

논문 2012-49SP-1-11

Anaglyph 영상의 망막경합 최소화를 위한 밝기 보상

(Lightness Compensation for Anaglyph Images to Reduce Retinal Rivalry)

장우현*, 이태형**, 김대철**, 이철희***, 하영호****

(Woo-Heon Jang, Tae-Hyoung Lee, Dae-Chul Kim, Cheol-Hee Lee, and Yeong-Ho Ha)

요약

3차원 영상(3D image)이란 영상 매체를 통해서 현실세계와 동일하게 인식하는 방법으로 인간의 시각 특성을 이용하여 실제로 자연에서 보고 느끼는 현실감, 깊이감을 그대로 표현해 내는 기술을 이야기 한다. 이러한 3D 영상을 디스플레이와 프린트 매체 모두에 사용되기 위해 적용되는 영상처리 기법이 anaglyph를 이용한 3D 영상 처리이다. Anaglyph는 주로 적-청 안경을 사용해서 한쪽에는 적색영상을 인지하고, 한쪽에는 청색영상을 인지하도록 하며, 이 때 적색과 청색 영상의 깊이감을 조절하여 영상이 3D로 인식 되도록 하는 기술이다. Anaglyph기법은 간단하게 영상을 생성할 수 있고, 또한 필터의 구현이 쉬운 반면, 좌·우 영상의 밝기차이로 발생하는 망막 경합 현상을 야기하여 사람이 3D를 인지하는 동안 눈에 피로감을 가중 시킨다. 따라서 본 연구에서는 두 영상의 밝기차이를 줄여 망막 경합을 최소화 하는 영상처리 방법을 제안한다. 또한 밝기 차를 줄이면서 나타나는 색 왜곡 현상과 채도 저하 현상을 보상하여 결과 영상의 화질을 향상시킨다. 밝기를 보상하는 방법은 원본 영상의 밝기와 좌·우 영상의 밝기의 평균을 취하여 밝기 비율을 유지하면서 두 영상의 밝기 차이가 줄어진다. 그 결과, 밝기 차에서 나타나는 망막경합을 최소화 하면서, 또한 필터의 사용으로 인해 나타나는 밝기 저하 현상을 보상한다. 밝기의 향상으로 인해 나타나는 채도 저하 현상은 디스플레이의 색역의 가장자리(boundary)의 변화에 비례하여 채도를 향상시킴으로써 밝기에 비례한 채도 향상이 이루어져 보다 원본에 가까운 색을 관찰할 수 있다. 또한 밝기 보상과정에서 좌·우 영상의 색이 섞이는 현상에 대해 필요한 요소 외에는 절단(Clipping) 방법을 적용하여, 각 영상에 필요한 요소만을 취함으로써 더욱 원본에 가까운 영상을 재현한다.

Abstract

According to development of technology for media, observers try to watch the realities from images, as follows, 3D imaging has been extremely developed. 3D image gives depth in the image, observers feel in nature. Different image perception from left and right eyes make the 3D image. Anaglyph which is one of the ways to make an image of three dimensions is for obtaining an image of three dimensions by using color filter glasses. Anaglyph has a little amount of calculation and is easy to make, and it has a good point that anaglyph can be used in more wide field because it can create an image of three dimensions to the output of print like printed matter. However, the phenomenon of retinal rivalry can cause a feeling of fatigue because a difference of brightness of the left image and the right image happen. The way to reduce this problem is made by cutting down a difference of brightness. In the result, retinal rivalry can be reduced. We reduced a difference of the brightness of the left and the right image by utilizing the brightness and average of the original image to reduce retinal rivalry and we made better colors of anaglyph by using the way that we keep the hue caused by a change of brightness and supplement saturation about color distortion which is created at that time.

Keywords: Anaglyph, retinal rivalry, 3D imaging, luminance compensation, glasses

* 정회원, ** 학생회원, **** 평생회원, 경북대학교 IT 대학 전자공학부
(School of Electronics Engineering, Kyungpook National University)

*** 정회원, 안동대학교 컴퓨터 공학과
(Computer Engineering, Andong National University)

※ 본 연구는 2011년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임
(No. 2011-0000152)

접수일자: 2011년8월12일, 수정완료일: 2011년12월12일

I. 서 론

최근 디스플레이의 기술이 발전함에 따라 시청자들은 보다 더 나은 영상을 추구함으로써 3차원 영상처리 기술은 비약적으로 발전을 이루고 있다. 3차원 영상처리는 인간의 시각 특성을 이용하여 실제로 자연에서 보고 느끼는 현실감, 깊이감을 그대로 표현해 내는 기술을 말한다. 인간의 좌 안과 우 눈에 맺히는 상의 차이(시차)로 인하여 관찰자에게 입체감을 제공하는 영상을 의미한다.

