

# 3D 입체영상을 위한 색온도와 색 일치 보정

김 정 엽<sup>†</sup> · 김 상 현<sup>†</sup>

## 요 약

3D 입체영상의 색 보정은 전체의 화질에 영향을 미치는 중요한 과정이다. 기존의 색 보정 방법들은 좌, 우 영상 중에서 밝기 정보 또는 칼라 채널별로 히스토그램을 바탕으로 하여 어느 한쪽을 기준으로 일치성을 강화하는 처리를 한다. 히스토그램을 기반으로 색 보정을 하는 경우, 충분한 색온도 변환이 이루어 지지 않아 색조의 보정이 어려운 단점이 있으며, 본 논문에서는 히스토그램을 사용하지 않고 색온도 변환을 중심으로 색 보정하는 방법, 색 일치를 통한 색 보정 방법을 제안한다. 제안한 색온도 보정 방법은 동일한 조명환경에서 촬영된 영상들에 대하여 화소 당 평균 색 오차(CIE- $\Delta E$  기준) 3 정도로 일치되는 결과를 나타냈고 기존 방법도 유사한 성능을 보였다. 색 일치 보정 방법은 서로 다른 조명하에서 촬영된 좌우영상들에 대하여 색 오차 9이며, 기존의 방법은 18로 나타났다. 기존 방법에 비하여 제안한 방법이 좌우 영상의 색 일치 처리에서 우수한 성능을 보였다.

키워드 : 색 온도, 색 보정, 스테레오 입체 영상

## A Correction of Color Temperature and Consistency for 3D Stereoscopic Images

Kim Jeong Yeop<sup>†</sup> · Kim Sang Hyun<sup>†</sup>

## ABSTRACT

The color correction is the important process of influencing on the picture quality of the 3D stereoscopic images. Existing color correcting methods handle the processing intensifying a correspondence among a left and right image using a histogram based on any one side. In case of color correction based on a histogram, it is difficult to correct tone of image, because the color temperature is not converted enough. And in this paper, the color temperature correction and color consistency correction is proposed without using histogram. The proposed color correction method by color temperature gives 3 in CIE- $\Delta E$  for each pixel on the images captured with same illuminants and the conventional gives similar results. For color consistency, the proposed gives 9 in CIE- $\Delta E$  on the images captured with different illuminants while the conventional gives 18. The proposed method shows better results than the conventional in color consistency processing.

Keywords : Color Temperature, Color Correction, Stereoscopic Image

## 1. 서 론

최근 3D 입체 영상에 대한 관심이 높아지면서, 입체영상에 대한 처리방법들이 많이 연구되어지고 있다. 전통적인 컴퓨터비전의 영역에서 사용되던 스테레오 관련 영상처리 기법들이 많이 제안되어 있으나, 주로 양안시차에 근거한 거리의 추정에 초점이 맞추어져 있다. 정확한 거리의 추정을 위해서는, 좌우 영상의 일관성(consistency)이 보장되어

야 한다. 일관성이 보장되지 않은 입체영상을 시청하면 시청자가 어지러움을 느끼거나 눈의 피로가 쉽게 오는 문제점이 발생한다. 그러나 대부분의 자연 상태에서 획득되는 입체영상은 일관성의 보장이 어렵다. 좌우 영상을 촬영하는 카메라의 밝기와 색상에 관한 특성이 일치하지 않거나, 동일한 카메라를 사용하더라도, 촬영하는 순간의 노출 및 여러 가지 카메라의 파라미터 일관성의 결여로 인하여 획득된 영상에서 밝기, 색상 등의 일관성이 저하되는 경우가 많다. 가장 좋은 방법은 특성이 완전히 일치하는 카메라를 이용하는 것이지만, 실질적으로 구현이 어렵다. 그러므로 획득된 영상에서 일관성의 보상을 위하여, 좌우 영상의 밝기범위(intensity dynamic range)를 비교하여 정합하거나, 색상의 일치를 위하여 RGB 각 채널별로 밝기와 유사한 처리방법을

※ 이 논문은 한국콘텐츠진흥원 2010년도 문화기술 공동연구센터 사업의 지원에 의하여 연구되었음.

† 정 회 원: 영상대학교 게임·콘텐츠학과 부교수  
논문접수: 2011년 1월 19일  
수 정 일: 1차 2011년 3월 3일  
심사완료: 2011년 3월 3일

