

논문 2011-48SP-1-3

# 카메라를 사용한 유색 스크린에 투영된 영상의 색 보정 기법

## (Color Correction for Projected Image on Light Colored Screen using a Still Camera)

김 대 철\*, 이 태 형\*, 하 영 호\*\*

(Dae-Chul Kim, Tae-Hyoung Lee, and Yeong-Ho Ha)

### 요 약

최근 프로젝터는 휴대용 프로젝터의 등장으로 원하는 장소에서 영상을 투영할 수 있어 현장에서의 회의에 사용되는 등 그 용도가 확장 되었다. 하지만 이러한 휴대성으로 인하여 백색의 균일한 투영면에 영상을 투영하지 못하는 경우 투영면의 색에 의하여 투영된 영상에서 색 왜곡이 발생한다. 따라서 색을 지닌 투영면에 의해 발생된 색 왜곡을 보정하기 위해 여러 알고리즘들이 제안되었다. 하지만 이들 알고리즘은 측정 장치를 사용하여 휴대용 프로젝터에 적용에 있어 제한적이다. 본 논문에서는 카메라를 측정 장치로 사용하여 유색의 투영면과 백색의 투영면에서의 색을 일치시키는 알고리즘을 제안한다. 먼저, 각 채널당 9단계의 계조를 나타내는 테스트 영상을 백색과 유색의 투영면에 투영한 후 카메라로 획득한다. 다음으로, 두 투영면에서의 각 각의 계조를 나타내는 테스트 영상의 획득한 영상을 통해 디지털 값을 획득한다. 획득한 디지털 값은 같은 패치에 대해 투영면에 따라 다른 값을 가지게 된다. 백색의 투영면에서 테스트 영상의 값을 기준으로 유색의 투영면에서 같은 값을 가지게 하는 테스트 영상을 찾는다. 두 개의 투영면에서 테스트 영상의 값을 일치 시키는 입력 디지털 값의 차이는 색의 변화를 나타낸다. 따라서, 두 투영면에서의 테스트 영상의 값을 일치 시키는 두 투영면에서의 입력 디지털 값을 다항 회귀 방식에 대입하여 색 보정 행렬을 구한다. 실험을 통하여 제안한 방법과 이전 방법을 비교하였고 주관적 평가와 객관적 평가에서 제안한 방법이 우수한 성능을 나타내었다.

### Abstract

Recently, the use of portable projector expands applications to meeting at fields. Accordingly, the projection is not always guaranteed on white screen, causing some color distortion. Several algorithms have been suggested to correct the projected color on the light colored screen. These have limitation on the use of measurement equipment which can't bring always. In this paper, color correction method using general still camera as convenient measurement equipment is proposed to match the colors between on white and colored screens. A patch containing 9 ramps of each channel are firstly projected on white and colored screens, then captured by the camera, respectively. Next, digital values are obtained by the captured image for each ramp patch on both screens, resulting in different values to the same patch. After that, we check which ramp patch on colored screen has the same digital value on white screen, repeating this procedure for all ramp patches. The difference between corresponding ramp patches reveals the quantity of color shift. Then, color correction matrix is obtained by regression method using matched values. In the experimental results, the proposed method gives better color correction on the objective and subjective evaluation than the previous methods

**Keywords :** 색 보정, 프로젝터 특성화, 유색 스크린

## I. 서 론

\* 학생회원, \*\* 정회원, 경북대학교 전자공학부

(School of Electronics Engineering, Kyungpook National University)

※ 본 연구는 문화체육관광부 및 한국문화콘텐츠진흥원의 2009년도 문화콘텐츠산업기술지원사업의 연구 결과로 수행되었음.

