

## 역광 이미지의 효율적인 컬러 색상 보정을 위한 Retinex 알고리즘의 성능 개선

김 영 탁\*, 유 재 형\*\*, 한 헌 수\*\*\*

### Retinex Algorithm Improvement for Color Compensation in Back-Light Image Efficiently

Youngtak Kim\*, Jaehyoung Yu\*\*, Hemssoo Hahn\*\*\*

#### 요 약

본 논문은 상대적으로 대비도 차이가 크게 나타나는 역광 이미지에 대해서 Retinex 알고리즘을 적용하여 보정했을 경우 발생하는 밝은 영역에서의 컬러 성분의 손실을 개선하기 위한 새로운 기법을 제안한다. 역광 이미지의 경우 밝은 영역과 어두운 영역에 대한 밝기 차이가 매우 크게 발생하기 때문에 Retinex 알고리즘을 이용하여 영상의 대비도를 향상시킬 경우 밝은 영역에서의 컬러 성분이 손실되는 현상이 발생한다. 이러한 손실을 보완하기 위해서 원본 영상의 밝은 영역에 해당하는 컬러 성분을 Retinex 알고리즘으로 보정된 영상에 추가해준다. K-mean 알고리즘을 이용하여 원본 영상에서의 밝은 영역, 어두운 영역, 중간 영역을 분리하고 밝은 영역에 대한 컬러 성분을 추가적으로 복원해 주며, 중간 영역에 대해서는 히스토그램에서의 위치를 기준으로 밝고 어두운 성분에 대한 비율을 고려하여 각 비율에 따라 원본 영상과 Retinex 복원 영상의 밝기 값을 함께 이용하도록 한다. 제안하는 알고리즘의 성능 평가를 위해 역광 현상이 강하게 나타나는 자연영상들을 대상으로 적용하여 기존의 Retinex 알고리즘보다 우수한 성능을 가지고 있음을 보였다.

▶ Keyword : 역광 이미지, 레틴넥스 알고리즘, k-mean 군집화

#### Abstract

This paper proposes a new algorithm that improve color component of compensated image using Retinex method for back-light image. A back-light image has two regions, one of the region is too bright and the other one is too dark. If an back-light image is improved contrast using Retinex method, it loses color information in the part of

• 제1저자 : 김 영 탁, 교신저자 : 한 헌 수

• 투고일 : 2010. 10. 29, 심사일 : 2010. 11. 03, 게재확정일 : 2010. 11. 17.

\*,\*\*,\*\*\* 숭실대학교 정보통신전자공학부 (Dept. of Electronic, Information and Communication Engineering, SoongSil University)

※ 이 논문은 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(NIPA-2010-(C1090-1021-0010)).

brightness of the image. In order to make up loss information, proposed algorithm adds color components from original image. The histogram can be divided three parts that brightness, darkness, midway using K-mean ( $k=3$ ) algorithm. For the brightness, it is used color information of the original image. For the darkness, it is converted using by Retinex method. The midway region is mixed between original image and Retinex result image in the ratio of histogram. The ratio is determined by distance from dark area. The proposed algorithm was tested on nature back-light images to evaluate performance, and the experimental result shows that proposed algorithm is more robust than original Retinex algorithm.

▶ Keyword : Back-Light Image, Retinex Algorithm, k-mean Clustering

## 1. 서론

사진의 기술이 날이 갈수록 진화해 감에 따라서 사진에 대한 후 보정, 즉 사진 영상에 대한 색상 및 밝기 요소들의 효과적인 개선 방법들에 대한 연구가 활발해지고 있다[1~4]. 사진은 항상 빛의 밝기와 방향에 대해 상당한 영향을 받기 때문에 이러한 요소들을 고려하지 않았거나 피치 못 할 경우가 발생하는 경우에는 이미지에서의 중요한 영역의 정보들을 얻지 못하는 치명적인 상황에 접할 수 있다. 특히 피사체가 광원을 등지고 있을 경우 피사체의 영역이 매우 어둡게 나오는 것을 흔히 볼 수 있는데 이러한 역광 이미지의 경우에는 밝기의 대비도를 고려한 효과적인 보정 알고리즘이 필요하다[5].

