

## 새로운 Automatic White Balance 알고리즘의 제안

Proposal of New Algorithm on Automatic White Balance

---

저자 (Authors)	강무성, 오태권, 한희일 Moo-Sung Kang, Tea-Gwon Oh, Hee-Il Hahn
출처 (Source)	<a href="#">대한전자공학회 학술대회</a> , 2006.11, 719-722(4 pages)
발행처 (Publisher)	<a href="#">대한전자공학회</a> The Institute of Electronics and Information Engineers
URL	<a href="http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06324434">http://www.dbpia.co.kr/journal/articleDetail?nodeId=NODE06324434</a>
APA Style	강무성, 오태권, 한희일 (2006). 새로운 Automatic White Balance 알고리즘의 제안. 대한전자공학회 학술대회, 719-722
이용정보 (Accessed)	한국외국어대학교 203.232.***.242 2019/05/25 23:41 (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.

# 새로운 Automatic White Balance 알고리즘의 제안

\*강무성, 오태권, 한희일

한국외국어대학교 컴퓨터 및 정보통신공학과 디지털 신호처리 연구실

e-mail : hgriver79@hotmail.com, ngr118@hotmail.com, hihahn@hufs.ac.kr

## Proposal of New Algorithm on Automatic White Balance

\*Moo-Sung Kang, Tea-Gwon Oh, Hee-Il Hahn

Dept. Computer and Communication Engineering,  
HanKook University of Foreign Studies

### Abstract

본 논문에서는 디지털 카메라의 화질을 높여주기 위한 ISP 칩의 다양한 기능에 속하는 automatic white balance(AWB) 알고리즘을 제안한다. AWB는 외부 조명의 색온도를 판별하여 R, G, B값을 보정해주는 알고리즘으로서 본 논문에서는 입력영상의 R, G, B 각 성분 대하여 히스토그램 평활화를 수행 한 후 YCbCr 공간으로 변환하고 실험을 통해 구한 임계값을 적용하여 기준흰색영역을 검출한다. 기준흰색영역에 속하는 R, G, B 각 성분의 gain을 구하여 입력 영상을 보정하는 white balance를 수행한다. 다양한 조명하의 영상에 대해 기존의 AWB 알고리즘들과 본 논문에서 제안한 알고리즘의 성능을 비교하고 분석한다.

### I. 서론

디지털 카메라나 휴대폰 카메라 등의 CCD/CMOS 이미지 센서에서 입력 받은 영상의 화질을 최상으로 유지하기 위해서는 렌즈와 센서에서 발생하는 왜곡을 보정해주는 영상처리 기능과 이미지의 선명도와 색상 보정을 위한 다양한 영상처리 기능 등이 필요하다. 본 논문에서는 이러한 기능중 하나인 automatic white balance(AWB)의 새로운 알고리즘을 제안한다. 이미지

센서는 외부 조명이 갖는 특성에 따라 색상의 왜곡이 발생할 수 있다. 특히 조명의 종류에 따라 원색보다 붉거나 푸르게 왜곡되는데 이런 현상은 빛의 온도에 따라 빛의 색이 변하기 때문에 발생한다. 이런 이유로 빛의 종류를 온도로 표시하고 그 값을 색온도로 나타낸다.

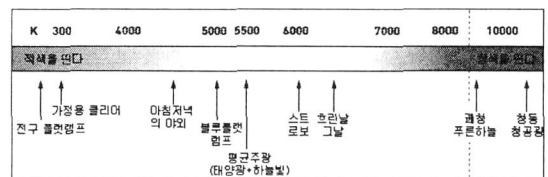


그림 1. 색온도표

조명에 따른 색온도표를 그림 1에 제시하였는데, 색온도가 낮으면 영상이 전체적으로 붉은색을 띠고, 반대로 색온도가 높으면 푸른색을 띤다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 자동으로 원색을 찾아 white balance를 수행하여 영상을 보정하는 과정을 AWB라 부른다. AWB를 수행하기 위해선 먼저 외부 조명의 색온도를 판별하고 색온도를 기준으로 R, G, B값을 보정해야 한다. 따라서 색온도를 정확하게 찾을 수 있는 기준 정보가 필요하고 그 기준정보를 구하는 여러 다양한 방법의 AWB 알고리즘들이 제안되어왔다.