요즘 가장 많이 연구되고 이용되고 있는 3차원 방식은 크게 안경 방식과 무안경 방식으로 나누어진다^[1]. 무안경 방식은 특수한 안경을 착용하지 않고 입체영상을 보는 방식으로써 대표적으로 패럴랙스 베리어(parallax barrier) 방식과 렌티큘러(lenticular lens) 방식, 그리고 홀로그래픽(holographic) 방식이 있다^[2-3]. 안경 방식은 크게 편광 안경 방식(polarized glasses), 셔터 안경 방식(shutter glasses), 적청 안경 방식(anaglyph)이 있다^[1]. 편광 안경 방식은 서로 다른 방향을 가지는 편광 필터를 사용하여 양 눈에 다른 영상이 보이도록 하여 3차원 영상으로 구현하는 방식으로써 디스플레이에 좌 편광과 같은 방향의 편광성분만 통과하는 좌 영상을 투영하고, 우 영상에는 안경의 우 편광과 같은 방향의 편광성분만을 통과하여 각 각 대응하는 눈에서 만 영상을 볼 수 있도록 하는 방식이다. 색 재현성이 좋고 높은 해상도와 풀 컬러 동영상의 표시가 가능하지만 관찰자로 하여금 안경을 써야 하는 부담을 가져다주고 편광필터로 인한 영상의 휘도가 감소고, 편광 간섭이 없는 특수 스크린을 필요하다. 셔터 안경 방식은 좌, 우 영상을 번갈아 가면서 투영되는 모니터와 안경간의 동기화를 맞추어 3차원 영상으로 구현하는 방식으로써 좌 영상이 투영될 때는 좌측 안경의 셔터만 개방되고, 반대로 우 영상이 투영될 때는 우측 안경의 셔터만 개방되어 입체감을 느끼게 하는 방식이다^[4]. 화질이 우수한 반면, 디스플레이와 안경의 동기가 맞지 않으면 혼선이 발생하여 어지러움을 유발하는 단점이 있다. Anaglyph는 색차를 이용한 방식으로써, 좌 영상은 원본의 좌 영상에서 적색 성분으로만 구성이 되어 있고 우 영상은 원본 우 영상에서 청색 성분만으로 구성된 영상이 중첩된다. 그리고 적색인 왼쪽 렌즈와 청색인 오른쪽 렌즈로 구성된 안경을 착용하여 관찰함으로써 3차원 영상을 획득하는 방법이다. 적청 안경 방식은 계산량이 적고 구현이

비교적 간편하며 주로 인쇄물과 같이 프린트 출력물에 3차원 영상을 구현할 수 있어 넓은 분야에 사용 가능하다^[5]. 하지만 심광 효과와 같은 망막 경합(retinal rivalry)과 혼선(crosstalk)이 발생하여 눈의 피로도를 증가시킨다^[6].

망막 경합은 좌, 우의 눈이 각각 다른 두 영상을 볼 때 두 영상의 밝기 차이에 의해 두 눈에서 발생하는 심광 현상으로 시각적 피로도를 제공한다. Anaglyph의 영상으로 만드는 과정에서 좌, 우 영상으로 변환할 때 적색과 청색으로 나타낼 때, 적색은 R 값을 주로 쓰고 청색은 G와 B값을 주로 사용함으로써 밝기 차이가 많이 발생하게 된다. 망막 경합을 줄이기 위해 밝기 차이를 최소화 하지만, 우 영상에 추가적으로 색이 추가됨으로써 색의 왜곡이 발생하게 된다.

기존의 Thor Olson이 제안한 방법은 필터 특성을 고려한 좌, 우 영상의 밝기를 동일하게 맞춘 후 구현된 anaglyph와 일반적으로 구현한 anaglyph와의 least square 방법을 이용하여 망막경합과 색 왜곡을 줄이는 방법을 제안하였다^[6]. 결과영상에서 망막경합을 최소화 했지만 이에 따른 색 왜곡의 보상에 대해서는 만족할 만한 결과를 제시하지 못했다.

따라서 본 논문에서는 좌, 우 영상의 밝기를 원 영상과의 밝기와 평균을 이용하여 좌, 우 영상간의 밝기차이를 줄이면서 망막 경합을 최소화 한다. 또한 색상을 유지하면서 채도를 보상하는 방법을 제시하여, 밝기 변화에 따른 색 왜곡을 최소화 하고, clipping을 적용하여 좌·우 영상에 필요한 요소만을 취하여 원본에 가까운 결과 영상을 재현 한다.