접수일자:2010년6월25일, 수정완료일:2010년10월4일

영상 투사장치의 기술은 해상도, 밝기, 소형화의 측면에서 많은 발전을 가져왔다. 이러한 요소들에 의해 휴대용 프로젝터가 개발 되었고 또한 이들은 휴대용 전자기기에 까지 장착하여 사용하게 되었다. 이들 장치들은

사용자로 하여금 프로젝터를 휴대하고 사용할 수 있게 하였다. 그러나 프로젝터의 색 재현성은 주변광과 투영면과 같은 주위 환경에 의존적이다. 특히 투영 영상을 백색의 균일한 투영면에 투영할 수 없을 경우 연한 색을 지닌 벽이나 종이를 투영면으로 사용한다. 그러므로 휴대용 프로젝터는 유색 스크린의 영향으로 정확한 색을 재현하지 못한다. 따라서 유색 스크린에 투영된 영상의 색 보정 알고리즘의 개발이 필요하다.

원 영상의 픽셀 값을 변화 시켜서 유색 스크린에 투영된 영상의 색 재현을 보상하는 다양한 알고리즘들이 개발되었다<sup>[1~3]</sup>. Nayer는 프로젝터와 카메라의 RGB 채널 사이의 색 혼합을 각 화소별로  $3 \times 3$ 의 색 변환 행렬을 통하여 나타내었다<sup>[1]</sup>. 이 방법은 각 채널별 두 장의 영상을 투영하여 카메라를 통하여 획득하고 이때 획득한 영상의 채널별 변화량을 이용하여 색 변환 행렬을 얻고 이를 사용하여 보정 영상을 획득하였다. 이 방법의 경우 프로젝터와 카메라간의 정확한 calibration 과정이 필요하고 채널별 색 변환이 선형적이라는 가정 하에 수행하여 정확도가 떨어진다. Tsukada와 Tajima는 CIEXYZ 컬러 공간에서 색 순응 모델과 컬러 어피어런스 모델을 적용하여 색 항상성을 얻는 방법을 제안하였다<sup>[2]</sup>. 하지만 이 방법은 측색 장치의 정확한 특성화 과정이 필요하고 측색 장치 없이는 색 왜곡을 보정할 수 없는 단점이 있다. Son은 임의의 스크린에 대한 프로젝터의 색 왜곡을 보정하기 위하여 CIEXYZ 색 공간이 아닌 RGB 색 공간에서 인간 시각의 칼라 항상성(color constancy)기법을 적용하여 임의의 스크린의 배경색의 영향을 제거하는 알고리즘을 제안하였다<sup>[3]</sup>. 이 방법은 임의의 스크린에 대하여 백색 패치를 카메라로 촬영하여 이들의 색도 비율을 원 영상에 곱하여 줌으로써 보정된 영상을 획득하였다. 하지만 이 방법은 배경색의 색도 비율의 영향이 일정하다는 가정 하에 수행하여 배경색의 색도 측정의 조건 또는 배경색의 색도에 따라 색 보정의 정확도가 떨어지게 된다. 이들 이전의 방법들은 측정 장치 사용에 따른 공간적인 제약, 프로젝터와 카메라 간의 정확한 calibration 과정이 필요하고 적은 수의 패치를 사용하여 배경색의 영향을 제거하여 정확성에 대한 문제가 발생한다.

그러므로 본 논문에서는 위의 측정 장치 사용에 따른 공간적 제약과 정확성의 제약을 극복하기 위하여 프로젝터와 카메라의 특성화 과정 없이 일반적인 카메라를 사용하여 유색 스크린에 투영된 영상의 색을 보정 하는

알고리즘을 제안한다. 먼저, 각 채널당 9단계의 램프를 포함한 패치를 백색과 유색 스크린에 투영한 후 카메라로 획득한다. 다음으로, 두 스크린에서의 각각의 램프를 획득한 영상을 통해 디지털 값을 획득한다. 그 결과 같은 패치에 대해 스크린에 따라 다른 값을 가지게 된다. 그 후, 유색스크린에서의 패치의 값이 백색 스크린에서의 값과 동일한 값을 가지는 패치를 찾는다. 이러한 두 스크린에서의 패치의 값을 일치 시키는 입력 디지털 값의 차이는 색의 변화를 나타낸다. 마지막으로, 두 스크린에서의 패치의 값을 일치 시키는 두 스크린에서의 입력 디지털 값을 다항 회귀 방정식에 대입하여 하나의 유색 스크린에 대한 색 보정 행렬을 구한다. 이때 카메라의 비선형적인 특성 또한 다항 회귀 방정식을 통하여 고려되어진다. 색 보정 행렬의 역행렬을 원 영상에 곱하여 유색 스크린에 대한 보정된 영상을 획득한다. 이 방법은 백색 스크린에 대한 계조 패치의 정보를 알고 있을 때 일반적인 카메라를 사용하여 유색 스크린에 대해 색이 보정된 영상을 획득할 수 있게 한다.

