

---

# 모바일 폰 카메라의 자동백색보정 성능향상을 위한 단색영상 검출 알고리즘

김경린\* · 장원우\*\* · 김주현\*\*\* · 양훈기\*\*\*\* · 강봉순\*\*\*\*\*

## Single Tone Detection Algorithm for Improve on Auto White Balance of Mobile Phone Camera

Kyung-rin Kim\* · Won-woo Jang\*\* · Joo-hyun Kim\*\*\* · Hoon-gee Yang\*\*\*\* · Bong-soon Kang\*\*\*\*\*

---

이 논문은 동아대학교 학술 연구비 지원에 의하여 연구되었음

---

### 요 약

본 논문에서는 모바일 폰 카메라의 적용을 위한 자동백색보정(Auto White Balance, AWB) 기능 중에서 단색영상에 대한 탈색 현상과 색상의 왜곡을 막기 위한 단색영상 검출 알고리즘을 제안하였다. 기존의 자동백색보정 기능은 복합영상의 경우에는 정상적으로 자동백색보정이 수행되었지만, 입력영상이 단색이거나 단색이 상당량 포함되어 있는 영상이 입력되는 경우에는 해당 색상이 탈색되거나, 입력영상의 색상 성분에 의해서 자동백색보정의 결과가 왜곡된 색상으로 나타나는 문제점이 발생하였다. 본 논문에서는 자동백색보정 수행 시 상기 단색영상에 대한 문제점을 해결하기 위하여 입력 영상의 색상정보에 대한 히스토그램 데이터를 이용한 단색영상 검출 알고리즘을 개발하였다. 본 논문에서 제안하는 알고리즘을 자동백색보정 기능에 추가적으로 적용된다면 더욱 향상된 기능의 자동백색보정이 수행될 수 있을 것이라 기대한다.

### ABSTRACT

In this paper, we proposed Single Tone Detection Algorithm for prevent decoloration and color distortion of single tone image in auto white balance of mobile phone camera. Conventional auto white balance which accomplish very well using complex color images, but there are some problems if input images are single tone image or included large part of single tone. If input images are single tone, or included large part of single tone, which cause decoloration or distorted color in output images. In this paper, we proposed single tone detection algorithm using color histogram data for solve decoloration or distorted color problems. If this algorithm is applied to auto white balance, it will be improvement in auto white balance.

### 키워드

모바일 폰 카메라, 자동 백색 보정, 단색영상

---

\* 동아대학교 전자공학과 석사과정  
\*\* 동아대학교 전자공학과 박사과정  
\*\*\* 삼성전기 책임연구원  
\*\*\*\* 광운대학교 전자공학과 교수  
\*\*\*\*\* 동아대학교 전자공학과 부교수 (교신저자)

접수일자 2009. 01. 21  
심사완료일자 2009. 02. 16

## I. 서론

2000년도 초반 휴대폰에 디지털 카메라가 장착되기 시작하면서 디지털 카메라가 휴대폰 영역까지 확대가 이루어졌고 현재에는 대부분의 휴대폰에 디지털 카메라가 장착되어 생산되고 있다. 그러나 저 전력과 소형화, 낮은 비용 등의 모바일 카메라가 갖는 고유의 특성에 의해서 일반적인 디지털 카메라가 갖는 영상 처리를 위한 기능들이 모바일 카메라에 적용하기에는 많은 한계점이 존재한다.

모바일 카메라의 영상의 색도 보정을 위해 매우 중요한 기능 중 하나인 자동백색보정 기능 또한 성능 면에서는 일반 디지털 카메라와 거의 동일하면서도 낮은 소비 전력과 가격, 소형화를 만족시킬 수 있는 성능의 개발이 필요하다. 일반적인 디지털 카메라의 자동백색보정을 위한 수많은 알고리즘이 있지만 이들 중에서 모바일 카메라에 적용하기 위한 알고리즘은 현재로서는 몇몇의 기본적인 알고리즘에 국한되어 있다.

그 중 모바일 카메라에 적용하기 위한 가장 일반적인 자동백색보정 알고리즘은 영상의 전체 RGB의 평균은 항상 Gray Scale에 있다는 가정을 바탕으로 해서 색상 보정을 하기 위한 이득(Gain)을 생성하는 Grayworld 알고리즘이다 [1]. 하지만 Grayworld 알고리즘에서 전제로 하고 있는 RGB 평균값에 대한 가정은 입력 영상에 충분히 다양한 색상이 존재하고 있을 경우에만 가능하다는 문제점이 있다.

즉, 입력 영상이 다양한 색상으로 구성되어 있지 않고 단일색상(Single Tone) [2] 인 경우에는 Grayworld 알고리즘에 의해서 왜곡된 색상으로 백색보정이 이루어지는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 자동백색보정을 위한 Grayworld 알고리즘의 단색 영상 입력에 대해서 영상의 색상 정보의 히스토그램 분석 [3]을 이용한 색상 왜곡에 대한 문제점을 해결할 수 있는 알고리즘을 제안하였다. 본 논문의 II장에서는 색상의 왜곡의 원인에 대해서 언급하였고 III장에서는 영상의 특성 판단을 위한 방법을 언급하였다. IV장에서는 동영상 환경에서의 색상 왜곡 없는 자동백색보정 방법에 대해서 언급하고 마지막 V장에서 결론을 언급하였다.

## II. 다양한 색온도에 의한 색상의 왜곡

### 2.1. 색온도

자연계에 존재하는 광원은 고유의 특성을 가지고 있으며 이를 색온도라는 것을 이용하여 표현한다. 색온도란 광원의 분광 분포(모든 빛의 파장단위별 밀도)와 색도가 동일한 흑체(black body)를 계속 가열하게 되면 처음에는 붉은색을 띄었다가 온도가 올라갈수록 흰색 그리고 다시 푸른색으로 변하게 되는데 가열되면서 변화하는 색과 각각의 광원이 가지고 있는 특성을 나타내는 색을 비교하여 주관적으로 생각하던 색을 수치로 정확하게 표현할 수 있도록 하기 위한 것이다 [4]. 이때 단위는 켈빈이 사용한 절대온도(Kelvin degree, K:섭씨 -273도)를 사용하여 켈빈온도로 표시하게 된다.