II. Anaglyph 모델

1. Anaglyph 영상 재현

Anaglyph에서 좌 영상은 원본의 red채널로 구성하고 우 영상은 원본의 cyan채널로 구성하여 이를 중첩한다. 이를 구현하기 위해 먼저 모니터의 장치특성화와 안경 필터를 고려한 장치특성화를 고려해야 한다.

모니터 장치 특성화는 디스플레이 입력 영상의 RGB 값에서와 장치 독립적인 값인 CIEXYZ값과의 관계를 모델링하여 장치의 색을 정확하게 낼 수 있는 방법으로, 본 연구에서는 GOG(gain-offset-gamma) 모델을 통해 장치 특성화를 수행한다^[7]. GOG모델은 측정 기반의 장치 특성화로 먼저 모니터에 각 프라이어리의 단계

와 밝기 단계의 패치를 분광분포 측정기로 측정하고, 측정된 데이터로 RGB to XYZ 변환 매트릭스와 GOG 모델을 구한다. 이 때, anaglyph 안경의 필터를 측정기 앞에 장착하고, 모니터의 패치를 측정함으로써 anaglyph를 사용한 경우의 GOG 모델을 획득한다.

다음 수식은 특성화 과정을 통해 획득된 변환 매트릭스 M 과 디스플레이 입력 휘도 성분에 대한 CIEXYZ 값을 나타낸다^[6].

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = M \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서, X, Y, Z 는 삼자극치를 나타내고, R, G, B 는 디지털 영상의 휘도 성분을 나타낸다. M 은 R, G, B 에서 X, Y, Z 로 변환하는 변환 매트릭스이다. 본 연구를 위해 삼성 B2240 LCD 모니터를 이용하였으며, 그에 따른 변환 매트릭스는 다음과 같다.

$$M = \begin{bmatrix} 84.191 & 48.1615 & 27.7415 \\ 43.666 & 103.436 & 15.0363 \\ 1.2397 & 16.9177 & 152.218 \end{bmatrix} \quad (2)$$

Anaglyph방식은 좌, 우 원본 영상에 각각 다른 필터의 특성을 고려한 영상으로 나타내야 하므로 (1)의 식을 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\begin{bmatrix} X_L \\ Y_L \\ Z_L \end{bmatrix} = M_L \times \begin{bmatrix} R_L \\ G_L \\ B_L \end{bmatrix} \quad (3)$$

$$\begin{bmatrix} X_R \\ Y_R \\ Z_R \end{bmatrix} = M_R \times \begin{bmatrix} R_R \\ G_R \\ B_R \end{bmatrix} \quad (4)$$

여기서, M_L 과 M_R 은 안경 필터성분의 특성을 고려하여 나타낸 좌·우 anaglyph 매트릭스이다. 따라서 anaglyph영상을 구현하기 위해서는 먼저 GOG모델 과정을 통해, 입력 영상의 각 픽셀 값에 대한 휘도 값(RGB)를 계산한다^[7]. 그리고 수식 (3)과 (4)의 좌·우 매트릭스를 사용하여 영상을 분할함으로써 $X_L Y_L Z_L$ 과 $X_R Y_R Z_R$ 를 계산한다. 마지막으로 GOG 역모델을 적용하여 각 영상에 대한 디스플레이 RGB 값을 추정할 수 있으며, 최종 anaglyph 영상은 좌·우 영상을 분할함으로써 나타낼 수 있다^[7].

그림 1은 위의 과정에서 좌 영상과 우 영상을 분리하여 나타낸 영상과 좌·우 영상을 합친 결과 영상이다.

좌 영상을 red색 영상으로, 우 영상을 cyan색 영상이라고 가정할 때, 좌영상은 주로 디스플레이의 R채널 프라이머리로 구성되고, 우영상은 G와 B채널 프라이머리로 구성된다.

2. 망막 경합(retinal revalty)

그림 2는 CIELab 색 공간에서 나타냈을 때, 그림 1의 좌·우 영상을 나타낸 것이다^[8]. 여기서 CIELab 색 공간은 인지하는 색차가 균등하게 나타나는 색 공간으로 인간 시각에 선형적인 색공간이다.

