

색온도 변환을 이용한 3D 입체영상의 보정

김정엽, 김상현, 소길자
영산대학교 게임콘텐츠학과
e-mail:neocopy@ysu.ac.kr

A Correction for 3D Stereoscopic Images using Color Temperature Conversion

Jeong-Yeop Kim, Sang-Hyun Kim, Gil-Ja So
Dept of Game Contents, Youngsusan University

요 약

3D 입체영상의 후반작업에서 색보정은 전체의 화질에 영향을 미치는 중요한 과정이다. 기존의 색보정 방법들은 좌, 우영상 중에서 히스토그램을 바탕으로하여 어느 한쪽을 기준으로 일치성을 강화하는 처리를 한다. 히스토그램을 기반으로 색보정을 하는 경우, 충분한 색온도 변환이 이루어 지지 않는 단점이 있으며, 본 논문에서는 히스토그램을 사용하지 않고 색온도 변환을 중심으로 색보정하는 방법을 제안한다.

1. 서론

최근 3D 입체 영상에 대한 관심이 높아지면서, 입체영상에 대한 처리방법들이 많이 연구되어지고 있다. 전통적인 컴퓨터비전의 영역에서 사용되던 스테레오 관련 영상 처리 기법들이 많이 제안되어 있으나, 주로 양안시차에 근거한 거리의 추정에 초점이 맞추어져 있다. 정확한 거리의 추정을 위해서는, 좌우 영상의 일관성(consistency)이 보장되어야 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 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. 색상의 일치를 위해서는 전문적인 색상의 보정을 위한 알고리즘의 적용보다는 구현의 용이성을 고려하여 RGB 각 채널별로 구

해진 평균값을 활용하여 영상 전체에 대한 스케일을 적용하는 형태로 일관성의 보장을 추구한다. 본 논문에서는 이와 같은 간단한 색보정 방법을 탈피하여 선택적인 평균을 활용하는 인지조명 형태의 색온도 추정[4]과, 원하는 색온도로의 변환 알고리즘[5]을 이용하는 스테레오 영상에서의 색보정 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 입력된 입체 좌우 영상에 대한 색차와, 밝기성분을 기준으로 하는 색보정 방법[2] 및 제안한 방법에 의한 색보정의 색차를 비교하여 성능을 분석하였다.

2. 기존의 색보정 알고리즘

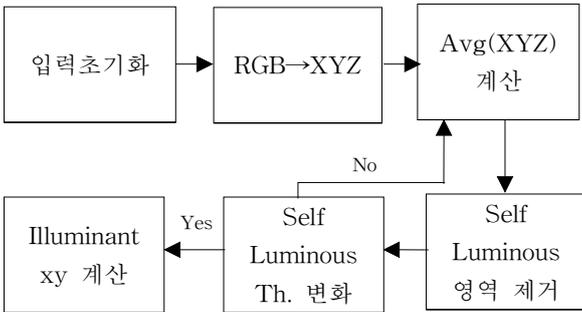
Wei Zhou[6] 등은 스테레오 매칭을 하는 과정에서 영상 획득시의 조명성분을 검출하는 방법을 제안하였다. 입체영상에서 3D 기하학적인 정보를 활용하면 전반사영역(specular region)의 검출이 더욱 정확해지고, 조명성분의 추출이 가능하다. Yong Seok Heo[7] 등은 스테레오 매칭에서 좌우 영상의 밝기, 색상 불 균일, 잡음 등의 영향을 배제하는 강인한 알고리즘을 제안하였다. 색상의 경우, 로그 스케일을 활용한 정규화 방법으로 색상의 편차를 최소화하여 정합 성능을 향상시켰다. 배경훈[1][8]등은 스테레오 영상에 대한 색보정을 위하여 좌우 두 영상의 대응관계와 RGB 각 채널별로 일차함수 변환을 통한 방법을 제안하였다. Muhammad[9]는 스테레오 정합에서 얻어지는 좌우 영상의 대응점과 동일지점의 색상 집합을 이용한 색보정을 제안하였다. 안정적인 색일치 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 보정하는 방법을 제안하였다. 본 논문에서는 김태희[2] 등의 알고리즘과 성능을 비교하였다.