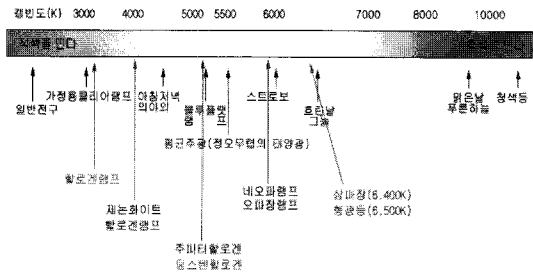


그림 1. 상황별 색온도 표 [5]  
Fig. 1. Color Temperature Table [5]

그림 1과 같이 색온도의 변화에 따라서 붉은색 성분과 푸른색 성분의 분포가 달라지는 것을 알 수 있다. 일반전구와 같은 경우는 붉은 느낌이 많이 드는데 이는 2800도 가량의 낮은 색온도를 가지 때문이며 5500도 정도를 가장 일반적인 태양광을 나타낼 수 있다고 생각하고 매우 맑은 하늘은 푸른 느낌을 많이 느끼게 되는데 이는 8000도 정도의 높은 색온도를 갖기 때문이다 [6]. 자동백색보정 기능은 전체 영상의 색온도를 파악해서 다양한 색온도 환경에서 왜곡된 피사체 고유의 색상을 올바르게 표현될 수 있도록 보정해 주는 기능이다.



그림 2. 다양한 색온도에 의한 피사체의 색상 변화  
 Fig. 2. Color variation of subjects for photography by various color temperature

2.2. 색온도에 의한 피사체의 색상 왜곡

영상 촬영 시 동일한 색상이라 하더라도 촬영이 이루어지는 조명 환경에 의해서 피사체의 색상이 왜곡되어 나타나는 문제점이 발생한다. 그림 2는 동일한 이미지를 다양한 조명환경으로 촬영했을 경우의 결과 영상을 나타내고 있다. 태양광 환경인 경우에 피사체의 본래의 색상을 왜곡 없이 잘 나타낸다고 한다면 백열등인 경우에는 태양광의 색온도보다 낮은 색온도에 의해서 피사체에 전반적으로 붉은색으로 색상이 왜곡된 것을 알 수 있으며, 형광등인 경우에는 태양광의 색온도보다 높은 색온도에 의해서 전반적으로 푸른색으로 왜곡이 발생한 것을 알 수 있다.

2.3. 기존 자동 백색 보정 알고리즘

모바일 카메라는 자동백색보정 기능을 수행하기 위해서 다양한 알고리즘 중에서 비교적 간단하면서도 안정적으로 수행할 수 있는 RGB 평균을 이용한 Grayworld 알고리즘을 사용하고 있다. Grayworld 알고리즘은 간략하게 다음과 같다. RGB 각각의 값이 동일한 값으로 구성되면 이는 RGB 색 좌표계의 (0,0,0)에서 (1,1,1)까지 구성되어 있는 Gray Scale에 있는 색상 중에 하나의 값으로 판단될 수 있으며 색상의 왜곡이 없는 영상의 RGB 평균값은 항상 Gray Scale에 있을 것이라는 가정을 바탕으로 한다. 그러므로 입력 영상의 RGB 각각 평균을 계산하였을 때, 각각의 값이 동일하지 않고 서로 다른 경우에는 그 만큼의 색상의 왜곡이 발생되었다고 판단할 수 있다 [1].

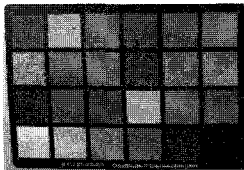
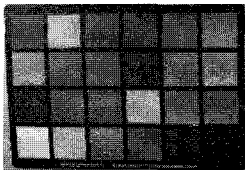
Bluish Image	Normal Image
	
Average R : 41.36 Average G : 52.63 Average B : 88.91	Average R : 52.63 Average G : 52.63 Average B : 52.63

그림 3. RGB 평균값과 색상의 왜곡  
 Fig. 3. Average RGB and color distortion

그림 3의 좌측의 영상은 전체적으로 푸르스름하게 색상의 왜곡이 발생하였고 우측의 영상은 색상의 왜곡 없이 정상적인 색상으로 표현되고 있다. RGB 각각의 평균값을 비교해보면 좌측의 영상은 B의 평균이 R과 G의 값에 비해서 상당히 높다는 것을 알 수 있다. 그러나 색상의 왜곡이 없는 우측의 영상은 RGB 평균값 모두가 동일한 값으로 형성되어 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 왜곡된 색상을 보정하기 위해서는 RGB 평균값을 모두 일정하게 조정할 수 있는 이득(Gain)을 적용해 줌으로써 자동백색보정이 이루어지도록 한다. 자동백색보정을 위한 이득(Gain)을 적용할 때에는 RGB중에서 G의 평균값을 기준으로 해서 R 이득(Gain)과 B 이득(Gain)을 생성해서 G의 평균값과 같아지도록 조정하는데, 이때 G의 평균값을 기준으로 하는 이유는 사람이 지각할 수 있는 380nm에서 780nm인 가시광선 영역에서 Green의 파장 영역인 500~550nm 영역이 사람의 눈에 가장 감도가 크

며 따라서 안구의 시세포들이 Green에 해당되는 빛의 파장을 가장 잘 흡수하기 때문이다 [7].

**2.4. 기존 자동백색보정 알고리즘의 문제점**

하지만 상기 자동백색보정을 위한 알고리즘을 수행하기 위해 가정했던 RGB 평균값이 항상 Gray Scale에 위치한다는 가정을 적용하기 위해서는 입력 영상에 다양한 색상이 존재해야 한다는 전제를 바탕으로 해야만 가정을 적용할 수 있다. 만약 자동백색보정을 위한 입력 영상이 다양한 색상으로 구성되어 있지 않고 단일색상으로 구성되어 있다면 자동 백색 보정을 위한 가정을 만족시키지 못하고 잘못된 결과가 나타나는 문제점이 발생한다.