영상 이미지의 대비도 향상에서 가장 많이 사용되고 있는 알고리즘의 하나로 Retinex 알고리즘이 있다[6]. 일반적인 카메라의 경우 저조도의 환경에서 잘 적용하지 못하기 때문에 물체에 대한 분별이 어렵다. Retinex 알고리즘은 카메라의 이러한 특징을 고려하여 사람의 눈과 같이 시간이 지남에 따라 적용 할 수 있는 능력을 영상에서도 표현할 수 있도록 구현한 것으로 환경에 적응하여 대비를 향상시키도록 하는 것이 특징이다. 이러한 Retinex 알고리즘은 영상의 밝기와 인지된 감각 사이에는 로그 관계를 가진다는 Weber-Fechner's Law와 영상의 밝기는 조명 성분과 반사 성분의 곱으로 이루어진다는 Land의 시각적 모델을 가정하여 조명 성분의 영향을 줄이고 사물의 특징을 표현하는 반사 성분을 나타냄으로써 대비도를 향상시키는 방법이다. 이러한 Retinex 알고리즘을 개선하여 특정 환경에서 얻어진 영상 이미지를 보정하는 연구가 많이 진행되고 있다[10~14].

보편적인 자연영상 중에서 역광 이미지의 경우 일반적으로 매우 밝은 부분과 매우 어두운 부분으로 크게 나누어질 수 있

다. 피사체의 배경에 존재하는 매우 밝은 광원으로 인해 발생하는 현상으로 배경은 매우 밝은 성분을 가지는데 반해 피사체는 매우 어두운 성분을 가지는 것이 대표적인 경우라고 할 수 있다. 이러한 역광 이미지에 대해 Retinex 알고리즘을 적용하는 경우 어두운 영역에 속하는 피사체의 형태와 내부요소들은 대비도가 향상되어 화질이 개선됨을 알 수 있다. 하지만 밝은 영역의 경우에는 밝기 성분이 매우 높아지는 현상으로 원본에서의 컬러 성분이 손상되는 것을 볼 수 있다.

그림 1 은 본 논문에서 제안하는 알고리즘의 흐름도를 보여준다.

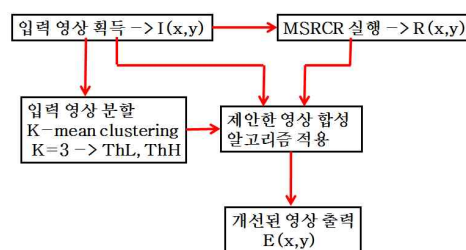


그림 1. 제안된 알고리즘의 전반적 흐름도  
Fig. 1. Overall Flowchart for Proposed Algorithm.

본 논문에서 제안하는 알고리즘은 역광 이미지에 대한 기존 Retinex 알고리즘을 적용하였을 경우 손상될 수 있는 밝은 영역의 컬러 성분을 효과적으로 보정할 수 있도록 하는 것이다. 이를 위해서 우선 역광 이미지에 대한 컬러 히스토그램 분석을 통해 각 컬러 성분들의 밝기 분포를 조사하고 밝고 어두운 영역을 분리한다. 밝고 어두운 영역을 구분하기 위해서는 임계치 값이 필요하다. 하지만 고정된 임계치의 값을 사용하는 경우 다양한 영상 이미지에 효과적으로 적용할 수 없기 때문에 능동적으로 임계치의 값을 정할 필요가 있다. 능동적인 임계치의 선정을 위해 K-mean 알고리즘[9]( $k=3$ )을 이용

하여 영상을 매우 밝은 영역, 매우 어두운 영역, 중간 영역 과 같이 3개의 영역으로 나누도록 한다. 이렇게 구분되어진 영역에 Retinex 알고리즘을 적용하여 향상된 화질의 영상과 원본에서의 컬러 정보를 융합하는 과정을 통해 역광 이미지를 개선하도록 한다. 중간 영역의 경우 히스토그램에서의 위치 정보를 이용하여 밝은 영역, 혹은 어두운 영역에 가까운 비율을 통해 원본, 혹은 Retinex 보정 영상의 값을 더함으로써 처리하도록 한다.

