사체가 가지는 색의 다양성때문에 백색점을 추출하는 것이 어렵다. 이러한 경우, 영상의 모든 픽셀에 대해 색도를 계산하고 각 색도간의 상관 관계를 이용하여 영상에 대한 조명 정보를 평가할 수 있다.

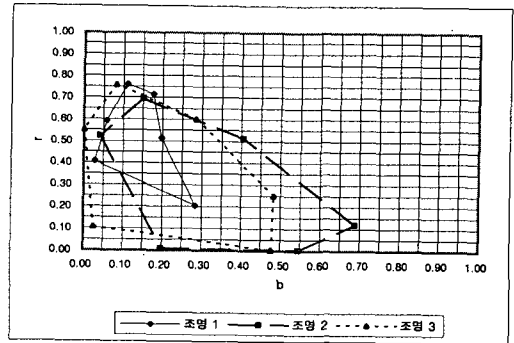
본 논문에서는 미리 정의된 3개의 조명 환경에서 임의의 영상 입력 장치를 이용하여 채도가 높은 기준색 샘플들의 RGB 영상을 획득하고, 획득된 3개의 기준색 RGB 영상의 모든 픽셀들에 대해 식 1을 이용하여 3개의 기준색 rgb 색도 영상을 생성하였다. 변환된 3개의 기준색 색도 영상의 모든 픽셀을 r-g 색도 평면, g-b 색도 평면, b-r 색도 평면에 표시할 때, 각 색도 평면에 대해 3개의 기준색 rgb 색도 영상은 그림 2와 같은 기준색 색도 다각형을 갖는다.



(a) r-g 색도 평면에서의 기준색 색도 다각형



(b) g-b 색도 평면에서의 기준색 색도 다각형



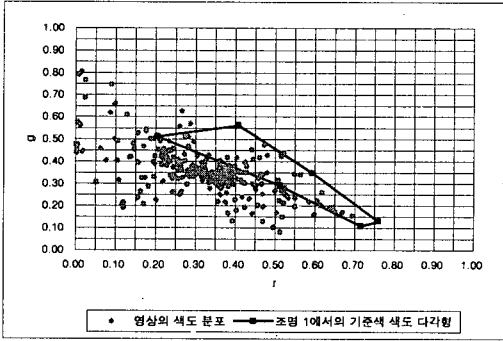
(c) b-r 색도 평면에서의 기준색 색도 다각형

그림 2. 색도 평면에서의 기준색 색도 다각형

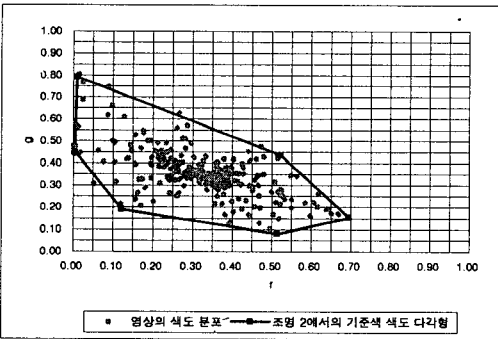
그림 2에서 보듯이 서로 다른 조명 환경에서 획득된 기준색 샘플들의 색도 다각형은 색도 평면에서 서로 다른 영역에 분포한다. 기준색 샘플들은 색 샘플들 중 채도가 높은 색으로 구성되었으므로, 동일한 영상 입력 장치에서 획득되는 영상들의 색도값은 기준색 색도 다각형 내에 분포하게 된다. 따라서, 영상 입력 장치로부터 획득된 임의의 영상을 색도 영상으로 변환하고 색도 영상의 모든 픽셀의 색도값을 색도 평면에 분포시켜 미리 정의된 기준색 색도 다각형 내에 포함되는 정도를 계산하여 영상의 조명 정보를 평가할 수 있다.

그림 3은 조명 2 환경에서 획득된 임의의 영상의 색도 영상으로 변환하고 색도 영상의 모든 픽셀들의 색도값을 r-g 색도 평면에 분포시켜 각 조명에서의 기준색 색도 다각형과의 분포 포함 관계를 도식화하였다.

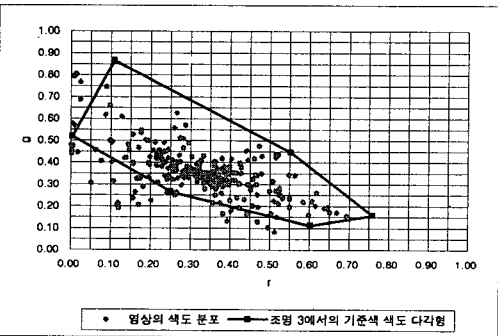
그림 3에서 보듯이 조명 2 환경에서 획득된 영상의 색도 분포는 조명 1과 조명 3의 기준색 색도 다각형에는 완전히 포함되지 않고 조명 2의 기준색 색도 다각형 내에 포함됨을 알 수 있다. 따라서, 실험 영상의 조명 정보는 조명 2이고, 백색점 보정, 색 재현 모델 등의 입력 정보로 사용될 수 있다.



(a) r-g 색도 평면에서의 영상의 색도 분포와 조명 1에서의 기준색 색도 다각형 비교



(b) r-g 색도 평면에서의 영상의 색도 분포와 조명 2의 기준색 색도 다각형 비교



(c) r-g 색도 평면에서의 영상의 색도 분포와 조명 3의 기준색 색도 다각형 비교

그림 3. r-g 색도 평면에서의 영상의 색도 분포와 각 조명들의 기준색 색도 다각형 비교

### 5. 결론

본 논문에서는 영상 입력 장치로부터 획득된 RGB 영상을 rgb 색도 영상으로 변환하고, 각 조명에 대한 기준색 색도 다각형을 이용하여 rgb 색도 영상의 색도 좌표에서의 분포도와 기준색 색도 다각형과의 포함 관계를 조사하여 영상의 조명 정보를 평가하였다. 본 논문에서 제안한 조명 정보 평가 방법은 다른 조명 정보 평가 방법에 비해 더 나은 성능을 보이며, 평가 절차가 단순하고 확장이 용이한 장점을 가진다. 따라서, 본 논문에서 제안한 조명 정보 평가 방법은 영상 입력 장치의 조명 변화에 따른 백색점 보정, 인간 시각 시스템과 동일한 색 재현을 위한 색 실현 모델 등에 활용될 수 있다.

본 논문에서 제안한 조명 정보 평가 방법은 일차적으로 색도 평면에서의 영상의 색도 분포와 기준색 색도 다각형간의 포함 관계를 이용하여 조명 정보를 평가하지만, 색도 평면에서의 확률 분포, 색도 평면에서의 기준 백색점 최소 오차 접근법, 색도 분포를 이용한 색도 다각형의 영역 분할 방법 등의 평가 방법을 추가하여 평가 성능을 개선시킬 수 있다.

### 참고 문헌

- [1] E. H. Land, "Recent Advances in Retinex Theory," Vision Research, Vol. 26, pp. 7-21, 1986
- [2] E. H. Land, "The Retinex Theory of Color Vision," Scientific American, pp. 108-129, 1977
- [3] L. T. Maloney and B. A. Wandell, "Color Constancy: A Method for Recovering Surface Spectral Reflectance," J. of Opt., pp. 29-33, 1986
- [4] B. V. Funt, M. S. Drew and J. Holm, "Color Constancy from Mutual Reflection," IJCV, Vol. 6, pp. 5-24, 1991