색 공간에서 두 영상의 밝기차이가 큰 것을 알 수 있는데, 이는 좌 영상의 경우 R 채널로만 이루어지고, 우 영상의 경우 cyan을 표현하기 위해 G와 B 채널로 이루어지기 때문이다. 이러한 밝기 차이는 인간 시각이 두 영상을 동시에 보는 경우 좌·우 영상의 다른 밝기를 인지해야 함에 따라 영상이 번쩍 거리는 효과가 나타난다. 이와 같은 망막 경합은 anaglyph영상을 볼 때 눈의 피로를 증가 시키는 가장 큰 원인이 된다.

3. Least square 방법을 이용한 망막 경합 최소화

Thor Olson는 기존의 밝기차이가 나타나는 문제점을 최소화하기 위하여 Least square방법을 사용하였다. 그가 사용한 방법은 좌·우 영상의 밝기를 동일하게 하는

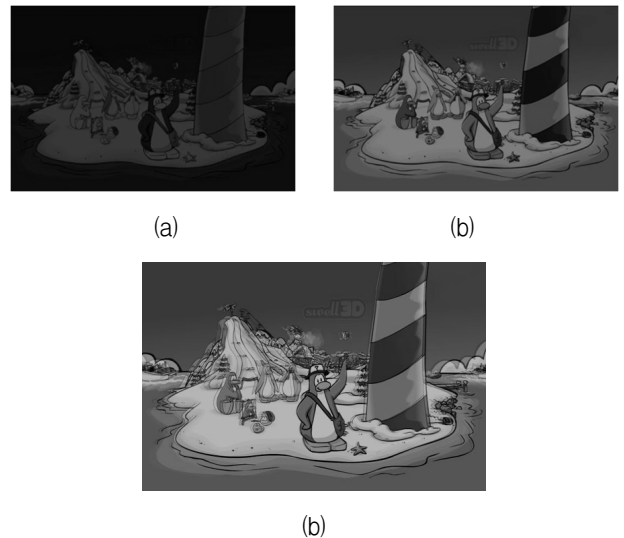


그림 1. 디스플레이와 anaglyph 안경 특성을 고려한 좌·우 영상 및 결과 영상의 재현. (a)좌 영상, (b)우영상, (c)결과 영상

Fig. 1. Left and right anaglyph images on a displays for test. (a) left image, (b) right image, and (c) resulting image.

방법을 사용하였다. 다음은 수식 (3)의 좌·우 변환 매트릭스를 나타낸다.

$$M_L = \begin{bmatrix} X_{LR} & X_{LG} & X_{LB} \\ Y_{LR} & Y_{LG} & Y_{LB} \\ Z_{LR} & Z_{LG} & Z_{LB} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$M_R = \begin{bmatrix} X_{RR} & X_{RG} & X_{RB} \\ Y_{RR} & Y_{RG} & Y_{RB} \\ Z_{RR} & Z_{RG} & Z_{RB} \end{bmatrix} \quad (6)$$

제안된 방법은 변환 매트릭스의 밝기 값인 Y값을 강제적으로 동일하게 하는 방법으로 위의 수식에서 좌·우 축 변환 매트릭스의 밝기 값을 다음과 같이 동일하게 하였다.

$$\begin{aligned} Y_{LR} &= Y_{RR} \\ Y_{LG} &= Y_{RG} \\ Y_{LB} &= Y_{RB} \end{aligned} \quad (7)$$

그러나 이렇게 밝기 값을 동일하게 적용할 경우, Y값이 추가됨에 따라 영상이 가지는 색의 변형이 발생하게 된다. 따라서, Thor Olson은 추가적으로 색을 보정하기 위하여 밝기를 동일하게 한 경우와 동일하지 않게 한 경우의 차이를 최소화 하도록 least square 방법을 적용하였으며 이는 다음의 수식에 나타난다.

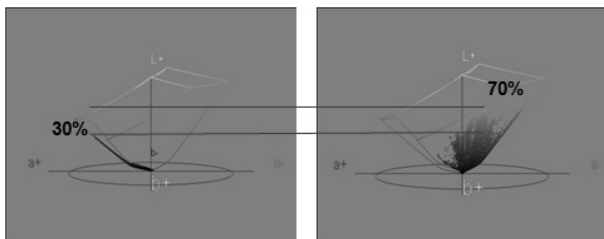


그림 2. CIE Lab 공간에서 각 좌·우 영상의 색 분포
Fig. 2. Color distribution in CIE Lab color space for each left and right anaglyph image.



그림 3. Thor Olson에 제안된 결과 영상
Fig. 3. Resulting image from Thor Olson.