## II. 역광 이미지의 특징 분석

### 2.1. 자연영상에서의 역광 이미지 특징

일반적인 자연영상에서의 역광 이미지는 앞에서 언급한 것과 같이 밝은 성분의 배경을 가지는 동시에 피사체의 경우 매우 어둡게 나오기 때문에 중요한 정보들이 많이 사라지는 특징을 가지고 있다. 그림 2 는 자연영상에서 역광의 특징이 많이 나타나는 대표적인 이미지들을 보여준다.

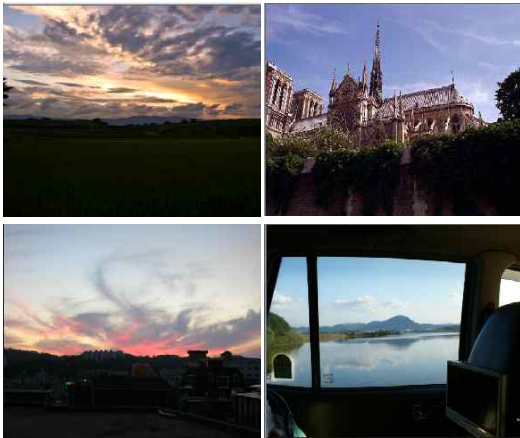


그림 2 자연 영상에서 역광 이미지들  
Fig. 2. Back-light images of natural picture

그림 2 와 같은 역광 사진들은 공통적으로 밝은 배경 부분과 어두운 피사체 부분을 가지고 있다. 이것은 사진을 찍는 카메라의 특성상 태양광과 같은 매우 밝은 광원이 피사체의 등 뒤에 존재하게 될 경우에 발생할 수 있다. 따라서 피사체에 해당하는 어두운 영역에 대한 보정을 할 필요가 있다.

### 2.2 기존의 Retinex 알고리즘

기존의 Retinex 알고리즘은 영상의 밝기와 인지된 감각 사이에는 로그 관계를 가진다는 Weber-Fechner's Law와 영상의 밝기는 조명 성분과 반사 성분의 곱으로 이루어진다는 Land의 시각적 모델을 가정하여 조명 성분의 영향을 줄이고 사물의 특징을 표현하는 반사 성분을 나타냄으로써 대비도를 향상시키는 방법이다[6].

일반적으로 Retinex 알고리즘의 기본원리는 입력영상에 들어있는 배경성분을 제거하는 것이다. 배경영상은 입력영상의 평균적인 영상으로 생각할 수 있는데, 이것은 적당한 스케일의 가우시안 필터를 적용하여 얻을 수 있다. 이 필터를 적용하면 입력영상에서 필터사이즈 보다도 작은 스케일은 무시하는 효과를 준다. 또한 입력영상에서의 반사성분은 입력영상을 앞서 구한 배경영상으로 나누면 되고, Retinex 출력은 이 반사성분에 로그 값을 취하여 얻어진다. 이 로그 값을 취함으로써 반사 성분이 분포하는 범위를 압축하는 효과를 얻을 수 있게 된다.

Retinex는 입력 영상의 채널에 따라서 두 가지로 구분할 수 있는데, 하나의 스케일에 대해서 적용하는 경우를 SSR(Single Scale Retinex) 알고리즘이라고 하며 컬러영상과 같이 RGB의 세 개의 스케일에 대해서 적용하는 경우 MSR (Multi Scale Retinex) 알고리즘이라 한다[6-7].

그림 3 은 MSR 알고리즘의 블록 다이어그램을 보여준다.