## II. 투영된 영상의 색 보정 기법

본 논문은 프로젝터와 카메라의 특성화 과정 없이 일반 카메라를 사용하여 투영된 영상의 색을 보정하는 기법을 제안하였다. 유색 스크린에서 백색 스크린에서와 같은 색을 재현하기 위하여 사용 된다. 새로운 색 보정 행렬은 두 스크린에서 카메라로 획득된 패치의 디지털 값을 같게 하는 두 스크린에 투영된 영상의 입력 값의 관계를 통하여 얻어진다. 보정 행렬은 다른 스크린에 투영된 영상 사이의 색 변화를 나타낸다. 제안한 방법은 먼저 전체 절차의 신뢰를 가지게 하기 위하여 스펙트럼 방출계(spectral-radiometer)를 사용하여 수행하였고, 그 후 특성화를 위한 측정 장치를 카메라로 대체 하였다.

### 1. 프로젝터 특성화 기반의 색 보정 기법

먼저 유색 스크린에서의 색 왜곡의 문제를 해결하기 위하여 프로젝터 특성화를 사용하였다. 서로 다른 두 스크린에 투영된 영상의 색 자극치 CIEXYZ 값을 동일하게 가지게 함으로 색 왜곡의 문제를 해결하였다. 프로젝터 특성화 기반의 색 보정 알고리즘의 전체 과정은 그림 1에 나타내었다. 먼저, 백색과 유색 스크린에 대하여 프로젝터 특성화를 수행한다. 각 스크린에 대한 투

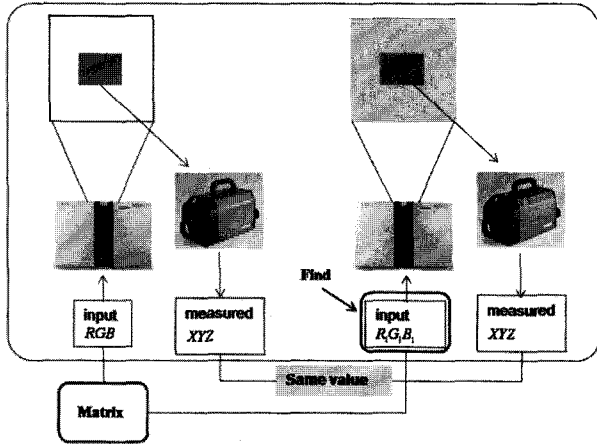


그림 1. 특성화 기반의 색 보정 기법의 전체 흐름도  
Fig. 1. Workflow of color correction using characterization model.

영된 각 채널당 계조 패치 영상의 색 자극치 CIEXYZ 값은 측정 장치(CS-1000)에 의해 획득되고 그 결과는 백색과 유색 스크린에 투영된 같은 패치에서 서로 다른 값을 가지게 된다. 그 후 유색 스크린에서 백색 스크린에서와 동일한 CIEXYZ 값을 가지는 패치를 찾는다. 백색과 유색 스크린에 투영된 같은 패치에서 서로 다른 값을 가지게 된다. 그 후 유색 스크린에서 백색 스크린에서와 동일한 CIEXYZ 값을 가지는 패치를 찾는다. 그 다음 위의 패치에 대해 유색 스크린에 대한 역 특성화 과정을 통하여 백색 스크린의 입력(RGB)과 동일한 색 자극치를 가지게 하는 유색 스크린의 입력 값 ( $R_1 G_1 B_1$ )을 획득한다. 그 후 다항 회귀 방정식에 백색 스크린의 입력 값과 그에 대응하는 유색 스크린의 입력 값을 대입하여  $3 \times 3$  색 보정 행렬을 획득한다.