AWB Input Image	AWB Output Image
Average R : 170.75 Average G : 144.50 Average B : 22.50	Average R : 144.50 Average G : 144.50 Average B : 144.50

그림 4. 자동 백색 보정에서 단색 영상에 대한 문제점  
Fig. 4. Single tone image problem in AWB

그림 4의 좌측 이미지에서와 같이 자동백색보정을 위한 영상이 다양한 색상으로 구성되지 못하고 단일 색상이 대부분인 영상으로 입력된다고 가정해 보자. 입력 영상의 특성에 대한 고려 없이 전체 RGB의 평균값을 동일하게 해주기 위한 자동백색보정 과정이 적용된다. 단일 색상의 입력 영상인 경우에는 결과적으로 그림 4의 우측 영상과 같이 RGB에 대한 평균값들이 동일하게 보정되었음에도 불구하고 Gray Scale로 탈색되는 문제점이 발생하게 된다.

따라서 본 논문에서는 자동백색보정을 위한 입력 영상의 특성을 파악하고 단색영상에 대한 탈색과 색상 왜곡에 대한 문제 해결을 위한 방법을 제안하였다.

**III. 이미지의 색상 특성 판단**

**3.1. 영상의 색상정보 파악을 위한 RGB to YCbCr**

본 논문에서는 입력 이미지의 특성을 판단하기 위해서 영상의 색상정보를 이용하여 특성을 판단할 수 있도록 하였다. 이때, 영상의 RGB 정보를 모두 이용하게 판단하는 것이 아니라 RGB 색 좌표계를 YCbCr 색 좌표계로 변환하여 색상정보인 Cb, Cr을 이용해서 영상의 특성을 판단한다 [8].

$$\begin{aligned}
 Y &= -0.257 * R + 0.504 * G + 0.098 * B \\
 Cb &= -0.148 * R - 0.291 * G + 0.439 * B \\
 Cr &= -0.439 * R - 0.368 * G - 0.071 * B
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

수식 (1)을 이용해서 RGB 색 좌표계를 YCbCr 색 좌표계로 변환할 수 있는데 이를 이용하면 영상의 색상정보를 고려할 때 RGB 각각의 3 Channel으로 고려하는 것보다 Cb, Cr의 2 Channel 만으로 색상 정보를 파악할 수 있으므로 시스템의 효율성을 높일 수 있다.

**3.2. Cb, Cr 히스토그램 생성**

생성된 영상의 색상 정보인 Cb, Cr의 히스토그램 정보를 이용해서 복합영상과 단색영상과의 특성을 파악할 수 있도록 하였다.

아래 그림 5는 복합영상의 색상정보에 대한 히스토그램과 단색영상의 색상정보에 대한 히스토그램을 나타내고 있다. 히스토그램의 X축은 Cb, Cr이 갖는 값의 범위인 0~255까지의 값을 갖고 각각의 Cb, Cr의 값에 해당되는 영역에 영상의 픽셀 수가 누적되어 전체 영역에 대한 분포를 나타낸다. 히스토그램의 Y축은 전체 픽셀을 1로 하였을 때, 해당 색상 값에 분포해 있는 픽셀 비율 값을 나타내고 있다.

그리고 본 논문에서는 0~255 값을 256개의 그룹으로 분할하여 각각의 해당 영역에 대한 픽셀의 비율을 따지는 것이 아니라 픽셀을 누적하기 위한 하나의 단위그룹의 크기를 4로 하여 총 64개의 그룹으로 나누어서 히스토그램을 생성하였다 [9].

단위그룹의 크기를 4로 정한 것은 다양한 실험에 의해서 가장 적절한 그룹의 크기라고 판단되어 결정된 값이며 만약 단위그룹의 크기를 1로 하였을 경우에

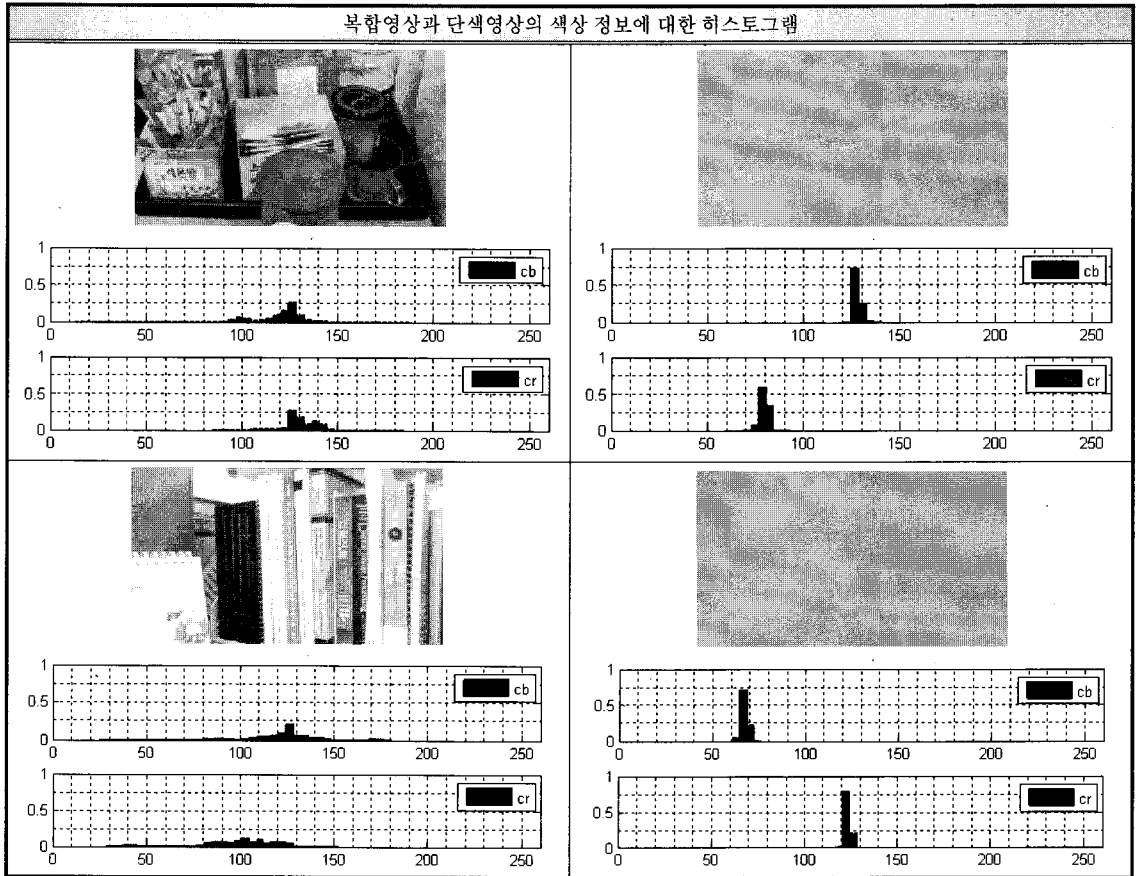


그림 5. 복합영상과 단색영상의 색상정보에 대한 히스토그램  
 Fig. 5. Color histogram of complex and single tone image