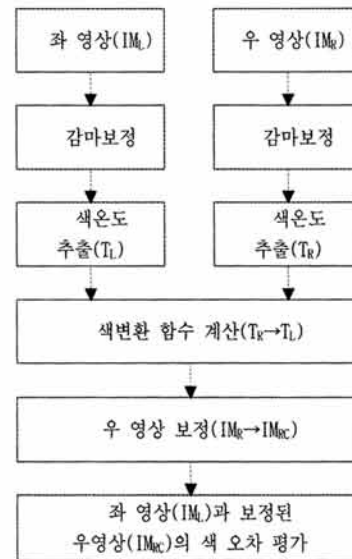
이용하기도 한다[1-2]. 대표적인 밝기처리 방법은 칼라영상으로부터 흑백의 밝기성분을 추출하여, 히스토그램을 활용하는 것이다. 구해진 좌우 영상에 대한 밝기 값의 히스토그램을 계산한 후, 이를 일치시키는 방법[3]이며, 히스토그램의 평활화(equalization) 또는 명세화(specification)의 형태로 널리 쓰이고 있다. Wei Zhou[6] 등은 스테레오 매칭을 하는 과정에서 영상 획득시의 조명성분을 검출하는 방법을 제안하였다. 입체영상에서 3D 기하학적인 정보를 활용하면 전반사영역(specular region)의 검출이 더욱 정확해지고, 조명성분의 추출이 가능하다. Yong Seok Heo[7] 등은 스테레오 매칭에서 좌우 영상의 밝기, 색상 불 균일, 잡음 등의 영향을 배제하는 강인한 알고리즘을 제안하였다. 색상의 경우, 로그 스케일을 활용한 정규화 방법으로 색상의 편차를 최소화하여 정합 성능을 향상시켰다. 배경훈[1][8] 등은 스테레오 영상에 대한 색보정을 위하여 좌우 두 영상의 대응관계와 RGB 각 채널별로 일차함수 변환을 통한 방법을 제안하였다. Muhammad[9]는 스테레오 정합에서 일어나는 좌우 영상의 대응점과 동일지점의 색상 집합을 이용한 색 보정을 제안하였다. 안정적인 색 일치 처리방법이며, 1차, 2차, 복합 등의 맵핑 방법을 제안하였다. 맵핑 결과는 처리된 영상의 전체평균값을 기준으로 비교하였으나 정확한 화질을 대표하지 못하는 단점이 있다. 김태희[2] 등은 좌우 영상의 RGB로부터 각 채널의 평균값을 이용한 선형 스케일을 곱하여 보상하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 김태희[2] 등의 알고리즘과 성능을 비교하였다.

색상의 일치를 위해서는 전문적인 색상의 보정을 위한 알고리즘의 적용보다는 구현의 용이성을 고려하여 RGB 각 채널별로 구해진 평균값을 활용하여 영상 전체에 대한 스케일을 적용하는 형태로 일관성의 보장을 추구한다. 본 논문에서는 이와 같은 간단한 색 보정 방법을 탈피하여 선택적인 평균을 활용하는 인지조명 형태의 색온도 추정[4]과, 원하는 색온도로의 변환 알고리즘[5]을 이용하는 스테레오 영상에서의 색 보정 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 입력된 입체 좌우 영상에 대한 색차와, 밝기성분을 기준으로 하는 색 보정 방법[2] 및 제안한 방법에 의한 색 보정의 색차를 비교하여 성능을 분석하였다. 또한, 색온도에 의한 색 보정 이외에, 좌 영상을 기준으로 하는 직접적인 색 변환을 할 수 있는 방법도 제안하였다.

## 2. 제안하는 색 보정 알고리즘

입체영상을 구성하는 좌 영상( $IM_L$ )을 기준으로 정하고, 우 영상( $IM_R$ )을 보정하여 좌, 우영상의 색차를 감소시키는 방법은 (그림 1)과 같다. 본 논문에서는 색온도를 이용하여 우 영상을 보정하는 색 보정 방법[10]과, 직접적인 색 변환을 이용한 색 일치 방법 두 가지를 제안한다. 이론적으로, 좌, 우영상의 연색성이 우수하다면 두 가지 방법 모두 비슷한 결과를 나타내게 되고, 연색성이 미흡한 경우는 서로 다른 결과를 낼 수 있다. 연색성은 태양광을 기준으로, 인공조

명의 성능 근접도를 나타내는 척도이며, 연색성이 우수하다면 태양광에 근접함을, 연색성이 미흡하면 유색조명 계열일 가능성이 높으며, 영상의 전체적인 색조가 특정한 톤(tone)을 나타내는 경우가 많다. 3장의 실험에서 연색성에 따른 결과를 분석하였다.

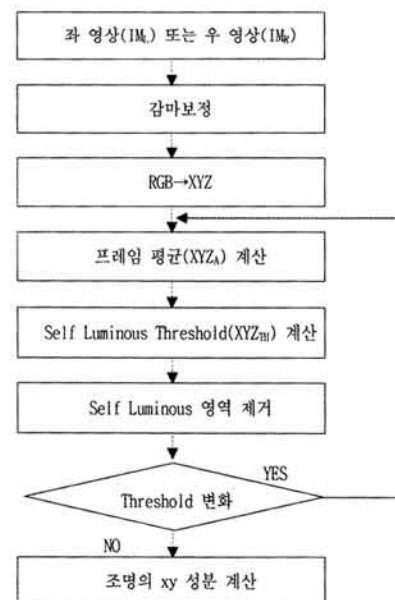


(그림 1) 입체영상 색 보정 방법

### 2.1 색온도에 기초한 색 보정 방법

#### 2.1.1 양안 영상으로부터 색온도 추출방법

입체영상으로부터 색온도를 추출하기 위해서는 (그림 2)와 같은 처리 과정을 좌우 영상에 각각 적용한다[4][10]. 여기서 XYZ는 CIE-XYZ 칼라 좌표계를 나타낸다.