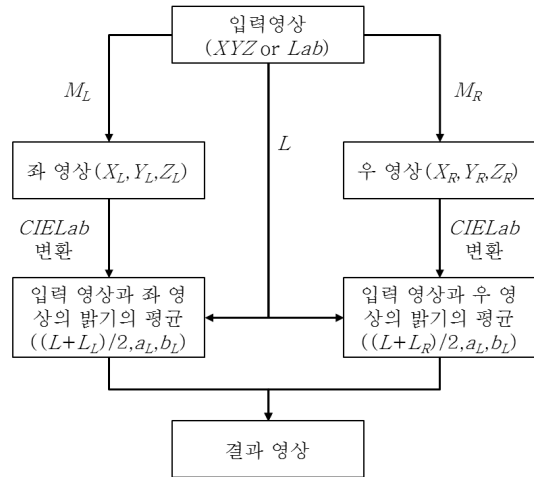


그림 4. 밝기 보정을 위한 흐름도
Fig. 4. Flow for lightness compensation.

$$f = \sqrt{V^2 - U^2} \quad (8)$$

여기서, V는 영상의 밝기를 동일하게 한 영상이고, U는 밝기를 적용하기 전의 영상이다. 제안된 방법의 결과 영상은 그림 3에 나타난다.

이 결과 영상은 좌, 우 영상의 밝기를 동일하게 맞추었기 때문에 상대적으로 영상의 밝기가 낮은 좌 영상의 밝기가 증가 되었고, 그에 따라 좌 영상에 red값이 많이 추가 되어 anaglyph로 구현한 영상은 전체적으로 붉은 영상이 되어 원본의 색과 차이가 크게 발생한다.

III. 제안된 anaglyph 영상 재현

본 논문은 anaglyph를 구현함에 있어서 관찰 시 눈의 피로감과 안경 필터 특성으로 인한 휘도 감소를 보상하고 밝기 조절에 따른 색 왜곡현상을 보정하였다.

제안된 방법은 밝기를 보상하는 부분과 색을 보상하는 부분으로 나뉜다. 밝기 향상에 대한 순서도는 그림 4와 같다. 먼저 입력 영상에서 좌·우 anaglyph 영상이 생성된다. 그리고 각 영상을 CIE Lab 값으로 변환 후 입력 영상의 밝기 값과 각 영상의 밝기의 평균을 계산한다. 이로써 좌·우 영상 밝기의 비율을 유지하는 동시에, 밝기 값이 향상되어 좌·우 영상의 밝기를 동일하게 하는 것 보다 색이 적게 왜곡 되면서 밝기 차이를 줄일 수 있다. 또한 L값으로만 밝기를 보상함으로써 ab값은 유지가 되고, 따라서 색도를 유지할 수 있다.

그러나 이 과정의 결과 영상에서 실제 채도 값은 유지가 되지만, 사용자에게 채도가 저하되는 현상을 나타

낸다. 따라서 밝기 보상 후 채도를 보상하여 줌으로써 본 연구의 결과 영상을 재현한다.

1. 밝기 보상을 통한 망막 경합의 최소화

본 연구는 CIELab 색 공간에서 밝기 값에 대한 보상을 수행한다. 밝기 보상은 입력 영상의 밝기(L)와 각 anaglyph영상의 밝기 값(L_L,L_R)의 평균으로 이루어진다. 그 이유는 영상의 비율을 유지하면서 밝기 차를 줄일 수 있기 때문이다. 동일한 비율이 적용되면, 같은 비율로 색이 추가됨에 따라 색 왜곡 현상이 줄어든다. 또한 좌·우 영상의 밝기가 동시에 증가하여 휘도 감소에 대한 보상이 이루어진다. 이는 밝기를 크게 보상할 경우 영상의 선명도가 떨어져 입체감이 저하되는 현상을 막을 수 있고, 원본 영상의 밝기를 유지할 경우 영상이 어둡게 보이는 현상으로 인해 입체감이 저하되는 현상을 최소화 하였다.

입력 영상을 sRGB영상이라 가정하면, 입력영상에서 부터 CIELab 값을 구하는 과정은 다음과 같다.

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (9)$$

$$L^* = \begin{cases} 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{1/3} - 16 & \text{if } \frac{Y}{Y_n} > 0.008856 \\ 903.3 \left(\frac{Y}{Y_n} \right) & \text{if } \frac{Y}{Y_n} \leq 0.008856 \end{cases}$$

$$a^* = 500 \left(f \left(\frac{X}{X_n} \right) - f \left(\frac{Y}{Y_n} \right) \right) \quad (10)$$

$$b^* = 200 \left(f \left(\frac{Y}{Y_n} \right) - f \left(\frac{Z}{Z_n} \right) \right)$$

여기서, f(S)는 다음과 같이 주어진다.

$$f(S) = \begin{cases} S^{1/3} & \text{if } S > 0.008856 \\ 7.787S + \frac{16}{116} & \text{else} \end{cases} \quad (11)$$

이와 같은 과정으로 입력 영상의 밝기인 L값이 결정 된다.

