



색약인을 위한 영상의 칼라 처리

An Image Color Processing for Color Deficient User

저자 (Authors)	최시문, 김수영, 임재권 Simon Choi, soo-young Kim, Jae Kwon Eem
출처 (Source)	한국통신학회 학술대회논문집 , 2001.11, 1284-1288(5 pages) Proceedings of Symposium of the Korean Institute of communications and Information Sciences , 2001.11, 1284-1288(5 pages)
발행처 (Publisher)	한국통신학회 Korea Institute Of Communication Sciences
URL	http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE02160182
APA Style	최시문, 김수영, 임재권 (2001). 색약인을 위한 영상의 칼라 처리. 한국통신학회 학술대회논문집, 1284-1288
이용정보 (Accessed)	충북대학교 210.125.***.64 2021/09/07 13:29 (KST)

저작권 안내

DBpia에서 제공되는 모든 저작물의 저작권은 원저작자에게 있으며, 누리미디어는 각 저작물의 내용을 보증하거나 책임을 지지 않습니다. 그리고 DBpia에서 제공되는 저작물은 DBpia와 구독계약을 체결한 기관소속 이용자 혹은 해당 저작물의 개별 구매자가 비영리적으로만 이용할 수 있습니다. 그러므로 이에 위반하여 DBpia에서 제공되는 저작물을 복제, 전송 등의 방법으로 무단 이용하는 경우 관련 법령에 따라 민, 형사상의 책임을 질 수 있습니다.

Copyright Information

Copyright of all literary works provided by DBpia belongs to the copyright holder(s) and Nurimedia does not guarantee contents of the literary work or assume responsibility for the same. In addition, the literary works provided by DBpia may only be used by the users affiliated to the institutions which executed a subscription agreement with DBpia or the individual purchasers of the literary work(s) for non-commercial purposes. Therefore, any person who illegally uses the literary works provided by DBpia by means of reproduction or transmission shall assume civil and criminal responsibility according to applicable laws and regulations.

-저자 연락처 정보-

- 논문제목:
색약인을 위한 영상의 칼라처리
 - 저 자 명: 최시몬, 김수영, 임재권
 - 논문분야: 1. 신호처리
2. 영상통신
 - 주 소: 730-701
경북 구미시 신평동 188
금오공과대학교 전자공학과
- 전화/팩스: 054)467-4326 /
054)467-4484
- 전자우편: liszt75@kumoh.ac.kr

색약인을 위한 영상의 칼라 처리

*최 시 문, *김 수 영, *임 재 권
*금오공과대학교 전자공학과

An Image Color Processing for Color Deficient User

*Simon Choi, *Soo-young Kim, *Jae Kwon Eem
*Kumoh Nat'l Univ. of Tech.

요 약

우리 주변에는 많은 사람들이 색맹이나 색약 등의 색 지각 장애를 가지고 있다. 본 논문에서는 이들이 색 구분을 좀 더 쉽게 할 수 있으며, 정상적인 색 지각 능력을 가진 사람과 유사한 색조로 지각할 수 있도록 돕는 영상의 칼라처리 방법에 대해 기술한다. 제안된 칼라처리 방법에서는 먼저 모니터 프로파일에 기술된 칼라 특성 데이터를 이용하여 영상의 RGB 값에서 큰 자극양인 LMS 값으로 변환하고, 그 다음 일련의 영상의 칼라처리 과정을 거쳐 색약인 사람에게 보여질 영상을 만들게 된다. 이 칼라가 변환된 영상은 색약 시뮬레이션을 통해 알고리즘의 정당성을 확인하였다.

I. 서 론

Hunt의 통계자료에 따르면 전체 남성의 8% 그리고 전체 여성의 0.4%가 색지각 능력에 이상이 있다고 한다^[1]. 이러한 색지각 장애를 가진 사람들을 위한 영상처리는 일부 학자들에 의해 색맹인 사람의 시각을 컴퓨터로 시뮬레이션을 해보는 등 관심을 가지고 있으나 최근 다양한 미디어와 디지털 영상매체의 비약적인 발달에 비해볼 때 아직은 많이 부족한 실정이다. 그 이유는 흑백 영상처리보다 칼라 영상처리가 번거로워 다소 뒤쳐져 있는데다가 색지각 장애자들에 대한 관심이 아직은 미흡하기 때문이다. 본 논문에서는 전체 인구의 6.3%에 달하는 색약인 사람들이 색 구분을 보다 쉽게 할 수 있고 정상인 사람들이 보는 색조에 가깝게 볼 수 있도록 도와주는 영상의 칼라 처리 알고리즘에 관한 내용을 기술한다.