(그림 2) 좌우 입체영상과 색온도 추출방법

감마보정과 색 좌표계 변환은 다음 식(1),(2)와 같다.

$$R_{L_{ij}} = R_{ij}^{1/\gamma}, \quad (1)$$

$$G_{L_{ij}} = G_{ij}^{1/\gamma},$$

$$B_{L_{ij}} = B_{ij}^{1/\gamma},$$

$$\begin{bmatrix} X_{ij} \\ Y_{ij} \\ Z_{ij} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m_{11} & m_{12} & m_{13} \\ m_{21} & m_{22} & m_{23} \\ m_{31} & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{L_{ij}} \\ G_{L_{ij}} \\ B_{L_{ij}} \end{bmatrix} \quad (2)$$

영상 한 장의 전체 프레임 평균값의 계산은 식(3)과 같으며, H는 영상의 높이, W는 영상의 폭을 의미한다.

$$X_A = \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W X_{ij}, \quad (3)$$

$$Y_A = \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W Y_{ij},$$

$$Z_A = \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W Z_{ij}.$$

자체발광 영역(self luminous region)에 관한 계산은 식(4),(5)와 같으며, 계산된 문턱치를 이용하여 관심영역을 제거한다.  $f$ 와  $k_s$ 는 실험에 의하여 구한 값이며, 임의의 값으로 적절하게 선택할 수 있다. 본 실험에서는  $f \times k_s$ 를 2.0으로 설정하였다.

$$X_{IL} = f \times X_A, \quad (4)$$

$$Y_{IL} = f \times Y_A,$$

$$Z_{IL} = f \times Z_A,$$

$$X_{Th} = k_s \times X_{IL}, \quad (5)$$

$$Y_{Th} = k_s \times Y_{IL},$$

$$Z_{Th} = k_s \times Z_{IL}.$$

자체발광 영역을 제거한 후, 나머지 영역에 대하여 프레임 전체평균을 식(3)과 같이 계산한다. 새롭게 계산된 프레임 평균값의 변화가 일정한 범위보다 크면, 다시 자체발광 영역의 제거를 수행한다. 만약, 프레임 평균값의 변화가 일정한 범위보다 작게 되면 안정적으로 수렴한 것으로 판단하여 프레임 평균값을 이용하여 색도좌표를 계산하고 상관색온도를 구한다. 최종적으로 계산되는 조명의 색온도는 식(6)과 같다.

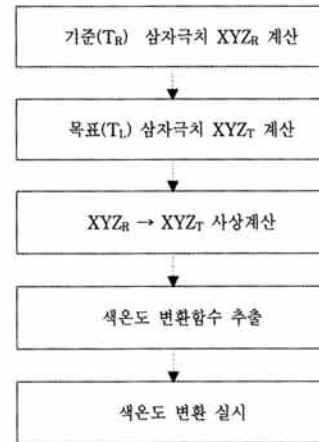
$$I_x = \frac{X_{IL}}{X_{IL} + Y_{IL} + Z_{IL}}, \quad (6)$$

$$I_y = \frac{Y_{IL}}{X_{IL} + Y_{IL} + Z_{IL}},$$

이상과 같이 구해진 좌우 영상의 색온도를 각각  $T_L$ ,  $T_R$ 이라 한다.

### 2.1.2 색온도 변환에 기초한 색 보정 방법

앞 절에서 구해진 색온도를 기준으로 하여 색온도 변환 알고리즘[5]을 적용하였다. 색온도 변환 알고리즘은 (그림 3)에 나타내었다.



(그림 3) 좌우 영상에 대한 색온도 보정방법

기준이 되는  $T_R$ 에서의 삼자극치 $XYZ_R$ 를 계산하기 위해서는 색온도  $T_R$ 에 해당하는 조명의 스펙트럼과 24개의 맥베스 칼라체커(Macbeth Color Checker)의 표면 반사 스펙트럼을 각각 곱한 후, X, Y, Z의 스펙트럼으로 필터링을 하면 24개의 삼자극치를 구할 수 있다. 같은 방법으로 목표로 하는  $T_L$ 에서의 삼자극치 $XYZ_L$ 를 계산하면 기준과 목표에 해당하는 24개 삼자극치 쌍을 얻는다. 구해진 삼자극치 쌍에 대한 사상을 계산하면 색온도 변환을 위한 3x3 행렬을 구할 수 있으며, 이를 색온도 변환함수라 한다. 색온도 변환함수를 전체 기준영상에 대하여 적용하면 색온도 변환을 통하여 목표영상을 생성할 수 있으며, 이를 보정된 영상이라 한다.

### 2.2 직접적인 색 변환을 이용한 색 일치 방법

본 알고리즘은 스테레오 정합을 연산한 다음 구할 수 있는 좌, 우 영상의 디스패리티 맵(disparity map)을 기준으로 색을 보정한다. 이는 2.1절에서와 같이 색 보정을 위한 기준과 목표 집합을 생성하는 용도이며, 본 논문에서는 스테레오 정합알고리즘을 제안하지는 않는다. 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위하여, Middlebury 기준 영상에 포함되어 있는 그라운드 트루스 디스패리티 맵(ground truth disparity map)을 이용하였다. 입력은, 좌 영상, 우 영상, 좌