또한 각 anaglyph영상의 좌·우 영상에 대한 밝기 값은 수식 (3)과 (4)를 통해 계산된 각각의 XYZ 값을 수식 (10)과 (11)을 통해 L_L과 L_R로 정의 하였다. 정의된 각각의 밝기 값을 사용한 보상은 다음과 같이 이루어진다.

$$\begin{aligned} L'_L(x,y) &= \frac{L(x,y) + L_L(x,y)}{2} \\ L'_R(x,y) &= \frac{L(x,y) + L_R(x,y)}{2} \end{aligned} \quad (12)$$

마지막으로 각 좌·우의 영상을 CIEXYZ 값으로 변환 후 GOG모델을 사용하여 디스플레이에 나타낸다. 이러한 모든 과정을 픽셀단위로 수행된다.

그림 5는 CIELab 색 공간에서 밝기가 보정되는 과정을 나타낸다. 각 영상의 평균 밝기를 사용함으로써 비례적으로 밝기가 증가하면서, 밝기차가 줄어드는 것을 확인 할 수 있다.

그림 6은 밝기 보상을 통한 결과 각 좌·우의 결과 영상을 나타낸다. (a)는 좌 영상의 결과 영상과 그에 따른 색역을 나타내며, (b)는 우 영상의 결과 영상과 그에 따른 색역을 나타낸다. 그림에서 두 영상 모두 밝기 값이 향상되었음을 알 수 있다. 이 때, 색역을 벗어나는

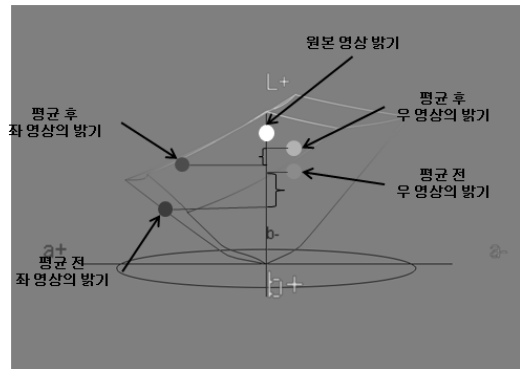


그림 5. CIELab 색 공간에서 밝기의 보상
Fig. 5. Lightness compensation in CIELab color space.

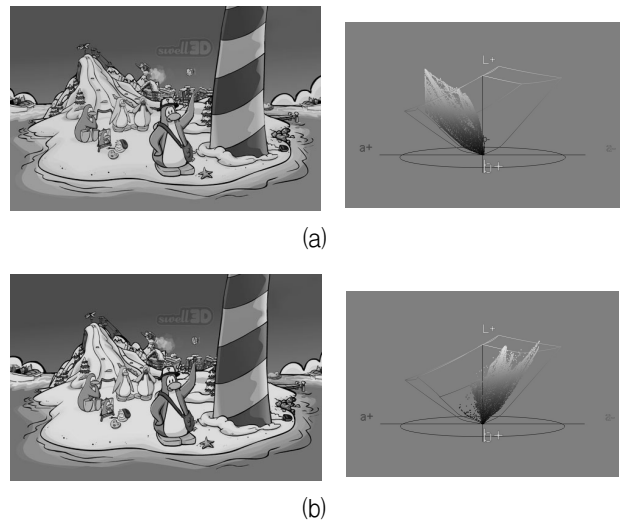


그림 6. 밝기 보상을 통한 결과 영상
Fig. 6. Resulting image from lightness compensation.

부분은 HPMIND(hue preserving minimum difference) 색역 사상을 통해 디스플레이 색역 안으로 값을 수정하여 결과 영상을 재현하였다^[9].

2. 밝기 조절에 따른 선형적인 채도 보상 방법

밝기 보상 방법은 망막경합을 줄이는 역할을 수행하였다. 이는 밝기 값만을 보정하여 색도와 채도에 대해서는 값을 유지하였다. 그러나 인간 시각은 밝기가 추가되면 인지되는 채도가 낮아지는 색 현시(Color appearance) 현상을 가지고 있다^[8]. 따라서 관찰자는 이 결과 영상에 대해서 색상과 채도 값의 변화가 없음에도 불구하고 채도가 낮아진다고 인식을 한다.