II. 색각 이상

사람의 눈에는 음영 및 색을 감지하는 광수용체(photoreceptor)인 라드(rod)와 콘(cone)이 망막에 분포하고 있다. 이들 중 주로 색을 감지해 내는 역할은 콘이 담당하고 있으며, 콘은 각각의 콘이 감지하는 파장의 영역에

따라 다시 L (long), M (middle), S (short) 세 가지 종류의 콘으로 구분된다^[2, 3]. 색지각 장애는 이들 콘들의 색 신호 감지 능력에 따라 색맹과 색약으로 나누어지는데 색맹은 사람이 색을 감지할 때 반응하는 LMS 콘 중에 하나 이상의 콘이 반응하지 못하는 경우이며, 본 논문에서 언급하고자 하는 색약의 경우는 콘들이 다양한 색에 대해 반응은 하되 반응 정도가 미약해 색 신호가 뇌에 제대로 전달이 되지 않는 경우와 각각의 콘들이 주로 감지해내는 파장의 범위가 보다 짧거나 긴 파장 쪽으로 이동되어 색을 구분해 내는데 어려움이 있는 두 가지 경우가 있다^[4]. 이러한 이유들로 나타나는 색약은 LMS 콘 중 어느 콘에 결함이 있는가에 따라 세분되는데 L 콘에 이상이 있을 경우 제1색약인 적색약(protanomaly), M 콘에 이상이 있을 경우는 제2색약인 녹색약(deutanomaly) 그리고 S 콘에 이상이 있을 경우인 제3색약인 청색약(tritanomaly) 등 세 가지로 구분된다.

III. RGB에서 LMS 칼라공간으로의 변환

모니터나 스캐너 등 일반적인 칼라 입출력 장치에서는 칼라를 나타낼 때 장치 종속 값으로서의 RGB로 많이 나타낸다. 이러한 RGB 값들로 표현되는 영상의 한 픽셀의

값을 LMS 콘 칼라 공간으로 사상시키기 위해, 다시 말해 RGB 의 조합으로 나타나는 칼라 신호가 망막에 분포된 LMS 콘을 자극하는 양을 얻기 위한 방법으로 Hans Brettel과 Francoise Vienot가 제안한 것은 모니터의 RGB 값 각각이 최대일 때의 분광 분포와 LMS 콘의 분광 분포특성을 곱하여 적분하는 방법으로 RGB 공간에서 LMS 공간으로 사상시켜 주는 변환 행렬의 요소들을 구성하고, 이 변환 행렬을 이용하여 영상 내의 각각 RGB 픽셀값들을 LMS 콘 칼라 공간으로 사상시켜 주었다^[4]. 그런데 실제로 이와 같은 방법으로 LMS 값을 얻을 경우 각기 특성이 다른 모니터에 적용하기 위해서는 모니터 제조사로부터 모니터가 재현하는 RGB 각각의 최대값에 대한 분광 분포 특성이 제공되어야 하며, 만약 분광 분포 특성이 제공되지 않거나 분광분포 특성을 측정하는 장치가 없다면 RGB 칼라공간에서 LMS 콘 칼라 공간으로 값을 사상시키는 작업은 불가능하게 된다. 현실적으로 대부분의 모니터나 색재현 장치를 제조하는 회사에서 장치의 분광분포 특성을 제공하는 경우는 드물며 분광분포 측정장비가 있어야만 특정 모니터의 분광분포 특성 측정이 가능한 실정이다. 그러나 최근에 유통되고 있는 대부분의 색 재현장치들이 ICC(International Color Consortium)에서 규정하고 있는 포맷을 갖춘 파일의 형태로 모니터의 분광분포와 같이 물리적으로 상세하게 기술된 데이터는 아니더라도 색 입력 및 재현장치들의 기본적인 colorimetry 특성을 제공하고 있기 때문에 본 논문에서는 모니터의 칼라 특성을 기술하고 있는 icm 프로파일의 데이터^[5]를 장치 종속 칼라 공간인 RGB 에서 장치 독립 칼라 공간인 CIE XYZ 공간으로 사상시켜 주는 과정에 사용하였다.