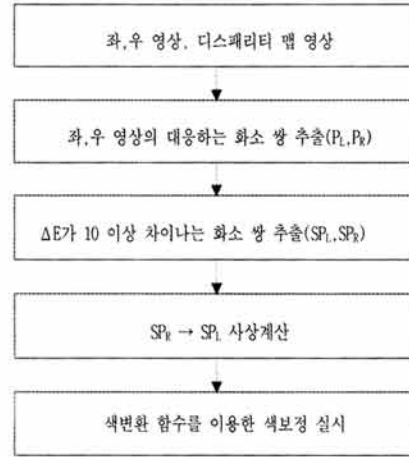
에서 우로의 디스패리티 맵, 우에서 좌로의 디스패리티 맵의 4장을 사용한다. 색변환 함수를 계산하기 위하여, 우에서 좌로의 디스패리티 맵을 이용하여 우 영상에서 좌 영상으로의 대응하는 화소들의 쌍(pair)의 집합인  $(P_L, P_R)$ 을 구한다. 구해진 화소들의 쌍을 CIELAB 좌표계로 변환한 다음,  $\Delta E$ 가 10 이상으로 차이가 나는 쌍들인  $(SP_L, SP_R)$ 을 추출하여 색변환 관계를 계산한다. 색변환 함수는 3x3 행렬을 기준으로 하고 식(7)과 같이 정의한다.

$$\begin{bmatrix} R_{oj} \\ G_{oj} \\ B_{oj} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_u \\ G_u \\ B_u \end{bmatrix} \quad (7)$$

여기서,  $R_{oj}$ 는 좌 영상의 대응화소,  $R_{ij}$ 는 우 영상의 대응화소를 의미하고,  $j$ 는 1~N을 가지며, N은 전체 대응 화소수이다.  $i$ 와  $o$ 는 단순하게 집합을 구분하는 역할을 한다. 색변환 행렬  $C$ 를 구하기 위하여 식(8)을 최소화하는 요소( $c_{ij}$ )들을 편미분을 통하여 식(9)와 같이 계산할 수 있다.

$$E = \begin{bmatrix} R_{oj} \\ G_{oj} \\ B_{oj} \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} \\ c_{21} & c_{22} & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & c_{33} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_u \\ G_u \\ B_u \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$\left. \frac{\partial E}{\partial c_{ij}} \right|_{i=1,3; j=1,3} = 0 \quad (9)$$



(그림 4) 직접적인 색변환 보정방법

이상과 같이 계산된 색변환 함수를 전체 우 영상에 대하여 적용하면 보정된 영상을 얻을 수 있다. 색 일치 방법에 대한 과정은 (그림 4)와 같다.

### 3. 실험 및 고찰

#### 3.1 성능평가 기준

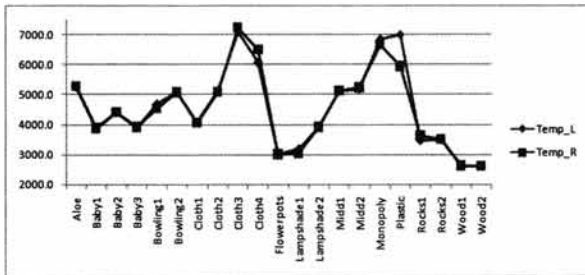
본 논문에서는 좌 영상을 기준으로 하고, 우 영상을 색온도 보정한 변환영상에 대하여 색차(CIE- $\Delta E$ )를 계산하여 성능을 평가한다. 두 장의 영상에 대하여 전체 색차를 계산한 다음 화소수로 나누어 화소 당 평균  $\Delta E$ 가 작게 나타나면 색 보정이 잘 된 것으로 평가한다.

<표 1> 색온도 보정결과 : 조명1 그룹

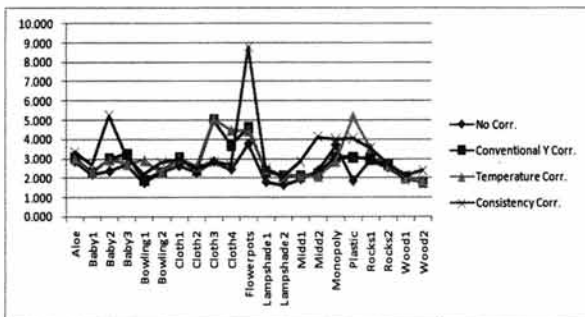
No	Name	색온도 (Left)	색온도 (Right)	( $\Delta E$ )err/pix			
				처리 전	기존방법	색온도 보정	색 일치 보정
01	Aloe	5232.0	5261.2	2.8671	3.0548	3.0135	3.3452
02	Baby1	3850.1	3879.8	2.1887	2.2670	2.2989	2.7103
03	Baby2	4408.0	4399.5	2.3499	2.9887	2.9495	5.2482
04	Baby3	3901.2	3903.8	2.6935	3.2363	2.7095	3.1604
05	Bowling1	4699.3	4540.2	1.7378	1.8734	2.9054	2.1815
06	Bowling2	5086.4	5063.8	2.3046	2.2774	2.2812	2.7693
07	Cloth1	4087.2	4059.2	2.6357	3.0488	3.0031	2.9382
08	Cloth2	5150.6	5069.9	2.3044	2.4053	2.5857	2.5120
09	Cloth3	7098.5	7229.5	2.8589	5.0231	5.0729	2.8422
10	Cloth4	6051.7	6487.5	2.4557	3.6922	4.4757	2.6822
11	Flowerpots	3014.5	3010.7	3.7759	4.6084	4.4360	8.8041
12	Lampshade1	3168.1	3039.3	1.7941	2.3310	2.4503	2.4631
13	Lampshade2	3930.7	3903.3	1.6495	2.0840	2.1122	2.0585
14	Midd1	5105.2	5100.6	1.9415	2.0655	2.1045	2.8374
15	Midd2	5175.9	5218.1	2.3665	2.1992	2.0717	4.1268
16	Monopoly	6820.5	6641.5	3.6835	3.0574	2.8363	3.9926
17	Plastic	7000.1	5930.0	1.8505	3.0693	5.1877	4.0441
18	Rocks1	3477.1	3628.3	2.9191	2.9653	3.5369	3.5522
19	Rocks2	3490.2	3498.8	2.5544	2.6634	2.6559	2.7169
20	Wood1	2617.7	2620.0	1.9887	2.0226	1.9708	2.1304
21	Wood2	2612.8	2612.0	1.8238	1.7649	1.8253	2.3988