는 정밀하게 히스토그램을 분석할 수 있지만 시스템 구현 시 256개 그룹의 데이터를 처리하기 때문에 시스템의 부담이 커지는 문제점이 있다. 또한 단위그룹의 크기를 4보다 크게 하였을 경우에는 처리하는 그룹의 숫자는 줄어들어서 시스템의 부담을 줄어 들 수 있지만 너무 많은 데이터들이 하나의 그룹에 형성되어서 데이터 분석이 용이하지 못하다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 영상의 색상을 분석하기 위한 히스토그램의 단위그룹 크기를 4로 고정해서 64개의 그룹으로 생산된 색상정보에 대한 히스토그램의 데이터를 이용해서 단색영상 검출 알고리즘에 적용하도록 제한하였다.

### 3.3. 입력영상의 단색영상 여부 판단

그림 5에 나타나있는 복합 영상의 히스토그램은 입력 영상의 다양한 색상의 피사체로 인해서 특정한 색상 영역에 집중되어 있지 않고 전체적으로 넓은 구간에 걸쳐서 분포하고 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 64개의 그룹 중에서 가장 높은 비율의 그룹 역시 전체영상의 픽셀 수에 비해서 비교적 낮은 비율로 데이터들이 형성되어 있다는 것을 알 수 있다. 반면에 단색영상의 히스토그램은 다양한 색상 없이 하나의 색상으로 구성되어 있으므로 히스토그램의 형태 역시 좁은 구간에 집중되어 있다는 것을 알 수 있다. 따라서 64개 중에서 가장 높은 비율을 갖는 그룹의 비율 역시 복합영상의 히스토그램과 비교했을 때 상대적으로 큰 값을 갖는 것을 확인할

수 있다. 하지만 이때 단색영상이라고 해서 히스토그램의 한 그룹에 모두 집중되는 것이 아니라 적은 수의 그룹에 집중적으로 형성되어 있다는 것을 알 수 있다. 만약 이상적인 경우의 단색영상이 입력된다면 하나의 그룹 안에서 모두 데이터가 형성되어 있을 것이라 예상할 수 있다. 하지만 본 논문에서는 이미지 센서로부터 입력되는 영상을 입력받아서 영상 신호를 처리하고 있는 시스템이기 때문에 아무리 단색의 영상이 카메라 센서로부터 입력된다고 하더라도 조명에 대한 피사체의 반사광이나 매질의 상태에 의해서 하나의 그룹에 집중되지 못하고 적은 그룹으로 집중적으로 형성되어 있다는 것을 알 수 있다.

표 1. 히스토그램의 최대 비율  
Table 1. Maximum ratio of histograms

복합영상 히스토그램의 최대 비율 (%)	
Cb: 23.08	Cb: 36.91
Cr: 21.36	Cr: 41.84
단색영상 히스토그램의 최대 비율 (%)	
Cb: 72.86	Cb: 71.42
Cr: 57.89	Cr: 79.15

표 1은 상기 그림 5의 히스토그램의 최대 비율값을 나타내고 있다. 복합영상의 경우에는 Cb, Cr 모두 50% 미만의 최대 비율값을 나타내고 있다. 하지만 단색영상의 경우에는 모두 50% 이상의 최대 비율값을 나타내고 있는 것을 확인할 수 있다. 따라서 복합영상과 단색영상을 판단하기 위해서는 Cb, Cr 히스토그램의 가장 높은 비율을 갖는 그룹의 값을 이용해서 영상의 특성을 판단할 수 있다. 즉, 다양한 실험에 의해 결정된 문턱값을 설정하여 Cb, Cr 히스토그램의 최대 비율값이 문턱값 이상일 경우에는 이는 특정 영역에 색상이 집중되어 있다고 판단되어 단색영상이라고 판단하고, 만약 그렇지 않을 경우에는 전체적으로 넓은 영역으로 색상 데이터가 분포되어 있어 복합영상이라고 판단할 수 있다.

$Cb \text{ Histogram Max Value} > \text{Single Tone TH.}$

or

(2)

$Cr \text{ Histogram Max Value} > \text{Single Tone TH.}$

수식 2는 단색영상 여부를 판단하기 위한 수식을 나타내고 있다. 단색영상 여부를 판단하기 위해서 Cb 히스토그램의 최대 비율값 또는 Cr 히스토그램의 최대 비율값, 즉 두 조건 중에서 하나의 조건만 만족시키면 단색영상이라고 판단할 수 있도록 하였다. 그러한 이유는 일반적인 단색영상은 Cb, Cr 히스토그램 모두가 유사한 값을 가지면서 히스토그램 각각의 최대 비율값 또한 큰 차이가 없을 것이라고 예상하지만 표 1의 좌측 데이터와 같이 최대 비율값이 유사하지 않고 일정량 편차가 있을 경우도 발생할 수 있다. 이러한 경우 만약 조건이 둘 중 하나만을 만족시켰을 경우 단색영상임에도 불구하고 복합영상으로 판단되는 경우가 발생한다. 그러므로 시스템의 안정성을 위해서 두 가지 조건 중에서 하나의 조건만 만족했을 경우에 단색영상으로 판단될 수 있도록 판단조건을 생성하였다. 만약 판단된 영상이 단색영상일 경우에는 자동백색보정을 위해 적용하는 이득(Gain)을 더 이상 적용하지 않고 복합영상에서의 자동백색보정을 위해 생성되었던 이득(Gain)을 계속 유지하도록 함으로써 자동백색보정도 정상적으로 수행되고 단색영상에 대한 탈색 문제점도 없는 결과를 얻을 수 있도록 하였다.