초기의 AWB 알고리즘은 기준 정보를 입력 영상 전체 픽셀에 대하여 색상차 성분(R-Y, B-Y or Cb,

Cr)의 평균값을 계산하고, 이 값이 흰색에 해당하는 색상 성분으로 가까워질 수 있도록 gain을 통해 조절하여 영상의 white balance를 맞추게 된다. [1]

색상차 성분을 이용한 방법에서 더 적은 계산량으로 개선한 알고리즘이 Gray World assumption(GW)[2]이다. GW 알고리즘은 주어진 영상이 색상의 변화가 충분하다면 영상의 평균 R, 평균 G, 평균 B로 이루어진 색상이 회색이라는 가정 하에 gain을 얻는 방법이다. 이 두 알고리즘들의 경우 균일한 색상의 물체나 배경이 영상을 가득 채우는 경우나 색상의 변화가 충분하지 않는 경우 색상의 손실이 발생하는 한계를 드러내고 있다.

이런 문제점을 해결하기 위해 영상을 분할하여 gain을 얻는 알고리즘들이 제안되었다. 그 중 GW 알고리즘을 개선한 Standard Deviation Weighted Gray World(SDWGW) 알고리즘[3]은 R, G, B 각 성분의 표준편차가 크면 다양한 색상을 포함하고 있을 가능성이 높다는 점에 착안하여 GW 방법에 표준편차로 가중치를 주는 방법이다. 우선 영상을 n개의 블록으로 분할하고 R, G, B 각각에 대한 평균과 표준편차를 구하여 gain을 구하여 white balance를 수행한다.

또 다른 알고리즘으로 Fuzzy Rule(FR) 알고리즘[4]이 있다. FR 알고리즘은 균일한 색상의 물체가 화면을 차지하는 경우 발생하는 문제점을 해결하기 위해 fuzzy rule을 적용하여 가중치를 주는 방법이다. 영상을 8등분하여 평균  $C_b$ ,  $C_r$ 값을 계산하여 fuzzy rule을 통해 계산한 가중치를 곱한 다음 평균  $C_b$ ,  $C_r$ 값을 구하여 AWB를 수행한다. fuzzy rule은 특정색의  $C_b$ ,  $C_r$ 은 색상계에서 한 점으로 표시가 가능하고 특히 흰색의 경우  $C_r/C_b$ 의 비율이 -1.5~-0.5로 변한다는 점을 고려하여 가중치를 결정하는 방법으로 블록별로 계산하기 때문에 계산량의 증가로 처리시간이 긴 단점이 있다.

기준정보를 색상의 평균으로 잡는 방법들과는 달리 왜곡된 영상에서 기준 흰색을 찾아 기준 흰색을 기준으로 gain을 구하는 알고리즘들[5], [6]도 있다. 영상의 가장 밝은 영역을 기준 흰색영역으로 정하거나 동적 임계값을 기준으로 기준흰색영역을 검출한다. 이 방법은 균일한 색상이 영상의 많은 부분을 차지할 때 생기는 문제점을 해결할 수는 있지만 가장 밝은 영역을 기준흰색영역으로 정하는 방법은 영상에 따라 차이가 생기게 마련이고, 동적으로 임계값을 설정하는 방법은 계산량이 많아져 처리시간이 긴 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 이러한 기준흰색을 찾는 새로운 알고리즘을 제안한다. 영상의 컬러 히스토그램을 이용한 간단한 전처리과정을 거친 영상에 대하여 많은 실험을

통해 구한 임계값을 적용하여 기준흰색영역을 검출하고 white balance를 수행하는 방법이다.

2장에서는 제안한 알고리즘을 살펴보고 3장에서는 기존의 방법들과 제안한 알고리즘을 실험을 통해 비교, 분석하기로 한다.