3.2 동일한 조명에 대한 색 보정 실험

실험은 Middlebury 대학[11]에서 제공하는 스테레오 영상의 집합을 이용하였으며, 실험결과는 <표 1과 2>에 나타내었다. <표 1>은 영상집합 중 조명1에 해당하는 좌우영상을 기준으로 하였다. <표 1>의  $\Delta E$ 는 화소 당  $\Delta E$  오차 값을 의미하고, '처리 전'은 처리 전의 영상에 대한 오차, '기존방법'은 김태희[2]등의 밝기 값의 평균을 이용한 스케일 적용을 처리한 경우의 오차, '색온도 보정'은 제한한 색온도 기반 보정 처리후의 오차, '색 일치 보정'은 제한한 직접적인 색 변환에 의한 색 일치 처리 후의 오차를 의미한다. 대부분의 경우, 오차 값의 범위가 큰 차이를 보이지 않는 경향을 보이며, 처리전의 기본적인 좌우영상에 대한 보정이 비교적 잘 이루어져 있기 때문이다. (그림 5)의 범례에서 Temp\_L은 좌 영상, Temp\_R은 우영상의 추출된 색온도를 의미하고, (그림 6)의 범례는 <표 1>에 준한다. 대부분의 경우,  $\Delta E$ 가 10 미만으로 나타났으며, 이는 시각적으로 거의 색차를 구별하기 어려운 정도를 의미한다. 그러므로 보정 전의 영상, 기존의 처리방법에 의한 보정 영상, 제안한 처리방법의 보정 영상이 거의 비슷한 성능을 나타냄을 알 수 있다. 주어진 입력 영상의 좌우 색 보정 상태가 양호하기 때문이다. 전체 21장의 영상들에 대한 평균적인 색 오차를 구해보면, 처리 전 2.416, 기존방법 2.795, 색온도 보정 2.975, 색일치 보정 3.310 정도로 나타나 방법들 간의 성능 차는 거의 없음을 볼 수 있다.

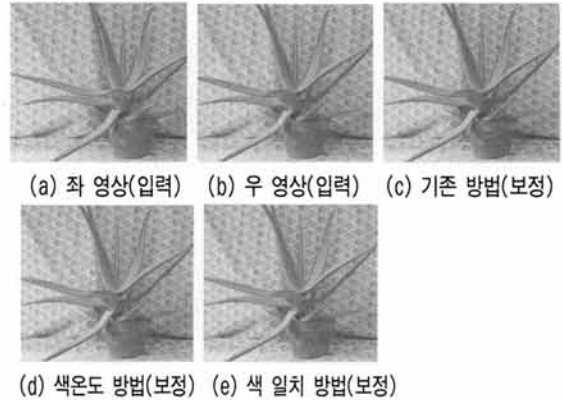


(그림 5) 조명1 그룹: 추정 색온도 비교



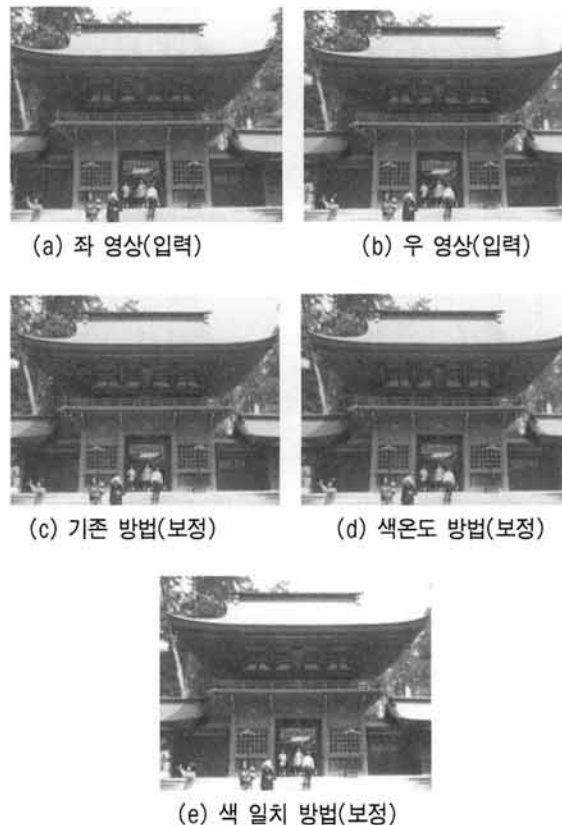
(그림 6) 조명1 그룹: 추정 색오차 비교

실험결과 중에서 Aloe 영상에 대한 결과를 (그림 7)에 나타낸다. 좌영상은 색온도가 5232K, 우영상은 5261K로 추정되었다. 전체적으로 비슷한 성능임을 알 수 있다.