#### IV. 디지털 카메라 촬영 환경의 자동백색보정

디지털 카메라로 정지 영상을 촬영하는 과정은 입력 센서로부터 영상이 계속 입력되고 있는 환경에서 카메라를 원하는 구도로 위치시키고 영상을 촬영한다. 그러므로 정지 영상의 촬영은 1초에 수십 프레임 진행되고 있는 환경에서 한 장의 프레임을 저장하는 형태로 이루어지는 것이다. 만약 디지털 카메라가 1초에 30프레임이 처리되는 촬영 장치라고 한다면, 1초에 30프레임 동안 진행되는 환경에서 한 장의 프레임을 저장하는 것이므로 카메라는 매 프레임 자동백색보정 기능의 수행이 필요하다. 즉, 실제적인 디지털 카메라의 촬영 환경의 경우에는 1초에 30번의 자동백색보정이 수행되는 것이므로 한 장의 프레임에서 복합영상과 단색영상의 특성을 판단할 수 있다고 하더라도 연속해서 영상을 처리해야 되는 경우에는 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정에서 색상의 왜곡이 발생할 수 있다.

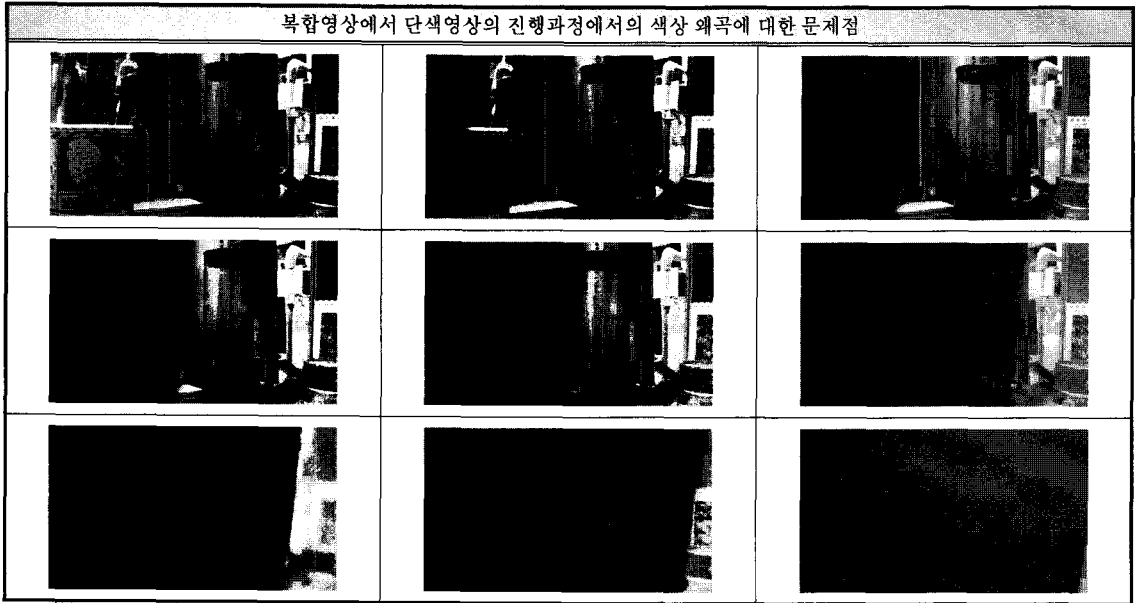


그림 6. 동영상 환경에서의 단색영상에 대한 문제점  
 Fig. 6. Problems of single tone images in movie

예를 들어서 상기 수식 2에서의 문턱값 값을 70%라고 설정을 한다면 단색영상 한 프레임을 판단할 때에는 충분히 단색영상임을 판단할 수 있지만 복합영상에서

단색영상까지 진행되는 과정에 수십 프레임이 진행되게 되고 그 사이에 나타나는 단색영상의 색상이 전체 영상에 반영되게 되어 진행되는 단색영상 만큼의 색상이

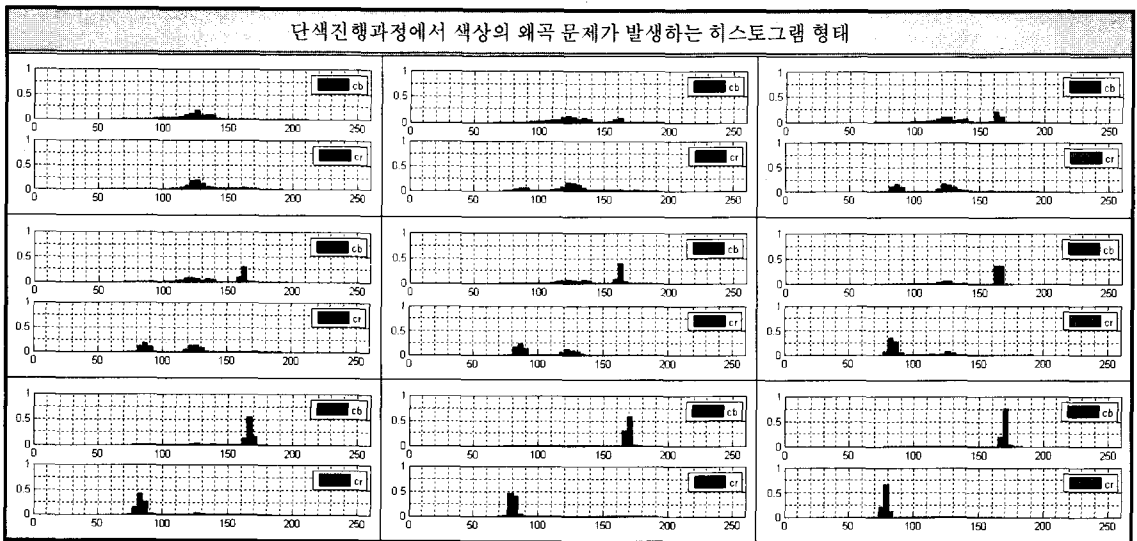


그림 7. 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정의 히스토그램  
 Fig. 7. Histogram of complex to single tone image