특성화 모델은 백색과 유색 스크린에 대하여 각각 다음의 과정을 통하여 계산된다. 먼저, 각 채널당 16단계의 계조 패치를 각 스크린에 대하여 측정한다. 다음으로 S-curve 모델을 사용하여 CIEXYZ 값에 대해 선형적인 계조 전달 곡선을 추정한다. 백색과 유색 스크린에 대한 CIEXYZ 값을 추정하기 위한 전방향 특성화 모델은 다음과 같다<sup>[4]</sup>.

$$\begin{aligned} R' &= S_r(R) \\ G' &= S_g(G) \\ B' &= S_b(B) \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $S()$ 는 각 채널의 휘도성분의 디지털 RGB의 함수이다. CIEXYZ 값은 다음의 식을 통하여 획득된다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$M = \begin{bmatrix} X_R^C & X_G^C & X_B^C \\ Y_R^C & Y_G^C & Y_B^C \\ Z_R^C & Z_G^C & Z_B^C \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X_R \\ Y_R \\ Z_R \end{bmatrix}^C = \begin{bmatrix} X_R - X_K \\ Y_R - Y_K \\ Z_R - Z_K \end{bmatrix} \quad (4)$$

여기서  $X_R, Y_R, Z_R$ 은 프로젝터의 R채널에 대한 최대

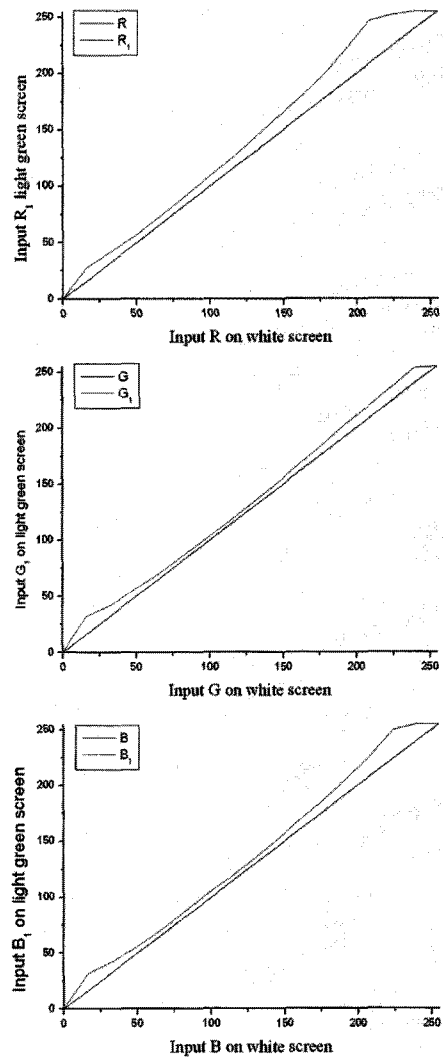


그림 2. 백색 스크린과 옅은 녹색의 스크린에서 동일한 색 자극치를 가지게 하는 입력 디지털 값의 관계

Fig. 2. Relationship between each channel input on white and light green screen.

XYZ값이며, G와 B채널에 대하여서도 동일한 방법으로 표현한다. C는 흑색 보정을 나타내고 식 (4)를 통하여 계산된다. 또한, 역방향 특성화 모델은 다음 식을 통하여 이루어진다.

$$\begin{bmatrix} R' \\ G' \\ B' \end{bmatrix} = M^{-1} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad (5)$$

특성화 과정 이후에, 색 자극 값은 각각의 스크린에 대해 같은 계조 패치를 사용하여 획득된다. 그 후, 유색 스크린에서 백색 스크린에서 획득한 색 자극치 값과 동일한 값을 가지는 패치를 찾고, 유색 스크린에 대한 역방향 특성화 과정을 통하여 백색 스크린의 입력(RGB)과 동일한 색 자극치를 가지게 하는 유색 스크린의 입력 값( $R_1, G_1, B_1$ )을 획득한다. 그림 2는 백색 스크린과 열은 녹색의 스크린에서 동일한 색 자극치를 가지게 하는 입력 디지털 값의 관계를 나타낸다. 마지막으로 다항 회귀 방정식에 백색 스크린의 입력 값과 그에 대응하는 유색 스크린의 입력 값을 대입하여  $3 \times 3$  색 보정 행렬을 획득한다. 색 보정 행렬을 추정하기 위한 다항 회귀 방정식은 다음과 같다. 다음 식은 1차의 다항회귀 방정식이며 이는 2차, 3차로 확장 가능하다<sup>[6]</sup>.