3. 제안하는 색보정 알고리즘

3.1 양안 영상으로부터 색온도 추출방법

입체영상으로부터 색온도를 추출하기 위해서는 그림1과 같은 처리 과정을 좌우 영상에 각각 적용한다[4].



(그림 1) 좌우 입체영상과 색온도 추출방법

입력 초기화 및 색변환은 다음 식(1),(2)와 같다.

$$\begin{aligned} R_{L_{ij}} &= R_{ij}^{1/\gamma}, \\ G_{L_{ij}} &= G_{ij}^{1/\gamma}, \\ B_{L_{ij}} &= B_{ij}^{1/\gamma}, \end{aligned} \quad (1)$$

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

평균값의 계산은 식(3)과 같다.

$$\begin{aligned} X_A &= \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W X_{ij}, \\ Y_A &= \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W Y_{ij}, \\ Z_A &= \frac{1}{H \times W} \sum_{i=1}^H \sum_{j=1}^W Z_{ij}, \end{aligned} \quad (3)$$

자체발광영역(self luminous region)에 관한 계산은 식(4),(5)와 같으며, 계산된 문턱치를 이용하여 관심영역을 제거한다.

$$\begin{aligned} X_{IL} &= f \times X_A, \\ Y_{IL} &= f \times Y_A, \\ Z_{IL} &= f \times Z_A, \end{aligned} \quad (4)$$

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

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

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

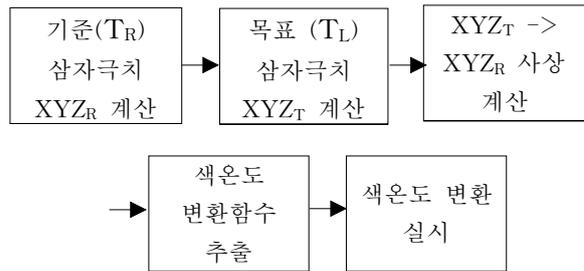
최종적으로 계산되는 조명의 색온도는 식(6)과 같다.

$$\begin{aligned} I_x &= \frac{X_{IL}}{X_{IL} + Y_{IL} + Z_{IL}}, \\ I_y &= \frac{Y_{IL}}{X_{IL} + Y_{IL} + Z_{IL}}, \end{aligned} \quad (6)$$

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

3.2 색온도 변환에 기초한 색보정 방법

앞 절에서 구해진 색온도를 기준으로 하여 색온도 변환 알고리즘[5]을 적용하였다. 색온도 변환 알고리즘은 그림 2에 나타내었다.



(그림 2) 좌우 영상에 대한 색온도 보정방법

4. 실험 및 고찰

4.1 성능평가 기준

본 논문에서는 좌영상을 기준으로 하고, 우영상을 색온도 보정한 변환영상에 대하여 색차(CIE ΔE)를 계산하여 성능을 평가한다. 두 장의 영상에 대하여 전체 색차를 계산한 다음 화소수로 나누어 화소당 평균 ΔE가 작게 나타나면 색보정이 잘 된 것으로 평가한다.

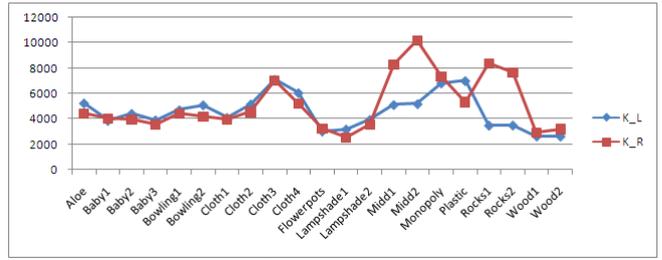
4.2 색보정에 따른 색차의 비교

실험은 Middlebury 대학[10]에서 제공하는 스테레오 영상의 집합을 이용하였으며, 실험결과는 표 1과 2에 나타내었다. 표 1은 영상집합 중 조명1에 해당하는 좌우영상을 기준으로 하였고, 표 2는 조명1의 좌영상과 조명3의 우영상을 기준으로 하였다. 표1의 (dE)는 화소당 ΔE 오차값을 의미하고, Default는 처리전의 영상에 대한 오차, CC는 김태희[2]등의 밝기값의 평균을 이용한 스케일 적용을 처리한 경우의 오차, PC는 제안한 색보정 처리후의 오차를 의