(그림 7) 조명1 그룹: 색 보정 결과

추가적인 실험으로, 동일한 조명환경에서 촬영된 일반적인 영상들을 대상으로 본 논문에서 제안하는 색 일치 보정 방법을 적용하였다. 결과는 <표 2>에 나타내었으며, 전반적으로 예측할 수 있는 바와 같이 기존의 방법과 제안한 방법들의 평균 색 오차가 10.0, 10.1의 수준으로 유사함을 볼 수 있었다. 다만, <표 2>의 인덱스 기준으로 20, 21 영상은 평균적인 색 오차가 3을 넘었다. 이는 제안한 방법이 기존의 방법보다 우수함을 나타낸다. 전체적인 성능은 대체로 유사한 편이며, 일부 영상(표 2 인덱스 기준 20번)의 실험결과를 (그림 8)에 나타내었다.



(그림 8) 일반 영상 샘플 : 색 보정 결과

<표 2> 색온도 보정결과 : 조명1 그룹

No	Name	색온도 (Left)	색온도 (Right)	(ΔE)err/pix			
				처리 전	기존방법	색온도 보정	색 일치 보정
01	bike	7489.4	7721.5	9.948	8.885	8.740	10.382
02	car1	6663.1	6492.7	10.181	10.564	10.979	10.903
03	woman1	6964.7	6949.3	6.767	7.399	6.903	7.023
04	indoor1	5106.1	5086.4	10.903	11.108	11.334	11.767
05	indoor2	5086.1	5104.6	7.910	8.096	7.945	9.060
06	car2	6674.0	7010.5	9.522	9.574	9.190	9.228
07	car3	7025.1	6840.8	12.619	12.394	12.325	13.319
08	building1	7548.3	7683.7	10.692	10.492	10.450	10.580
09	building2	7021.9	6851.5	10.059	10.323	10.229	10.643
10	woman2	7042.4	7026.4	13.599	13.705	13.560	14.268
11	car4	6981.8	6997.0	7.451	7.637	7.337	8.886
12	car5	7026.2	7023.0	10.726	10.179	10.482	11.028
13	man1	3513.6	3515.5	10.908	10.876	10.882	12.961
14	bridge	10752.4	11243.5	6.997	7.104	7.165	7.758
15	building3	5087.1	4902.2	18.119	18.338	18.687	19.403
16	people	8365.5	7483.4	9.828	10.462	9.742	9.991
17	woman3	3214.6	3206.8	7.949	8.180	8.165	8.554
18	woman4	3996.4	3925.4	5.831	5.836	6.091	6.951
19	building4	7005.2	6966.0	7.008	7.020	7.037	7.510
20	building5	5087.0	5084.5	12.248	15.408	12.263	19.959
21	building6	5089.9	5086.0	7.163	10.156	7.159	9.310
22	building7	5308.1	5197.7	10.689	10.706	10.743	13.040

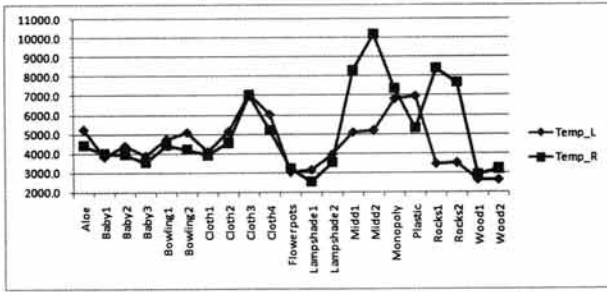
<표 3> 색온도 보정결과 : 조명1+조명3 그룹

No	Name	색온도 (Left)	색온도 (Right)	(ΔE)err/pix			
				처리 전	기존방법	색온도 보정	색 일치 보정
01	Aloe	5232.0	4425.7	20.8252	19.5380	19.1722	15.1080
02	Baby1	3850.1	4008.5	14.3039	10.4147	10.8745	5.3429
03	Baby2	4408.0	3927.8	12.4697	12.2453	15.9971	8.6376
04	Baby3	3901.2	3535.7	13.0696	13.0702	15.9370	7.8464
05	Bowling1	4699.3	4419.5	10.3253	7.8669	9.3302	8.5652
06	Bowling2	5086.4	4191.1	15.1159	14.1316	15.7909	8.9462
07	Cloth1	4087.2	3920.5	14.7172	13.6327	14.9935	5.9408
08	Cloth2	5150.6	4541.8	15.2563	11.5517	15.1296	7.0565
09	Cloth3	7098.5	7011.0	27.0479	21.7794	22.0767	18.4273
10	Cloth4	6051.7	5209.5	22.6415	19.4487	24.0759	21.6525
11	Flowerpots	3014.5	3200.3	41.9686	42.4542	40.3889	13.1147
12	Lampshade1	3168.1	2525.1	19.6897	12.4284	15.0494	12.3863
13	Lampshade2	3930.7	3519.1	16.6237	11.3434	15.2527	8.8089
14	Midd1	5105.2	8267.4	39.7268	28.8227	20.3692	37.9304
15	Midd2	5175.9	10178.8	39.6320	26.7335	20.4556	18.6173
16	Monopoly	6820.5	7360.2	36.6241	26.9443	25.4021	52.5739
17	Plastic	7000.1	5321.5	13.6310	13.6310	15.4532	10.8162
18	Rocks1	3477.1	8391.8	44.7123	37.9341	11.6759	9.6070
19	Rocks2	3490.2	7668.8	41.0172	38.6291	11.0652	8.6631
20	Wood1	2617.7	2896.8	15.8237	15.7504	15.9923	7.5042
21	Wood2	2612.8	3186.6	17.6795	14.7789	14.2286	7.2838