$$P = V^T a \quad (6)$$

여기서

$$V = \begin{bmatrix} R'_1 & \dots & R'_n \\ G'_1 & \dots & G'_n \\ B'_1 & \dots & B'_n \end{bmatrix} \quad (7)$$

$$a = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$P = \begin{bmatrix} R_1 & G_1 & B_1 \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ R_n & G_n & B_n \end{bmatrix} \quad (9)$$

여기서 ( $R_1, R_2, \dots, R_n$ )은 백색 스크린에 투영될 R채널의 입력 디지털 값을 나타내며, ( $R'_1, R'_2, \dots, R'_n$ )는 백색 스크린과 동일한 색 자극치를 가지게 하는 유색스크린에 투영될 R채널의 입력 디지털 값을 나타낸다. 또한, n은 사용된 샘플 패치의 개수이고, 다항 회귀 방정식의 계수는 다음과 같이 계산된다.



(a)



(b)



(c)

그림 3. 특성화 기반의 색 보정의 결과 영상; (a) 원 영상을 백색 스크린에 투영한 영상 (b) 원 영상을 열은 녹색 스크린에 투영한 영상 (c) 보정된 영상

Fig. 3. Resulting image using characterization model ; (a) original image on white screen (b) original image on light green screen (c) corrected image.

$$a = (VV^T)^{-1}VP \quad (10)$$

위에서 구한 계수에 의해서 백색 스크린에 투영될 모든 입력 디지털 값(RGB)에 대응되는 유색 스크린에 투영될 모든 입력 값( $R_1, G_1, B_1$ )을 추정 할 수 있다. 그 식은 다음과 같다.

$$Pa^{-1} = V^T \quad (11)$$

즉, 프로젝터의 백색과 유색 스크린에 대한 장치 특성화 과정을 통하여 얻어진 하나의 유색 스크린에 대한 하나의  $3 \times 3$  행렬식을 얻을 수 있다. 획득한  $3 \times 3$  색 보정 행렬의 역행렬을 원 영상에 곱하여 줌으로써 그 유색 스크린에서 발생하는 색 왜곡을 보정한 영상을 얻을 수 있다. 그림 3은 프로젝터 특성화 모델을 사용하여 열은 녹색 스크린에 대한 색 보정 결과를 나타내었다. 그 결과 백색 스크린을 사용하였을 때와 유사한 색을 재현함을 보여준다.

## 2. 카메라 기반의 색 보정 기법

프로젝터의 특성화는 사용자의 장소 시간 그리고 장비의 제약에 의하여 항상 수행되어 질수가 없다. 이러한 문제를 극복하기 위하여 본 논문에서는 디지털 카메라를 사용한 색 보정 기법을 제안하였다. 카메라는 백색 스크린과 유색 스크린에서의 색 변화를 추정하기 위

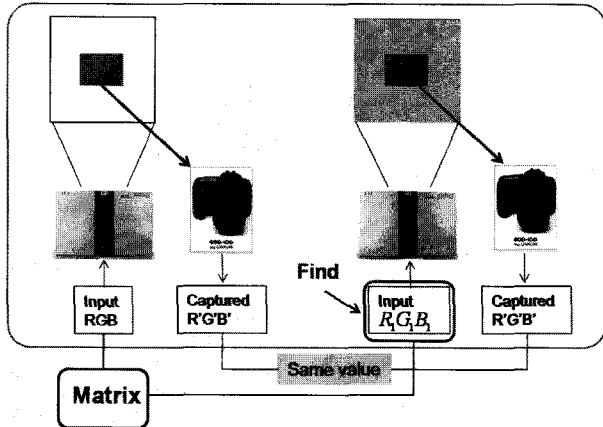


그림 4. 카메라 기반의 색 보정 기법의 흐름도  
Fig. 4. Workflow of camera-based color correction.