모니터가 나타내고 있는 비선형 $R'G'B'$ 값에서부터 LMS 콘 자극값을 얻기 위한 첫 번째 과정은 먼저 CRT 모니터가 가진 물리적 특성이 가중된 $R'G'B'$ 값을 모니터 프로파일 내에 모니터의 감마 정보를 포함하고 있는 톤 재생 곡선(Tone Reproduction Curve) 데이터의 내용으로 구성된 LUT(Look-Up Table)를 통해 식(1)과 같이 감마 교정이 된 RGB 값으로 변환하는 것이다.

$$\begin{aligned} R &= red_TRC_LUT[R'] \\ G &= green_TRC_LUT[G'] \\ B &= blue_TRC_LUT[B'] \end{aligned} \quad (1)$$

CRT 모니터의 물리적 특성인 감마가 교정된 RGB 는 식(2)와 같은 변환 행렬을 통해 CIE에서 규정한 삼자극 값인 XYZ 값으로 변환된다. 이때 변환행렬의 각 요소의 값들은 프로파일 내의 색료 데이터(colorant data)로부터 얻어진 값들이다^[6].

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} R_X & G_X & B_X \\ R_Y & G_Y & B_Y \\ R_Z & G_Z & B_Z \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (2)$$

이렇게 얻어진 D50의 white point를 갖는 XYZ 값들로부터 식(3)에 나타낸 행렬인 Hunt의 변환행렬^[7]을 사용하여 최종적인 콘 자극값인 LMS 값을 구하게 된다.

$$\begin{bmatrix} L \\ M \\ S \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.3897 & 0.6890 & -0.0787 \\ -0.2298 & 1.1834 & 0.0464 \\ 0.0 & 0.0 & 1.0000 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (3)$$

IV. 칼라 처리 및 색약 시뮬레이션

정상인 사람이 어떠한 색을 감지할 때 각각의 LMS 콘이 반응하는 양을 L , M , 그리고 S 라 하고 콘에 이상이 있는 사람이 반응하는 양을 L' , M' , S' 이라 한다면 콘에 이상이 있는 사람의 콘 자극값 L' , M' , S' 은 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{aligned} L' &= \alpha_L L \\ M' &= \alpha_M M \\ S' &= \alpha_S S, \quad (0 \leq \alpha_L, \alpha_M, \alpha_S \leq 1). \end{aligned} \quad (4)$$

이때 α_L , α_M , α_S 는 각각의 LMS 콘의 칼라 신호에 대한 감지 능력을 나타내며, 이 값이 1일 경우 정상인 사람과 동일한 감지 능력을 갖게 되며 0일 경우엔 색맹, 그리고 0과 1사이 값을 가질 때 색약의 경우라 할 수 있다. 만약 제1색약인 사람의 경우를 예를 들면 M 콘과 S 콘은 기능은 정상이므로 α_M 과 α_S 의 값은 1이 되며, 만약 L 콘의 감지 기능이 정상인 사람의 70%로 제한된다고 하면 α_L , α_M , α_S 는 각각 0.7, 1, 1이 된다. 다시 말해 정상인 사람의 LMS 콘 자극량이 100, 100, 100일 때 L 콘에 30%의 결함이 있는 사람이 그 색을 보았을 때 α_L 은 0.7이 되어 LMS 콘 자극량은 각각 70, 100, 100이 된다. 색약인 사람의 시각을 시뮬레이션하기 위해서 RGB 값에서 LMS 값으로의 변환을 거쳐 제1색약일 경우 L 콘의 반응값에 콘의 감지능력을 나타내는 요소인 α_L 을 곱하여 값을 재조정해주는 방법을 취해 색약 시뮬레이션을 수행하였고 제2색약 및 제3색약 역시 동일한 방법으로 시뮬레이션하였다.