따라서 본 연구에서는 이러한 현상을 최소화하기 위하여 밝기 증가에 따른 채도 보상을 적용한다. 이 과정은 그림 7에서 설명되며, 밝기가 증가 할 때 디스플레이가 가지는 색역의 가장자리(gamut boundary) 형태를 유지하는 방법이다^[9]. 즉, 밝기가 증가함에 따라 색역의 가장자리에 대한 채도의 값이 증가하며, 이 증가 비율을 현재의 채도 값에 적용하여 주는 방법으로 다음의 수식으로 채도 보상이 이루어진다.

$$C'_o(x,y) = \frac{C_{L_o, \max}(x,y)}{C_{L_i, \max}(x,y)} \times C_i(x,y)$$

그림 8은 채도가 보상 된 후 결과 영상을 나타낸다. 기존의 영상보다 밝기가 향상되면서 채도가 증가하였음을 알 수 있다.

3. 좌·우 독립적인 채널을 위한 clipping 기법

제안된 방법은 밝기와 채도를 보상하여 망막 경합을 최소화 하고, 인지되는 색을 향상하였다. 그러나 제안된

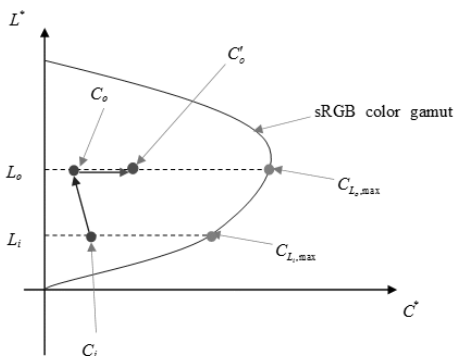


그림 7. 밝기 증가에 따른 채도 보상
Fig. 7. Chroma enhancement with lightness enhancement.



그림 8. 채도 보상 후 좌·우 결과 영상
Fig. 8. Resulting left and right images after chroma enhancement.



그림 9. Clipping 후 결과 영상
Fig. 9. Resulting images after clipping process.



그림 10. 테스트 영상
Fig. 10. Test images.

과정의 결과영상은 좌 영상의 경우 red 채널에 해당함에도 불구하고, G와 B값을 가지고 있으며, 우 영상 또한 cyan 채널임에도 불구하고 R 채널을 포함한다. 이는 anaglyph 안경을 쓰고 영상을 관찰 할 경우, 좌 영상의 G, B 값이 존재하는 부분과, 우영상의 R 값이 존재하는 부분에서 색 왜곡을 야기한다.

따라서 좌 영상의 경우 G와 B값을 0으로 clipping 하여 제거하고, 우 영상의 경우 R 값을 0으로 clipping 하여 제거함으로써 원치 않는 색 왜곡 현상을 줄일 수 있다. 이에 따른 최종 좌·우 결과 영상은 그림 9에 나타난다.

IV. 실험

실험은 EIZO 모니터를 사용하였다. 장치특성화를 하

기 위해 측색장치로는 Minolta CS-1000이 사용되었고, R,G,B를 각각 16단계씩 48장의 패치와 그레이(Grey) 패치 16장의 패치를 측정하여 적용하였다^[7].

그림 10은 테스트를 위해 사용된 입력 영상이다. 각각 펍킨, 야외1, 야외2 영상을 나타낸다.

결과 영상은 좌 영상으로 R채널을 사용하고, 우 영상으로 G와 B 채널을 사용하는 일반적인 anaglyph 방법과 Olson의 방법, 그리고 제안된 방법으로 구현되었다. 그 결과 영상은 그림 11과 12에 나타난다.

결과 영상에서 기존의 방법에 비해 제안된 방법이 원본의 색을 더 잘 표현하고 있다. 일반적인 방법을 통해서 구현된 anaglyph 영상은 안경으로 인한 영상의 휘도가 저하되고 눈의 극심한 피로감이 느껴진다. Olson의 방법은 눈의 피로도는 발생하지 않지만 원본에 비해 색 재현성이 저하되어 만족할만한 결과를 제공하지 못



(a)



(b)



(c)

그림 11. 결과 영상. (a) 일반적인 방법, (b) Olson이 방법, (c) 제안된 방법
Fig. 11. Test images. (a) conventional method, (b) Olson's method, (c) proposed method.



(a)



(b)



(c)

그림 12. 결과 영상. (a) 일반적인 방법, (b) Olson이 방법, (c) 제안된 방법
Fig. 12. Test images. (a) conventional method, (b) Olson's method, (c) proposed method.