표 1. 카메라로 획득한 디지털 값  
Table 1. Captured RGB digital value by camera.

입력 디지털 값			백색 스크린			녹색 스크린		
R	G	B	R	G	B	R	G	B
48	0	0	9	0	0	3	0	0
68	0	0	26	0	0	21	0	0
88	0	0	42	0	0	34	0	0
108	0	0	64	0	0	54	0	0
128	0	0	93	0	0	78	0	0
148	0	0	119	0	0	101	0	0
168	0	0	147	0	0	126	0	0
188	0	0	178	0	0	154	0	0
208	0	0	197	0	0	174	0	0

해 사용된다. 카메라를 기반한 색 보정 기법의 전체 흐름도는 그림 4에 나타나 있다. 먼저 각 채널당 9단계의 계조를 포함한 한 개의 패치를 백색 스크린과 유색 스크린에 투영한 후 이를 카메라로 획득한다. 다음으로 각각의 스크린에서 획득한 채널당 각각의 계조 패치의 디지털 값을 획득한다. 그 결과 같은 패치에서 획득한 디지털 RGB값은 백색 스크린과 유색스�크린에서 다른 값을 나타내고 이는 두 스크린에서의 색 변화를 나타낸다. 여기서 촬영된 영상은 카메라의 잡음과 광원의 불균일성을 포함하기 때문에, 각 패치의 90%에 해당하는 화소의 평균 값을 RGB 대표 값으로 사용하였다. 표 1은 백색과 녹색 스크린에서 획득한 R 채널의 9단계 계조 패치의 디지털 값을 나타낸 것이다. 다음으로 선형 보간법을 사용하여 유색 스크린에서 카메라로 획득한 패치의 값이 백색 스크린에서 획득한 패치의 값과 동일한 값을 가지도록 매칭 시킨다. 그 후 선형 보간법을 사용하여 백색 스크린과 유색 스크린에서 동일한 카메라로 획득한 디지털 값을 가지는 백색 스크린에 투영될 입력 값( $RGB$ )과 그에 대응되는 유색 스크린에 투영

될 입력 값( $R_1G_1B_1$ )을 구한다. 마지막으로 다항 회귀 방정식에 두 스크린의 입력 값을 대입하여 색 보정 행렬을 구한다. 다항 회귀방정식은 특성화 기반의 방법에서 기술한 식 (6)-(10)과 동일하게 수행된다. 그리하여 위에서 구한 색 보정 행렬의 역행렬을 원 영상에 곱하여 유색 스크린에 대한 보정된 영상을 얻을 수 있다.

### III. 실험

제안한 색 보정 기법의 성능을 평가하기 위하여 LG RD-JT90 DLP 프로젝터와 Cannon 10D 카메라를 사용하였다. 또한 2가지(백색과 하늘색)의 종이를 투영면으로 사용하였다. 그림 5는 투영면으로 사용된 백색의 종이와 하늘색의 종이를 나타낸다. 제안한 방법의 평가는 관찰자의 주관적인 평가와 평균 색도 오차를 비교하였다. 또한 프로젝터를 사용하는 곳의 조명에 의한 영향을 고려하기 위하여 조도 13.4 lux의 환경에 대하여 암실에서의 백색 스크린에 대한 샘플의 정보를 기준으로 실험을 수행하였다. 그림 6은 Son의 방법과 제안한 방법을 하늘색 스크린과 하늘색 스크린을 사용하여 비교한 결과이다. 그림 6-(a)는 원 영상을 백색 스크린에 투영한 영상이고, 그림 6-(b)는 원 영상을 하늘색 스크린에 투영한 영상이다. 그림 6-(c)와 6-(d)는 Son의 방법과 제안한 방법의 결과를 보여준다. 그 결과 하늘색 스크