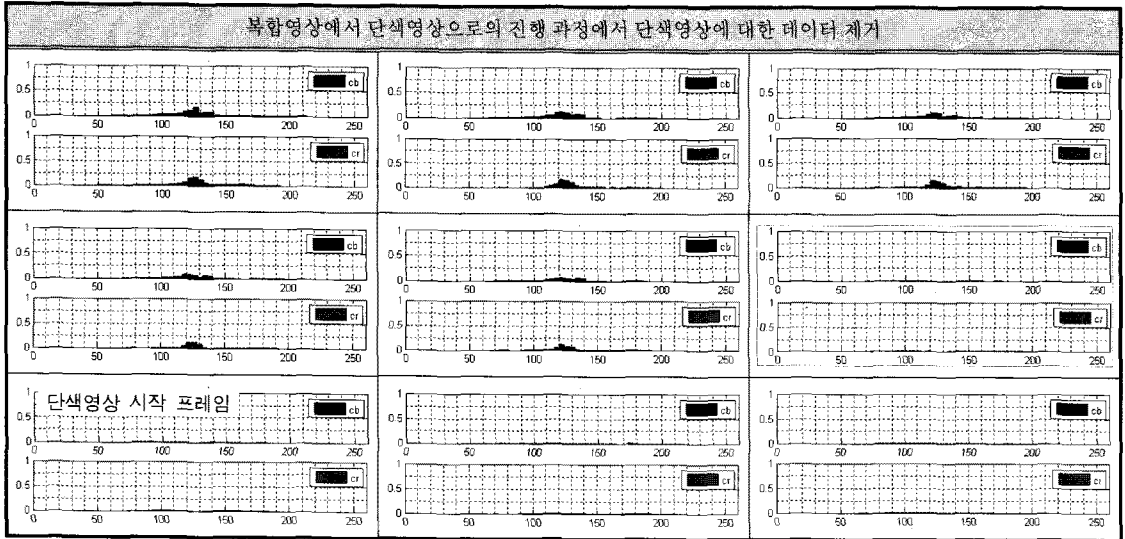


그림 8. 히스토그램에서 단색영상에 대한 데이터들의 제거  
 Fig. 8. Remove data about single tone image on color histograms

왜곡되는 문제점이 발생된다. 따라서 단색영상이라고 판단되어서 자동백색보정을 위한 새로운 이득(Gain)이 적용되지 않고 유지된다고 하더라도 단색영상으로의

진행과정에서 발생하는 왜곡된 영상의 이득(Gain)이 유지됨으로써 영상이 완전히 탈색 되는 문제점은 나타나지 않지만 왜곡된 색상으로 결과 영상이 나타나는 문제

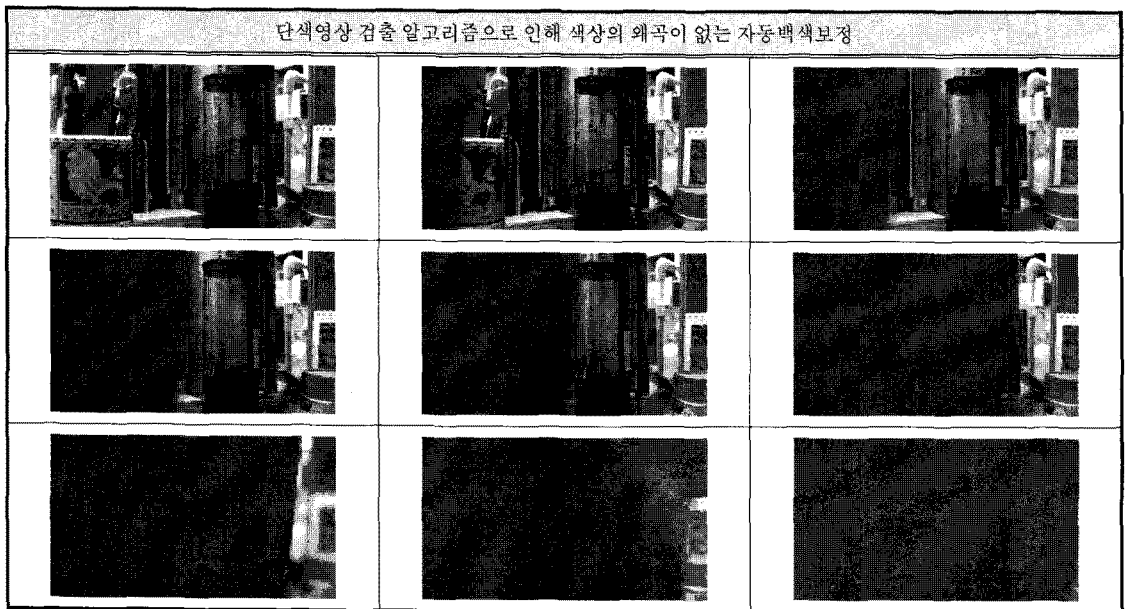


그림 9. 단색영상에 대한 탈색과 색상의 왜곡이 제거된 자동백색보정  
 Fig. 9. Auto white balance which solved decoloration and color distortion in single tone images



점은 존재하게 된다.

그림 6은 1초에 30프레임으로 진행되는 동영상 환경에서 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정을 재현한 것이다. 복합영상에는 정상적으로 자동백색보정이 수행되어 색상의 문제점이 나타나지 않지만 단색영상이 점점 진행되면서 색상의 왜곡이 발생하게 된다 [9]. 그림 6에서는 푸른색 계통으로 단색영상이 진행되면서 영상의 평균 RGB를 Gray Scale로 맞춰주기 위해 붉은색 계통의 색상에 대한 컬러 이득(Gain)이 적용되고 있다.