## II. 제안한 AWB 알고리즘

본 논문에서 제안한 AWB 알고리즘은 색온도를 판별하기 위한 기준 흰색 영역을 검출하는 과정과 검출된 영역의 R, G, B 각 성분을 이용하여 gain을 얻어 영상을 보정하는 과정으로 나뉘어 수행된다.

### 2.1 기준 흰색 영역 검출

white balance가 안 맞은 영상은 외부 조명의 색온도에 따라 원래 색상 보다 특정색이 과도하게 많이 포함되어거나 부족하게 된다. 이러한 특성은 영상의 히스토그램으로도 쉽게 확인할 수 있다.

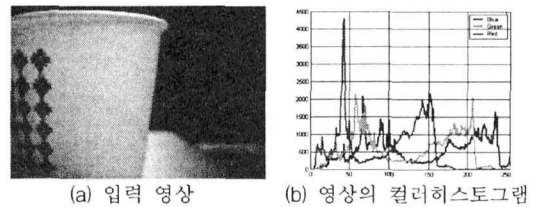


그림 2. 입력 영상과 그 영상의 R, G, B 히스토그램

그림 2는 색온도가 높은 외부 조명하에서 촬영한 영상과 그 영상의 R, G, B 각 성분의 히스토그램으로 전체적으로 푸르게 나온 영상이기 때문에 R 성분의 히스토그램이 낮은 쪽에 몰려 있음을 볼 수 있다. 이러한 특징은 색온도가 낮은, 전체적으로 붉게 나온 영상의 경우 반대로 B 성분의 히스토그램이 낮은 쪽에 몰려 있게 된다.

본 논문에서는 이러한 특성을 이용하여 R, G, B 각 성분의 히스토그램이 고루 분포하도록 개별적으로 히스토그램 평활화를 수행하는 전처리 방법을 제안한다. R, G, B 각 성분은 개별적으로 평활화하게 되면 전체적으로 고른 히스토그램 분포를 갖기 때문에 색상 값이 없는 흰색의 경우 원색을 찾을 수 있게 된다.

아래 식은 R, G, B 각 성분에 대한 히스토그램 평활화를 수행하는 수식이다.

$$R(x,y) = CDF\_Histo\_R(R(x,y)) \times 255 / (width \times height) \quad (1)$$

$$G(x,y) = CDF\_Histo\_G(G(x,y)) \times 255 / (width \times height) \quad (2)$$

$$B(x,y) = CDF\_Histo\_B(B(x,y)) \times 255 / (width \times height) \quad (3)$$

평활화를 수행한 그림 3을 보면 R, G, B 각 각 평활

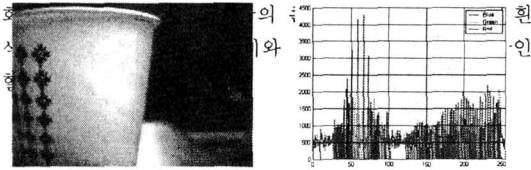


그림 3. R, G, B 각각의 평활화를 수행한 영상과 영상의 R, G, B 히스토그램

흰색 영역을 검출하기 위해 평활화를 수행한 영상을 RGB 공간에서 YCbCr 공간으로 변환한 후 Y, Cb, Cr의 임계값을 적용하여 흰색 영역을 그림 4의 순서도 대로 검출한다. 여기서 임계값은 실험을 통해 구하였다.