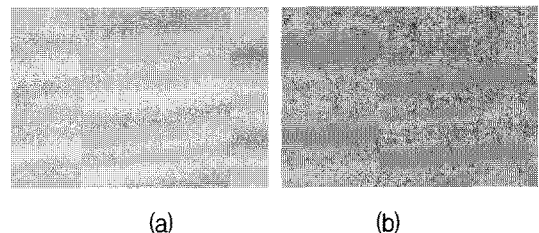


그림 5. 실험에 투영면으로 사용한 종이를 카메라로 획득한 영상; (a) 백색 (b) 하늘색

Fig. 5. Various colored screen captured by camera; (a) white (b) sky blue.

표 2. 하늘색 스크린에 대한 색 보정 성능 평가  
Table 2. Evaluation of color compensation for sky blue screen.

	원 영상 (백색)	원영상 (하늘색)	Son의 방법	제안한 방법
r 채널 색도	0.3389	3020	0.3160	0.3273
g 채널 색도	0.3339	0.3538	0.3459	0.3377
b 채널 색도	0.3271	0.2733	0.3381	0.3350
색도 초차	0	0.0738	0.0459	0.0233

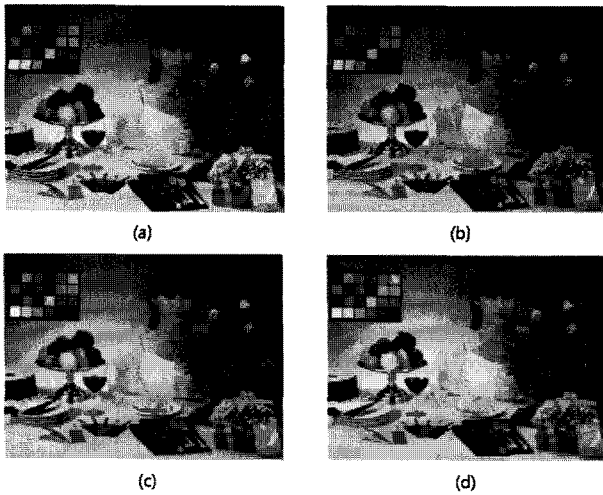


그림 6. 카메라 기반의 색 보정의 결과 영상; (a) 원 영상을 백색 스크린에 투영한 영상 (b) 원 영상을 하늘색 스크린에 투영한 영상 (c) Son의 방법으로 보정된 영상 (d) 제안한 방법으로 보정한 영상

Fig. 6. Resulting image by chromaticity correction using camera ; (a) original image on white screen (b) original image on sky blue screen (c) Son's method (d) proposed method.

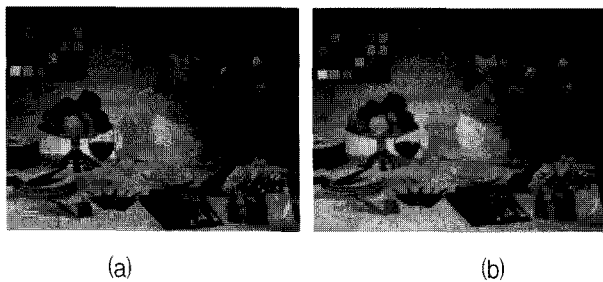


그림 7. 주변 조도 13.4 lux에서 제안한 방법에 의해 보정된 영상 ; (a) 원 영상을 백색 스크린에 투영한 영상 (b) 제안한 방법에 의해 보정된 영상

Fig. 7. Corrected images by proposed method in 13.4 lux around luminance ; (a) original image on white screen (b) corrected image on sky blue screen.

크린에서 제안한 방법을 사용한 보정 영상이 Son의 방법을 사용한 보정 영상 보다 백색 스크린의 원 영상에 더 가까운 것을 볼 수 있다. 정량적인 평가는 원 영상을 백색 스크린에서 카메라로 획득한 영상을 기준으로 녹색 스크린에서 카메라로 획득한 영상의 평균 색도 오차를 비교하여 수행하였고 그 결과는 표 2에 나타내었다. 그 결과 제안한 방법이 Son의 방법보다 평균 색도 오차가 적게 나타남을 볼 수 있다. 이는 Son의 방법은 백색과 유색의 스크린에 대하여 백색 패치의 색도 비율만을 고려하여 영상의 전체 색에 대한 배경색의 영향을

표 3. 주변 환경(13.4lux)을 고려한 색 보정 성능 평가  
Table 3. Evaluation of proposed method in around luminance(13.4 lux) for sky blue screen.