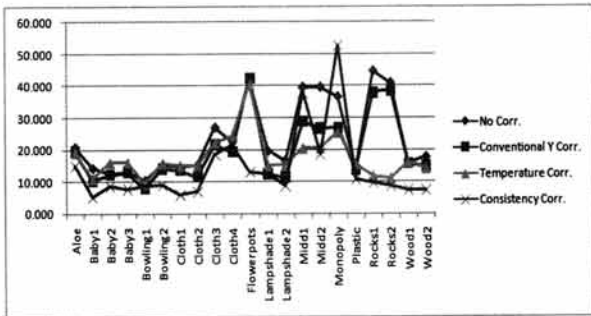
3.3 서로 다른 조명에 대한 색 보정 실험

<표 3>은 조명1의 좌영상과 조명3의 우 영상을 기준으로 하여, 좌우영상의 조명효과가 서로 다른 경우에 대한 알고리즘의 성능을 평가한다. 전체적으로 제안한 색 일치의 색 보정이 가장 적은 색 오차로 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있다. 전체 21장의 영상들에 대한 평균적인 색 오차를 구해보면, 처리 전 23.471, 기존방법 19.673, 색온도 보정 17.558, 색 일치 보정 14.039로 나타나 제안한 방법들의 성능이 우

수함을 볼 수 있다. <표 3>의 일련번호 중 9,10,14,15,16의 경우 우 영상의 촬영 시 카메라의 노출정보가 과다하게 책정되어 좌 영상과의 상관성이 많이 감소하는 경향을 보인다. 상기 5가지 영상을 제외한 평균 색 오차는 처리 전 20.452, 기존방법 18.088, 색온도 보정 16.021, 색 일치 보정 9.102로 나타났다. 그러므로 적절한 영상 집합에 적용한 평균 색 오차를 살펴보면 제안한 색 일치 보정 경우의 성능이 가장 우수하였다.



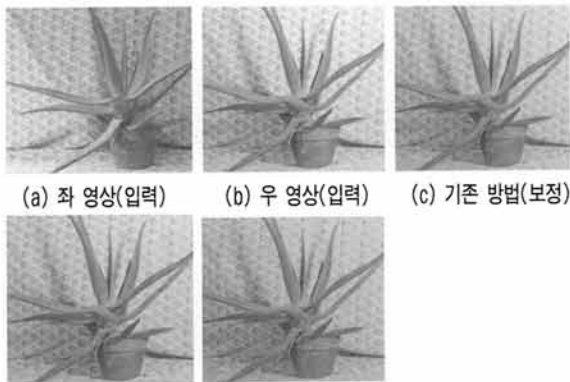
(그림 9) 조명1+조명3 그룹: 추정 색온도 비교



(그림 10) 조명1+조명3 그룹: 추정 색 오차 비교

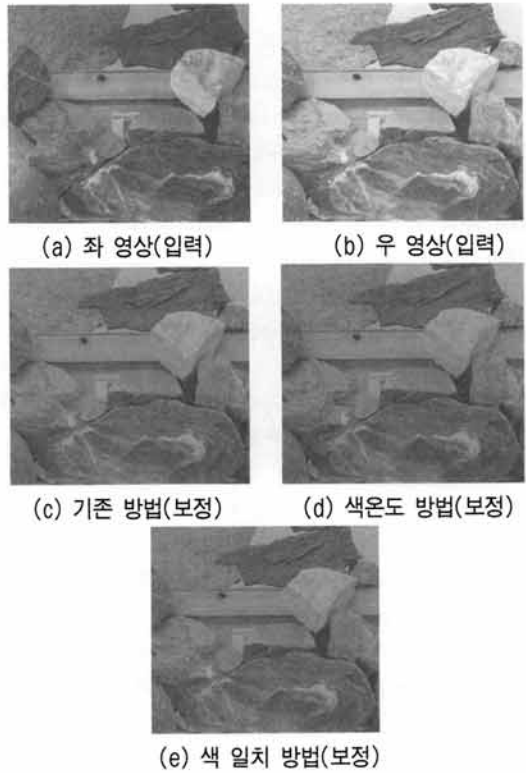
3.2절에서 사용한 Aloe 입력영상은 3장에서 언급한 연색성이 낮은 경우이다. (그림 11)의 (a)의 색온도는 5232K이고, (b)는 4425K로 계산되었다. 좌영상인 (a)의 색온도는 5000K 정도의 색온도를 보이지만, 실질적인 색온도 5000K의 연색성을 보이지는 않고 있다. 이유는 색온도 추정 시 상관색온도를 계산하기 때문이다. 그러므로 정상적인 태양광의 5000K에 해당하는 톤(tone) 보다는 전체적으로 녹색의 성분이 많이 포함된 경향을 가진다. 따라서 색온도에 의해 보정된 (그림 11)의 (d)는 정상적인 형태의 5000K에 근접하는 우수한 연색성을 보여 준다.