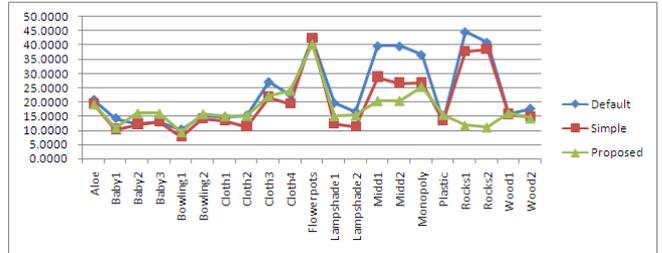
미한다. 대부분의 경우, 오차 값의 범위가 큰 차이를 보이지 않는 경향을 보이며, 처리전의 기본적인 좌우영상에 대한 보정이 비교적 잘 이루어져 있기 때문이다. 그림 3,4의 범례에서 K_L은 좌영상, K_R은 우영상을 의미하고, default:처리전, simple:CC, proposed:PC를 의미한다. 표2의 경우는 제안한 방법의 색오차가 비교적 적게 나타남을 볼 수 있다.

(표 1) 색온도 보정결과 : 조명1 그룹

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



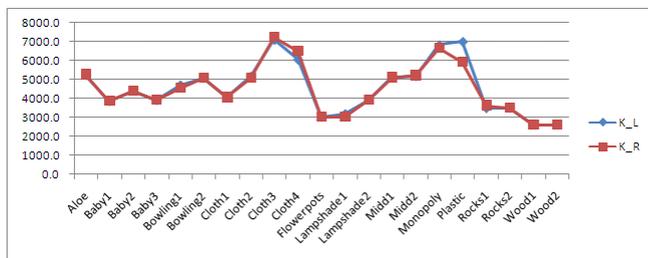
(그림 5) 조명1+조명3 그룹: 추정 색온도 비교



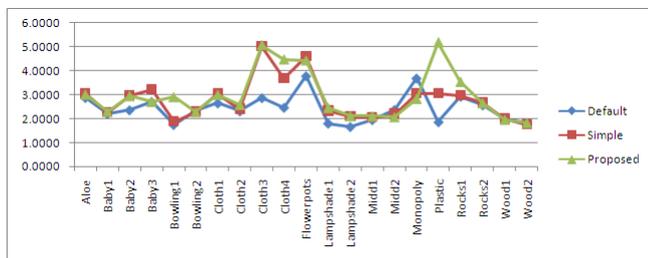
(그림 6) 조명1+조명3 그룹: 추정 색오차 비교

(표 2) 색온도 보정결과 : 조명1+조명3 그룹

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



(그림 3) 조명1 그룹: 추정 색온도 비교



(그림 4) 조명1 그룹: 추정 색오차 비교

실험결과 중에서 알로에 영상에 대한 결과를 그림7과 8에 나타낸다. 그림8의 경우, 좌영상은 색온도가 5232K, 우영상은 4426K로 추정되었다. 좌영상에 녹색성분이 매우 강하게 포함되어 있어서 색보정 결과 (d)의 제안한 색보정 처리를 한 경우가 더욱 자연스러워 보인다.



(a) Left image (b) Right image (c) CC (d) Proposed
(그림 7) 조명1 그룹: 색보정 결과



(a) Left image (b) Right image (c) CC (d) Proposed
(그림 8) 조명1+조명3 그룹: 색보정 결과

5. 결론

본 논문에서는 스테레오 영상에 대한 색보정을 위하여 히스토그램을 사용하지 않는 방법을 제안하였다. 제안한 색온도를 이용하는 방법으로 색오차가 감소하는 것을 알 수 있었다. 입력영상에서 기본적으로 녹색성분이 많이 포함되어 있는 문제가 있었으며, 추후, 색 일치의 관점에서 별도의 정교한 맵핑도 처리가 가능하다.

ACKNOWLEDGMENTS

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

참고문헌

- [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, 박재성, 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] <http://vision.middlebury.edu/stereo/data/scenes2006>