	원 영상 (백색)	원 영상 (sky blue)	제안한 방법
r 채널 색도	0.3434	0.2776	0.3085
g 채널 색도	0.3419	0.3631	0.3526
b 채널 색도	0.3150	0.3593	0.3389
색도 오차	0	0.1318	0.0670

고려하지 못하여 정확한 색 보정이 이루어지지 않음을 보여준다. 제안한 방법은 관찰자의 주관적인 평가와 정량적인 평가에서 모두 이전의 방법보다 우수한 성능을 보였다. 또한 그림 7은 프로젝터의 사용 환경을 고려한 실험 결과이며, 조도 13.4 lux의 환경에서의 하늘색 스크린에 투영된 보정 영상을 나타낸다. 그림 7-(a)는 백색 스크린에 투영된 원영상을 나타내며, 그림 7-(b)는 하늘색 스크린에 투영된 보정 영상을 나타낸다. 환경에 따른 색 보정의 정량적인 평가는 표 3에 나타내었다. 그 결과 제안한 방법에 의해 암실과 조도 13.4 lux의 환경에서 모두 유색 스크린에 대해 발생한 투영된 영상의 색 왜곡을 보정하는 결과를 확인 할 수 있다.

#### IV. 결 론

본 논문은 카메라를 측색 장치로 사용하여 유색 스크린에 투영된 영상의 색을 보정하는 알고리즘을 제안하였다. 카메라를 기반으로 백색 스크린과 유색 스크린에서 동일한 색을 가지도록 하는 백색 스크린에 투영될 입력 값과 이에 대응되는 유색스크린에 투영될 입력 값을 추정하였다. 이를 다항 회귀 방정식에 대입하여 색 보정 행렬을 계산하였다. 이전 방법과는 달리 특성화가 선행되지 않아도 일반적인 카메라를 사용하여 장소의 제한 없이 측정할 수 있다. 실험의 결과 제안한 방법을 사용한 보정된 영상은 이전방법과의 주관적인 평가와 객관적인 평가에서 모두 우수한 성능을 보였다.

#### 참 고 문 헌

[1] S. K. Nayar, H. Peri, M. D. Grossberg, and P. N. Belhumeur, "A Projection System with Radiometric Compensation for Screen Imperfection," Proceeding of IEEE International Workshop on Projector-Camera a Systems, 2003.

- [2] M. Tsukada and T. Tajima, "Projector color reproduction adapted to the colored wall projector," CGIV 2004, pp. 449-453, 2004.
- [3] C. H. Son, Y. H. Ha "Color Correction of Images Projected on a Colored Screen for Mobile Beam Projector," Journal of Imaging Science and Technology, vol. 53, no. 3, 2008.
- [4] D. R. Wyble and M.R. Rosen, "Color Management of Four-Primary Digital Light Processing Projectors," Journal of Imaging Science and Technology, vol. 50, no. 1, pp.17-24, 2006.
- [5] Stephen Westland and Caterina Ripanmonti Computational Colour Science using Matlab, John Wiley&Sons, Ltd 2004.

---

 저 자 소 개
 

---



김 대 철(학생회원)  
 2007년 경북대학교 전자전기  
 컴퓨터학부(공학사)  
 2010년 경북대학교 전자전기  
 컴퓨터학부(공학석사)  
 2010년~현재 경북대학교  
 전자전기컴퓨터학부  
 박사 재학중

<주관심분야 : 칼라영상처리, 영상 화질 개선>

이 태 형(학생회원)  
 대한전자공학회 논문지  
 제 47권 SP편 제 4호 참조

하 영 호(정회원)  
 대한전자공학회 논문지  
 제 38권 SP편 제 3호 참조