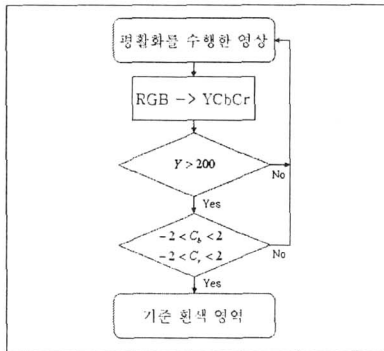


그림 4. 기준 흰색영역을 검출하는 알고리즘 순서도

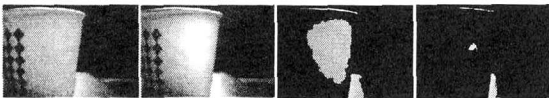


그림 5. (a) 입력 영상, (b) R, G, B 각각 히스토그램

평활화를 수행한 영상, (c) (b)에서  $Y > 200$ 의 임계값으로 검출한 영상, (d) (c)에서  $-2 < C_b < 2, -2 < C_r < 2$ 의 임계값을 기준으로 검출한 최종 기준 흰색 영역

그림 5는 기준 흰색 영역이 검출되는 과정을 나타낸 것으로 기준 흰색 영역의 검출이 제대로 수행되었음을 알 수 있다.

## 2.2 white balance 수행

기준 흰색 영역을 검출한 후 영상의 white balance를 맞추기 위해 R, G, B 각 성분의 gain을 구한다. 본 논문에서는 입력 영상에서 가장 밝은 Y값을 가질 때의 R, G, B값을 먼저 구하고, 그 값들의 평균을 구한

다. 그리고 기준 흰색 영역의 R, G, B 평균값을 구하여 white balance를 수행하는 gain을 다음과 같이 구하게 된다.

$$Avg = (R_{Y_{max}} + G_{Y_{max}} + B_{Y_{max}}) / 3 \quad (4)$$

$$R_{gain} = Avg / R_{avg}^w \quad (5)$$

$$G_{gain} = Avg / G_{avg}^w \quad (6)$$

$$B_{gain} = Avg / B_{avg}^w \quad (7)$$

여기서  $R_{Y_{max}}, G_{Y_{max}}, B_{Y_{max}}$ 는 입력영상에서 가장 밝은 Y값을 가질 때의 R, G, B값이고  $R_{avg}^w, G_{avg}^w, B_{avg}^w$ 는 기준 흰색 영역의 평균값이다. 이렇게 구한 gain이 너무 클 경우 스케일링 과정을 다음 수식으로 수행한다.

$$\text{if } (R_{gain} + G_{gain} + B_{gain} > 3) \\ R'_{gain} = \frac{3 \times R_{gain}}{R_{gain} + G_{gain} + B_{gain}} \quad (15)$$

$$G'_{gain} = \frac{3 \times G_{gain}}{R_{gain} + G_{gain} + B_{gain}} \quad (16)$$

$$B'_{gain} = \frac{3 \times B_{gain}}{R_{gain} + G_{gain} + B_{gain}} \quad (17)$$

여기서  $R'_{gain}, G'_{gain}, B'_{gain}$ 은 스케일링을 통해 새로 구한 gain이 되고 다음 식으로 최종적으로 R, G, B 값을 보정하여 White Balance가 수행된 영상을 출력한다.

$$R = R \times R'_{gain} \quad (18)$$

$$G = G \times G'_{gain} \quad (19)$$

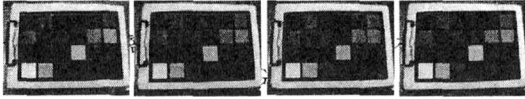
$$B = B \times B'_{gain} \quad (20)$$

위 식에서 R, G, B는 입력 영상의 원래 픽셀 값에 해당하고  $R', G', B'$ 는 보정된 픽셀 값이다.

## III. 실험 및 결과

여러 가지 색온도의 조명하에 입력을 받은 영상과 균일한 배경 색상이 영상의 대부분을 차지하는 영상 등을 이용하여 본 연구실에서 구현중인 ISP 튜닝 PC 틀에 기존의 알고리즘과 본 논문에서 제안한 알고리즘을 각각 적용하여 그 결과를 확인하였다.

백열전구나 해질 무렵에 획득한 영상은 색온도가 낮아 영상이 전체적으로 붉게 보인다. 백열전구를 외부 조명으로 하여 촬영한 영상을 제안한 알고리즘과 SDWGW 알고리즘, FR 알고리즘을 적용한 영상을 그림 6에 제시하였다.