색약 시뮬레이터의 입력으로 주어질, 색약인 사람들에게 보여줄 영상의 적절한 칼라처리 방법으로는 제1색약의 경우 각 영상내의 픽셀이 가진 RGB 값을 LMS 값으로 변환시키고 결함이 있는 콘이 최대 감지할 수 있는 비 α_L 로서 나머지 콘들이 감지할 수 있는 양을 제한해 주는 방법을 취했다. 만약 M 콘과 S 콘에 감지되는 양의 최대값을 L 콘이 최대 감지할 수 있는 양 만큼으로 제한해 준다면, 다시말해 식(5)와 같이 원 영상의 LMS 값들 중 M 값과 S 값을 α_L 로서 제한하여 변환된 cL , cM , cS 값들을 색약 시뮬레이터의 입력으로 주어질 경우, L' , M' , S' 은 식(6)와 같이 되므로 색약인 사람의 뇌에 감지되는 칼라 신호의 세기인 L' , M' , S' 은 정상사람이 감지하는 LMS

값과 그 비는 같되 세기만 색약의 정도인 $1-\alpha_L$ 만큼 약해지게 되어 색조는 정상인 사람과 가까워질 수 있으며, 제2색약 제3색약의 경우에도 같은 방법으로 적용될 수 있다.

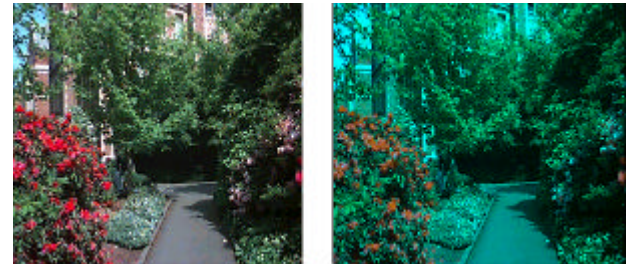
$$\begin{aligned} cL &= L \\ cM &= \alpha_L M \\ cS &= \alpha_L S, \quad (0 \leq \alpha_L \leq 1). \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} L' &= \alpha_L L \\ M' &= \alpha_L M \\ S' &= \alpha_L S, \quad (0 \leq \alpha_L \leq 1). \end{aligned} \quad (6)$$

그런데 이와 같은 방법만으로 영상의 칼라를 처리한 경우에는 cL , cM , cS 값으로부터 변환되어지는 RGB 값이 0 보다 작은 값이거나 장치에서 표현할 수 있는 최대값보다 큰 값이 나올 수 있어 이와 같은 방법만으로 처리된 영상을 입력으로하는 색약 시뮬레이션의 결과는 좋지 않을 수 밖에 없다. 그러므로 장치에서 표현할 수 있는 색 범위를 넘어 섰을 경우 적절한 처리를 해 주어야 하는데 값이 cL , cM , cS 값으로부터 변환되어지는 RGB 값이 0 보다 작은 경우엔 0, 그리고 최대값 보다 클 경우엔 전체 영상의 RGB 값들 중 최대값을 구하여 각각의 RGB 값을 정규화시키는 방법을 취했다. 이는 코딩된 RGB 값들 중 장치에서 표현할 수 있는 최대값보다 큰 픽셀들이 영상내에 많이 분포되어 있을 경우, 같은 RGB 값을 갖는 픽셀들이 증가하게 되어 색약인 사람이 변환된 영상을 볼 경우 색을 더욱 구분하기 힘든 영상이 되는 결점을 보완하기 위함이다.

V. 실험 및 결과

실험에 사용한 시험영상은 여러 색이 고루 분포되어 있는 일반적인 그림1(a)의 영상을 사용하였다. 제1색약의 경우, 제1색약을 위해 칼라가 변환된 영상인 그림1(c)가 원 영상에 비해 전체적으로 붉은 색조를 띤 영상으로 나타남을 확인할 수 있었다. 이것은 원 영상에서 X콘에 감지될 신호의 양은 그대로 유지하되 M콘과 S콘에 감지될 양을 상대적으로 낮추어 주었기 때문에 생기는 결과이다. 다시 이 영상을 색약 시뮬레이션을 하기 위한 입력으로 주었을 때 그림1(d)와 같이 결과 영상의 밝기는 낮아졌으나 그림1(b)에 비해 영상의 색 구분이 훨씬 잘되며 원 영상에 가까운 색조를 가지고 있음을 확인할 수 있었다. 그러나 제1색약의 경우 시뮬레이션 결과는 제1색약인 사람의 X콘의 α_L 값이 0.6 이상일 때 상당히 효과적이었으나 0.6 이하일 때에는 즉, α_L 값이 낮아질수록 전체 영상을 표현할 수 있는 칼라 영역이 줄어들어 제1색약을 위해 칼라가 변환된 영상을 색약 시뮬레이션의 입력으로 하는 결과영상 역시 만족스럽지 못함을 확인할 수 있었다.