단색영상으로 완전히 진행되었을 경우에는 탈색은 발생하지 않았지만 붉은색의 왜곡된 색상으로 유지가 되어 옳지 않는 자동 백색 보정이라고 할 수 있다. 그림 7은 그림 6에 나타난 영상의 히스토그램 변화 과정을 나타내고 있다. 최초의 복합영상은 전체적으로 넓게 퍼져 있는 형태로 데이터가 형성되었다가 단색 영상에 대한 영향이 점차적으로 증가하게 되고 최종적으로 단색영상에 대한 데이터로만 형성되는 진행과정을 나타내고 있다.

따라서 본 논문에서는 복합영상에서 진행되는 단색영상의 영향에 대한 문제점을 해결하고자 하였다. 색상의 왜곡을 발생시키는 원인을 프레임이 진행될수록 발생하는 단색영상에 대한 데이터에 있다고 판단하였다. 따라서 정상적인 자동백색보정의 수행을 위해서는 히스토그램에서 진행되는 단색영상에 대한 데이터를 제거하고 나머지 복합영상의 데이터만을 이용해서 자동백색보정을 수행하도록 제안하였다. 그림 8은 그림 7에서 복합영상에서 프레임이 진행될수록 점차 증가하고 있는 단색영상에 대한 데이터를 제거한 히스토그램 결과를 나타내고 있다. 데이터 제거과정은 다음과 같다.

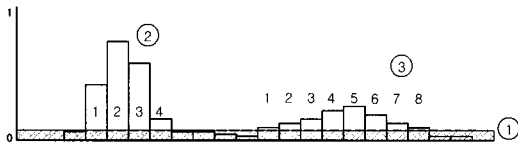


그림 10. 단색영상에 대한 데이터 제거 과정  
Fig. 10. Single Tone Data Remove Process

그림 10은 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정에서 단색영상에 대한 데이터 제거를 위한 개념도를 나타내고 있다.

*Histogram Data > Remove Dust TH.* (3)

수식 3은 히스토그램 데이터에 대해서 ①의 과정수행을 위한 수식을 나타내고 있다. 수식 3에서와 같이 아주 적은 값들을 제거할 수 있는 문턱값 이상의 데이터만을 이용해서 단색영상에 대한 데이터의 제거를 수행할 수 있도록 하였다. 따라서 수식 3이 수행된 이후에 명확히 구분된 각각의 그룹의 형태를 분석한다. 그림 10의 ③과 같이 복합영상의 데이터 형태는 64개의 데이터 저장 공간 중에서 차지하는 공간이 많은 반면에 ②와 같이 단색영상의 경우에는 차지하는 데이터 저장 공간이 상대적으로 적다. 따라서 이러한 특성을 이용하여 단색영상에 대한 데이터 제거를 수행할 수 있도록 하였다.

*Histogram Data Group Size > Remove Single Tone Data Group TH.* (4)

수식 4는 단색영상에 해당되는 데이터 제거를 위한 조건을 나타내고 있다. 히스토그램의 그룹 크기를 판단하여 다양한 실험에 의해 결정된 소정의 문턱값 이상의 크기를 가지면 이는 복합영상의 데이터라고 판단해서 자동백색보정을 수행하기 위한 컬러 이득(Gain)을 생성하는데 사용한다. 문턱값 이하의 데이터들은 단색영상의 데이터라고 판단되어 제거시켜 색상의 왜곡을 피할 수 있게 하였다. 하지만 데이터를 제거하는 과정에서 그림 8의 우측 가운데의 붉은색 테두리의 데이터와 같이 단색영상이라고 판단되기 이전에 이미 대부분의 데이터가 제거되는 경우가 발생할 수 있다. 상기 예제에서와 같이 그림 8의 3행에 있는 영상들은 단색영상이라고 판단되어 컬러 이득(Gain)이 유지가 되어 원하는 결과를 얻을 수 있다.

하지만 2행 3열에 있는 경우는 그림 10의 ③에 해당되는 부분도 상당량 제거가 되어 복합영상에 대한 데이터라고 판단되지 않아서 제거되고, 또한 수식 2도 만족하지 않는 경우가 발생할 수 있다. 결과적으로 이러한 경우에는 복합영상으로 판단되었는데 컬러 이득(Gain)을 생성할 수 있는 데이터가 거의 남아있지 않아서 올바른 컬러 이득(Gain)을 생성할 수 없는 문제점이 발생한다. 그러므로 보다 안정적인 자동백색보정의 수행을 위해여 추가적인 조건이 필요하다.

$$\begin{aligned}
 &Cb \text{ Remove Data} > \text{Remove Data Amount TH.} \\
 &\text{or} \\
 &Cr \text{ Remove Data} > \text{Remove Data Amount TH.}
 \end{aligned}
 \tag{5}$$

수식 5는 제거되는 데이터의 양을 판단하기 위한 조건을 나타내고 있다. 상기 수식 5를 통해서 전체 히스토그램에서 제거할 수 있는 데이터양의 최대값을 설정할 수 있도록 하였다.

따라서 수식 5를 만족한다면 이 경우 역시 컬러 이득(Gain)이 적용되지 말아야 할 것이므로 이전 프레임의 컬러 이득(Gain)을 유지한다. 수식 5를 통해서 단색영상으로 판단되지는 못했지만 새로운 컬러 이득(Gain)을 생성하기 위한 데이터가 대부분 제거되었을 경우 발생하는 문제점을 방지할 수 있도록 하였다.

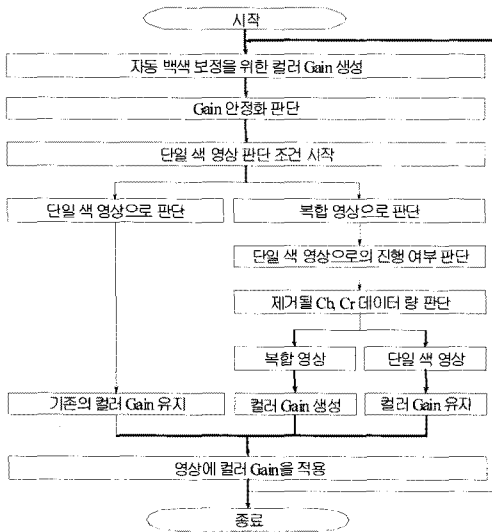


그림 11. 단색영상 검출 알고리즘 흐름도  
Fig. 11. Single Tone Detection Algorithm Flowchart

상기 그림 11은 본 논문에서 제안하는 단색영상 검출 알고리즘의 전체적인 흐름도를 나타내고 있으며 본 알고리즘에서의 발생하는 문턱값들은 다양한 데이터를 이용한 실험을 통해서 가장 조건에 알맞은 값이라고 판단된 값으로 설정하였다.