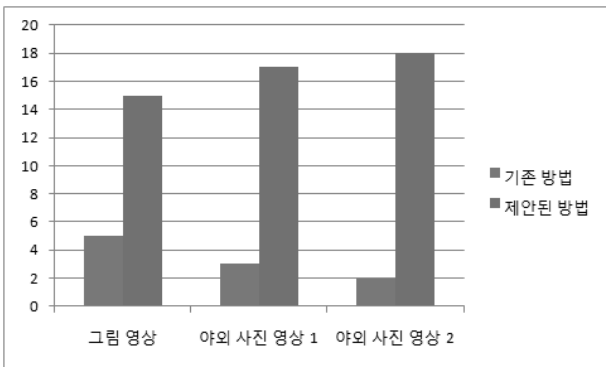


그림 13. 관찰자의 주관적 선호도 결과.
Fig. 13. Results of observer's preference test.

했다. 본 논문에서 제안한 방법은 동일한 밝기를 적용하지 않음에 따라 작은 망막 경합이 발생하지만 인간 시각에 큰 피로감을 제공하지 않는다. 또한 색 재현성의 면에서 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 향상되었음을 알 수 있다.

제안된 방법은 관찰자의 주관적 선호도 선택을 통해 평가가 수행되었으며 결과는 그림 13에 나타난다. 결과에서 제안된 방법의 영상이 기존의 방법에 비해 우수함을 나타낸다.

V. 결 론

본 논문에서 anaglyph 영상에서 망막경합 최소화에 따른 색 왜곡을 줄이는 방법을 제안하였다. 망막 경합과 색 왜곡을 절충하기 위해 적청 안경 필터 특성을 고려한 좌, 우 영상과 원본의 좌, 우 영상간의 밝기 성분을 평균을 이용하여 좌 영상과 우 영상의 밝기 차이를 줄였다. 또한, 색 왜곡을 줄이기 위해 밝기 증가에 따른 채도보상 방법을 이용하여 보다 자연스러운 영상의 색으로 표현하였다. 그리고 anaglyph로 구현하기 전 필터 특성을 고려한 좌, 우 영상에 원치 않은 색을 제거하기 위해 clipping 과정을 통하여 더 나은 결과를 나타내었다. 관찰자의 선호도 평가에서 제안된 방법이 우수함을 증명하였다.

참 고 문 헌

[1] J. H. Park, "3D 디스플레이 기술 소개 및 개발 동향", *Information Display*, vol. 10. no. 2., pp.2-14, 2009.
[2] S. H. Lee, "패럴랙스배리어와 렌티큘러 스크린을

이용한 3D 디스플레이", *Information Display*, vol 10. no. 3, pp. 15-23, 2009.
[3] R. Bousso, "The holographic principle", *Americal Physical Society*, vol 74. no. 3, pp. 825-874, 2002.
[4] Kunz, A.M., Spagno, and C.p., "Modified shutter glasses for projection and picture acquisition in virtual environments", *Virtual Reality 2001*, pp. 281-282, 2001.
[5] E. Dubois, "A projection method to generate anaglyph stereo images", *ICASSP Proceedings*, vol 3, pp 1661-1664, 2001.
[6] Thor Olson, "Optimizing Anaglyph Colors". *17th Color Imaging Conference*, pp. 42-48, 2009.
[7] Y. H. Cho, H. B. Im and Y. H. Ha, "Inverse Characterization Method of Alternate Gain-Offset-Gamma Model for Accurate Color Reproduction in Display Device." *Journal of Imaging Science and Technology*, vol. 50, no. 2., pp. 139-148, 2006.
[8] Marc Ebner, *Color Constancy*, IS&T, pp. 89-93.
[9] W. J. Kyung, T. H. Lee, I. S. Jang, C. H. Lee and Y. H. Ha, "Improved Color Reproduction by Hue Preservation in Integrated Multi-scale Retinex", *17th Color Imaging Conference*, pp 248-253, 2009.

— 저 자 소 개 —



장 우 현(정회원)
 2009년 대구카톨릭대학교
 전자공학과(공학사)
 2011년 경북대학교 대학원 전자전
 기컴퓨터학부(공학석사)
 <주관심분야 : 3D imaging,,
 Color appearance model, Image
 quality>

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

김 대 철(학생회원)
 대한전자공학회 논문지
 제 48권 SP편 제 1호 참조

이 철 희(정회원)
 대한전자공학회 논문지
 제 47권 SP편 제 4호 참조

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