그러므로 제안한 색온도에 의한 보정된 영상이 더욱 자연스러움을 볼 수 있다.



(그림 11) 조명1+조명3 그룹: 색 보정 결과(낮은 연색성)

기본적으로 입력된 영상의 연색성이 우수한 경우는 Rocks1 영상으로, (그림 12)에 나타내었다. 좌영상의 색온도는 3477K이고, 우영상의 색온도는 8391K로 계산되었다. 색 보정 오차는 <표 3>의 17번 항목에서와 같이, 기존방법은 37이고 제안한 방법은 10정도로 우수함을 볼 수 있다.



(그림 12) 조명1+조명3 그룹: 색 보정 결과(높은 연색성)

#### 4. 결 론

본 논문에서는 스테레오 영상에 대한 색 보정을 위하여 히스토그램을 사용하지 않는 방법을 제안하였다. 제안한 색온도를 이용하는 방법으로 색 오차가 감소하는 것을 알 수 있었다. 색 온도 보정의 경우, 입력영상에서 기본적으로 녹색성분이 많이 포함되어 있어 연색성이 저하된 문제가 있었다. 연색성이 우수한 경우는 색온도 기반 보정의 성능이 우수함을 알 수 있었다. 또한, 색 일치의 관점에서 직접적인 색 보정도 제안하였으며, 기존의 방법에 비하여 색 오차 관점에서의 성능이 우수하였다.

#### 참 고 문 헌

- [1] 이동식, 배경훈, 이원경, "다시점 영상의 왜곡 보정처리 방법," 대한민국 특허10-0668073, 2007.
- [2] 김태희, 유필호, 김대식, "입체 영상 신호 처리 장치 및 방법," 대한민국 특허10-0739764, 2007.
- [3] 김종수, "스테레오 영상의 불균형 제거 및 정합에 관한 연구"

박사 학위논문, 중앙대학교 첨단영상대학원 영상공학과, 2009.8.

- [4] Jeong-Yeop Kim, Yang-Seok Seo, Yeong-Ho Ha, "Estimation of Illuminant Chromaticity from Single Color Image Using Perceived illumination and Highlight," *Journal of Imaging Science & Technology*, Vol.45, No.3, pp.274-282, 2001.
- [5] 김정엽, 김상현, 현기호, "임의 색온도에 대한 조명 색 변환기법", *멀티미디어학회논문지* 제7권 제10호, pp.1370-1377, 2004.10
- [6] Wei Zhou "Scene Illuminant Estimation with Binocular Stereo Matching," A Thesis Submitted for the Degree of Doctor of Philosophy in Computer Science, University of Delaware, 2005.
- [7] Yong Seok Heo, Kyung Mu Lee, Sang Uk Lee, "Robust Stereo Matching Using Adaptive Normalized Cross Correlation," *IEEE Trans. on PAMI*, 20 Jul. 2010, IEEE computer Society Digital Library, IEEE Computer Society.
- [8] 배경훈, 박계성, 이동식, 김은수, "효과적인 3차원 디스플레이를 위한 다시점 영상왜곡 보정처리 시스템 구현," pp.36-45, 06-1 Vol.31, No.1C, *한국통신학회논문지*, 2006.
- [9] Muhammad Moazzam Aziz, "Colour Stereo Matching with Automated Camera Gain Adjustment in Different Lighting Conditions," A Thesis Submitted for the Degree of Erasmus Mundus MSc in Vision and Robotics(VIBOT), LITIS Lab, ISNA de Rouen, France, 2009.
- [10] 김정엽, 김상현, 소길자, "색온도 변환을 이용한 3D 입체영상의 보정," pp.664-667, 제34회 한국정보처리학회 추계학술대회 논문집, 서울, 2010.
- [11] <http://vision.middlebury.edu/stereo/data/scenes2006>.



### 김 정 엽

e-mail : neocopy@ysu.ac.kr

1990년 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1992년 경북대학교 전자공학과(공학석사)  
 2001년 경북대학교 전자공학과(공학박사)  
 1994년~2000년 삼성종합기술원 전문연구원  
 2001년~현 재 영산대학교 게임·콘텐츠  
 학과 부교수

관심분야: 칼라영상처리, 프린팅, 컴퓨터비전 등



### 김 상 현

e-mail : ksh50@ysu.ac.kr

1991년 경북대학교 전자공학과(학사)  
 1993년 경북대학교 전자공학과(공학석사)  
 1998년 경북대학교 전자공학과(공학박사)  
 1998년~2001년 (주)메디슨 선임연구원  
 2001년~현 재 영산대학교 게임·콘텐츠  
 학과 부교수

관심분야: 영상처리, 영상압축, 컴퓨터비전 등