상기 그림 9에서는 본 논문에서 제안하는 단색영상 검출 알고리즘을 적용하여 최종 결과 영상을 나타내고 있다. 앞서 그림 6에서 발생하였던 복합영상에서 단색영

상으로의 진행과정 중에 발생하는 색상의 탈색과 왜곡의 문제점이 해결된 결과 영상을 확인할 수 있다.

결과적으로 입력 영상의 RGB 평균값을 이용한 자동백색보정의 알고리즘에서도 단색영상에 대해서 탈색과 색상의 왜곡이 없는 올바른 자동백색보정이 수행된 결과를 기대할 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 모바일 폰 카메라에 적용되는 자동백색보정 기능의 단색영상에 대한 탈색과 색상의 왜곡의 문제점을 해결하기 위한 단색영상 검출 알고리즘에 대해서 제안하였다. 모바일 폰 카메라의 자동백색보정 기능은 일반적으로 RGB 평균값에 대한 컬러 이득(Gain)을 적용하는 알고리즘을 사용하는데 이는 단색영상에 대해서는 색상을 탈색시키는 문제점을 발생시킨다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서 입력영상의 컬러정보에 대한 히스토그램 데이터를 분석해서 복합영상과 단색영상에 대한 특성을 판단하고 영상의 특성에 따라 자동백색보정 기능이 조정되어 영상의 탈색에 대한 문제점을 해결하였다. 또한 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정에서 발생하는 색상의 왜곡에 대한 문제점 또한 고려하여서 동영상 환경에서도 안정적으로 자동백색보정이 수행될 수 있도록 하였다. 단색영상을 판단하기 위한 판단조건과, 복합영상에서 단색영상으로의 진행과정을 판단할 수 있는 판단조건에서 필요하게 되는 다양한 문턱값은 알고리즘 개발과정에서 수행되는 실험에 의해서 결정되었으며 급후 더욱더 다양한 실험을 통해서 더욱 적절한 문턱값을 생성하는 것을 목표로 하고 있다.

## 참고문헌

- [1] J. Huo, Y. Chang, J. Wang, and X. Wei, "Robust Automatic White Balance Algorithm using Gray Color Points in Images," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol. 52, No. 2. pp. 541-546, 2006.05.
- [2] L-T Shen and S-H Hwang, "A new single tone detection algorithm," *Communications, Control and Signal*

*Processing, 2008. ISCCSP 2008. 3rd International Symposium on, Vol. 12-14, pp.600-603, 2008.03.*

- [3] 조용태, "자동 화이트 밸런스 조정 장치 및 방법," 대한민국특허청, 출원번호:10-2003-0004055, 2003-01-21.
- [4] F.A. Glad, "Color temperature alignment using machine vision," *IEEE Trans. on Consumer Electronics*, Vol.37, pp.623-628, 1991.08.
- [5] <http://kdaq.empas.com/knowhow/view.html?num=210125>
- [6] B. Kang, O. Moon, C. Hong, H. Lee, B. Cho, and Y. Kim, "Design of Advanced Color - Temperature Control System for HDTV Applications," *JKPS*, Vol. 41, No. 6, pp. 865-871, 2002.12.
- [7] 김경린, 손경수, 하주영, 김상준, 강봉순, "CIEL\*a\*b\* 색 공간에서 적응적 컬러 샘플링을 이용한 Mobile Phone 카메라용 자동 화이트 밸런스 알고리즘," *한국해양정보통신학회*, 제12권 8호, pp.1356-1362, 2008.08.
- [8] Keith Jack, *Video Demystified A Handbook for the Digital Engineer Second Edition*, pp.42-43.
- [9] 김경린, 김주현, 광부동, 강봉순, "자동백색보정의 성능 향상을 위한 Single Tone Detection 알고리즘," *대한전자공학회 추계학술대회*, pp. 659-660, 2008.11.

저자소개



김경린(Kyung-rin Kim)

2007년 2월 동아대학교 전기전자 컴퓨터공학부 전자공학과 (공학사)  
 2007년 3월 ~ 현재 동아대학교 전자공학과 석사과정

※ 관심분야: 영상신호처리, SoC설계 및 무선통신



장원우(Won-woo Jang)

2005년 2월 동아대학교 전기전자컴퓨터공학부 전자공학과(공학사)  
 2007년 2월 동아대학교 전자공학과(공학석사)

2007년 3월~현재 동아대학교 전자공학과 박사과정  
 ※ 관심분야: 영상신호처리, SoC설계 및 무선통신



김주현(Joo-hyun Kim)

2002년 2월 동아대학교 전기전자컴퓨터공학부 전자공학과(공학사)  
 2004년 2월 동아대학교 전자공학과(공학석사)

2007년 2월 동아대학교 전자공학과(공학박사)  
 2007년 3월~현재 삼성전기 책임연구원  
 ※ 관심분야: 영상신호처리, SoC설계 및 무선통신



양훈기(Hoon-gee Yang)

1985년 연세대학교 전자공학과(공학사)  
 1987년 미국 SUNY at Buffalo 전기 및 컴퓨터공학과(공학석사)

1992년 미국 SUNY at Buffalo 전기 및 컴퓨터공학과(공학박사)

1993년~현재 광운대학교 전파공학과 교수  
 ※ 관심분야: UWB and wireless communication



강봉순(Bong-soon Kang)

1985년 연세대학교 전자공학과(공학사)  
 1987년 미국 University of Pennsylvania 전기공학과(공학석사)

1990년 미국 Drexel University 전기 및 컴퓨터공학과(공학박사)

1989년~1999년 삼성전자 반도체 수석연구원  
 1999년~현재 동아대학교 전자공학과 부교수  
 2006년~현재 멀티미디어 연구센터 소장  
 2006년~현재 2단계 BK21 사업팀장  
 ※ 관심분야: 영상신호처리, SoC설계 및 무선통신