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 1. (a) 원 영상 (b) α_L 가 0.7인 제1색약의 시뮬레이션 결과 영상 (c) α_L 가 0.7인 제1색약을 위해 칼라가 변환된 영상 (d) 칼라가 변환된 영상이 입력으로 주어진 제1색약 시뮬레이션 결과 영상



(a)

(b)



(c)

(d)

그림 2. (a) 원 영상 (b) α_L 가 0.8인 제2색약의 시뮬레이션 결과 영상 (c) α_L 가 0.8인 제2색약을 위해 칼라가 변환된 영상 (d) 칼라가 변환된 영상이 입력으로 주어진 제2색약 시뮬레이션 결과 영상

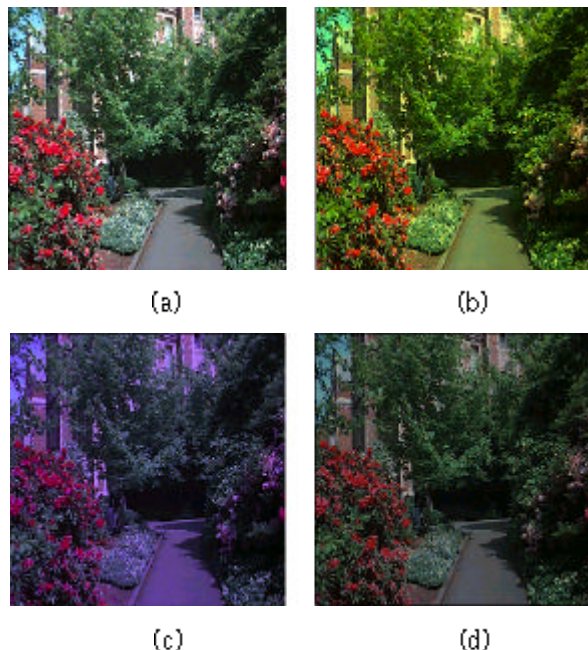


그림 3. (a) 원 영상 (b) α_L 가 0.3인 제3색약의 시뮬레이션 결과 영상 (c) α_M 가 0.3인 제3색약을 위해 칼라가 변환된 영상 (d) 칼라가 변환된 영상 이 입력으로 주어진 제3색약 시뮬레이션 결과 영상

두 번째로 제2색약의 경우는 제2색약을 위해 칼라가 변환된 영상 그림2(c)가 원 영상인 그림2(a)에 비해 전체적으로 초록의 색조를 띤 영상으로 나타남을 볼 수 있다. 이것은 원 영상에서 M 본에 감지될 신호의 양은 그대로 유지하되 L 본과 S 본에 감지될 양을 상대적으로 낮춰 주었기 때문에 생기는 결과이며, 이 영상 역시 제2색약 시뮬레이션의 입력으로 주었을 때 그림2(d)와 같은 결과 영상을 얻었으며 이것은 그림2(b)와 비교하여 볼 때 제1색약에서와 같이 색의 구분이 훨씬 용이해졌음을 확인할 수 있었고 색조면에서도 상당히 개선됨을 확인할 수 있었다. α_M 값에 따른 제2색약의 시뮬레이션 결과는 M 본의 α_M 값이 0.7 이상일 때 상당히 효과적인 결과를 얻을 수 있었으며 0.7 이하일 경우 α_M 값이 낮아질수록 제2색약을 위해 칼라가 변환된 영상을 입력으로 하는 시뮬레이션 결과 영상의 색 선호도가 낮아졌다. 제3색약의 경우에는 제3색약을 위해 칼라가 변환된 영상 그림3(c)가 원 영상인 그림3(a)에 비해 전체적으로 푸른 색조를 띤 영상으로 나타남을 볼 수 있으며 L 본과 M 본에 감지될 신호의 양을 색약 정도 만큼 제한해 주었기 때문에 나타나는 결과이다. 이렇게 만들어진 제3색약을 위해 칼라가 변환된 영상을 제3색약 시뮬레이션의 입력으로 주었을 때 제1색약 시뮬레이션과 제2색약 시뮬레이션에서와 같이 큰 α_S 값에서는 물론 α_S 가 0.1 이하일 때에도 영상전체의 밝기가 낮아진 점을 제외하고는 그림3(d)와 유사하게 색 구분이 용이해졌고 원 영상인 그림3(a)와 비교해 볼 때 색조 역시 큰 변화가 없었으며, 작은 α_S 값에 비해 상당히 양호한 결과를 얻을 수