이 그림을 통해 제안한 알고리즘의 색감이 원색과 동일함을 확인 할 수 있다. SDWGW 알고리즘은 원색보다 약간 푸르게 나왔고 FR 알고리즘의 색감은 원색과 유사했으나 영상의 선명도가 저하되었다.

일반적으로 형광등이나 흐린 날에 획득한 영상은 색온도가 높다. 다음은 형광등을 외부 조명으로 하여 촬영한 영상에 대하여 실험을 하여 그림 7에 나타내었다.

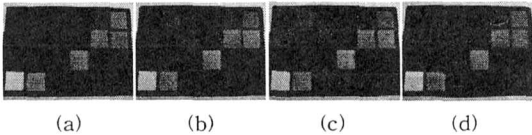


그림 7. 실험 결과 (a) 입력 영상, (b) 제안한 방법, (c) SDWGW, (d) FR

높은 색온도의 경우 FR 알고리즘이 상대적으로 성능이 떨어졌고, 제안한 알고리즘과 SDWGW 알고리즘은 유사한 성능을 보여주고 있다.

그림 8~9는 균일한 색상의 배경 하의 영상에 대하여 실험한 결과를 보여주고 있다.

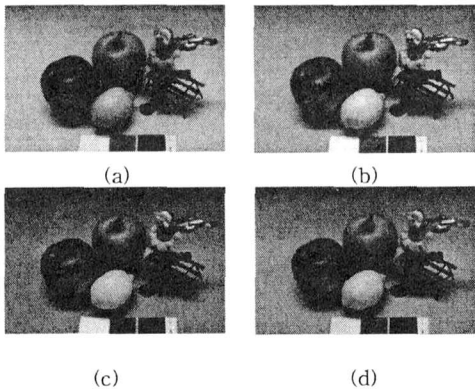


그림 8. 균일한 색상이 배경인 영상의 실험결과(1)



그림 9. 균일한 색상이 배경인 영상의 실험결과 (2)  
(a) 입력영상, (b) 제안한 방법, (c) SDWGW, (d) FR

이 그림에서 알 수 있듯이 제안한 알고리즘이 색감이나 화질에서 월등히 우수한 성능을 보여주고 있다. FR알고리즘은 영상의 색상이 많이 변했고 SDWGW 알고리즘은 배경의 균일한 색의 영향으로 색온도에 따라 색상이 변했다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 R, G, B 각 각의 히스토그램 평활화를 수행하는 전처리 과정을 통해 기준 흰색영역을 검출한 AWB 알고리즘을 제안하였다. 실험을 통해 본 논문에서 제안한 알고리즘이 기존의 알고리즘보다 적은 계산량에도 불구하고 우수한 성능이 나타내고 있다. 특히 균일한 색상의 물체나 배경이 영상의 대부분을 차지하는 경우 기존의 다른 알고리즘에 비해 성능이 월등함을 확인하였다.

#### 참고문헌

- [1] Peter Gouras, "The perception of colour", New York, USA, 1991
- [2] M. Fedor, "Approaches to color balancing", PSYCH221/EE362 course project, Department of Psychology, Stanford University, 1998.
- [3] H. L. LAM, O.C. AU, and C.W. Wong, "Automatic white balance using adjacent channels adjustment in RGB domain", IEEE International Conf., Vol. 2, pp. 979-982, June. 2004.
- [4] Y. Liu, W. Chan and Y. Chen, "Automatic white balance for digital still camera", IEEE Trans. Consumer Electron. Vol. 41, no. 3, pp. 460-466, Aug. 1995.
- [5] J. Chiang and F. Al-Turkait, "Color balancing experiments with the HP-Photo Smart-C30 Digital Camera", Department of Psychology, Stanford University, 1999.
- [6] V. Chikane, and C.S. Fu, "Automatic white balance for digital still camera", presented in Conference on Computer Vision Graphics and Image Processing, Hualien, Taiwan, Aug. 2004.