있었다. 이는 제3색약의 경우에는 S 본에 감지되는 칼라 신호, 다시말해 푸른색 계통의 단파장의 색신호는 다른 색 신호에 비해 사람이 영상을 인지하는데 있어서 큰 공헌을 하지 않기 때문이다.

Ⅶ. 결론

실험결과로 보아 제안된 알고리즘으로 영상의 칼라를 변환할 경우 색약인 사람들에게 색을 쉽게 구분할 수 있게 하는 잇점을 제공하는 것을 알 수 있었다. 특히 시뮬레이션 결과인 그림1(b), 2(b), 3(b) 처럼 LMS 본의 감지능력이 크게 손상되지는 않았으나 색을 구분함에 혼란을 느끼는 색약에 있어서 탁월한 효과를 제공하였다. 이론적 개념을 근간으로 한 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 색약인 사람들에게 충분히 잇점을 제공할 수 있는 점을 확인하였으므로 실제 색약자들에게도 적용 가능하다고 생각한다. 그러나 실제 색약자들에 있어서 자신의 색약 정도만큼 어두워진 영상을 선호할 것인지 아니면 정상인 사람들과 가까운 영상을 선호할 것인지에 대한 문제는 역시 색 선호도 문제이므로 색약인 사람들의 요구에 따라 적절히 칼라 변환이 되어야 할 것이다. 또한 본 논문에서 제안된 칼라처리 방법을 실제 색약인 사람에게 적용하기 위해서는 색약인 사람들의 색약 정도를 나타내는 α_L , α_M , α_S 를 찾는 과정이 선행되어야 정확한 칼라변환을 할 수 있다. 그러나 이것은 어려운 문제는 아닐 것이며, LMS 값들을 적절히 변화시켜가면서 이에 대응되는 RGB 값을 구해 색맹 검사가 아닌 단계별 색약 검사 프로그램을 구현한다면 α_L , α_M , α_S 값들은 쉽게 찾을 수 있으리라고 본다. 마지막으로 제1색약과 제2색약의 시뮬레이션에서 본의 α_L , α_M , α_S 값이 각각 0.6, 0.7 이하에서는 α_L , α_M , α_S 값이 작아짐에 비례하여 칼라가 변환된 영상의 특성이 좋지 않아짐을 확인할 수 있었는데, 이 문제에 대해서도 좀 더 심도있는 연구와 실제 색약인 사람들과 함께 실험을 해 본다면 보다 좋은 결과와 많은 데이터를 얻을 수 있을 것이고, 이에 따른 적절한 해법이 있으리라고 본다.

참 고 문 헌

- [1] Mark D. FairChild, "Color Appearance Models", Addison Wesley Longman, November 1997.
- [2] Gunter Wyszecki, W.S. Stiles, "Color Science: Concepts and Methods, Quantitative Data and Formulae, 2nd Edition", A Wiley-Interscience Publication, August 1982.
- [3] Rafael C. Gonzalez, Richard E. Woods, "Digital Image Processing", Addison-Wesley Publishing Company, September 1993.
- [4] Lindsay W. MacDonald and M. Ronnier Luo "Color Imaging Vision and Technology", WILEY, 1999.
- [5] International Color Consortium, ICC,1:1998-09 File Format for Color Profiles, <http://www.color.org>.