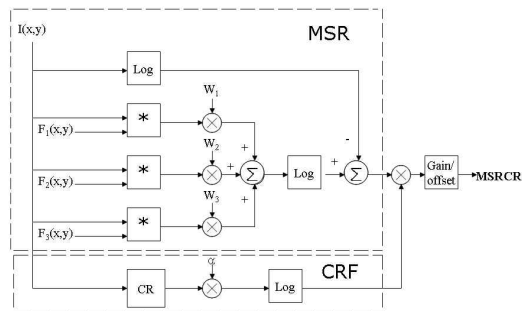


그림 3 MSR 알고리즘의 블록 다이어그램  
Fig. 3. Block diagram for MSR of Retinex method

SSR 알고리즘은 식 (1)로 정의할 수 있다.

$$R_i(x, y) = \log I_i(x, y) - \log[F(x, y) * I_i(x, y)] \quad (1)$$

$(x,y)$ 는 해당 화소의 좌표를 의미하며,  $I_i(x,y)$ 는  $i$  번째 색상 성분을 나타낸다, 즉 RGB 영상의 경우  $i = 1, 2, 3$  이다.  $R_i(x,y)$ 는  $i$  번째 색상의 SSR 결과를 나타낸다. \* 연산은 컨벌루션 연산을 나타내고  $F(x,y)$ 는 조명 성분 추정을 위한 Gaussian Center/Surround 함수로 식 (2)와 같이 정의된다.

$$F(x,y) = K \exp[-(x^2 + y^2)/c^2] \quad (2)$$

식 (2)에서  $c$ 는 Gaussian Center/Surround 상수를 나타내며,  $K$ 는 식 (3)과 같이 구해진다.

$$\iint F(x,y)dxdy = 1 \quad (3)$$

$c$ 가 너무 작은 경우 영상의 경계를 보존하면서 어두운 영역의 정보가 복원된다. 하지만 원 영상에서의 어두운 영역과 밝은 영역 사이의 차이가 너무 줄어들어 회색조로 보이는 영상을 얻게 된다. 반면  $c$ 가 큰 경우 어두운 영역과 밝은 영역의 차이가 적절하지만 영상의 경계 정보와 밝은 영역의 정보가 손실되게 된다.

MSR은 다수의 SSR 결과 영상의 가중치 합으로 표현된다.

$$R_{MSR_i} = \sum_{n=1}^N W_n R_{n_i}, \sum_{n=1}^N W_n = 1 \quad (4)$$

식 (4)의  $n$ 은 서로 다른  $c$  상수를 갖는 SSR의 횟수를 말하며,  $W_n, R_n$ 는  $n$ 번째 SSR 결과와 가중치이다. MSR은 서로 다른  $c$  값을 이용한 여러 개의 SSR 결과를 이용하여 1개의  $c$  값을 이용하는 경우 SSR 단점을 보완한다. Gain-offset 과정은 로그(Log)로 인해 변형된 표현 범위를 8bit로 변환하고 색 보정 과정은 Red, Green, Blue의 색균형을 조절하고 색을 선명하게 한다

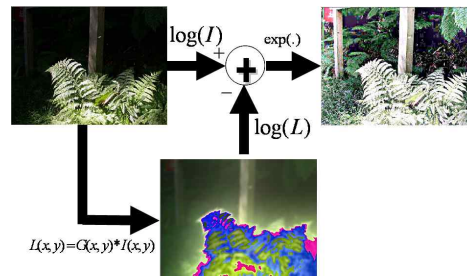


그림 4. Retinex 보정 알고리즘  
Fig. 4. Retinex algorithm

그림 4는 Retinex 알고리즘의 처리 과정을 도식적으로 보여준다.

### 2.3. Retinex 기법을 통한 역광 사진 보정

기존의 Retinex 알고리즘은 역광 이미지에 대한 보정이 가능하며 원하는 형태의 정보를 얻을 수 있다. 그림 5는 이러한 역광 이미지에 대한 대표적인 예시와 이에 대한 Retinex 알고리즘 적용으로 개선된 결과를 보여준다.



그림 5. 역광 이미지와 Retinex 보정 결과  
Fig. 5. Back-light images of natural picture

그림 5에서 볼 수 있듯이 Retinex 알고리즘의 경우 어두운 영역에 대한 화질은 상당히 개선되어 있는 것을 볼 수 있지만 밝은 영역, 즉 배경에 해당하는 성분들은 오히려 컬러 성분이 사라져 있음을 알 수 있다. 이것은 Retinex 보정 과정에 Log 함수를 사용하기 때문에 어두운 부분에서는 대비도 향상이 우수하지만 밝은 컬러 정보의 경우는 잃어버리게 되기 때문이다. 그림 6은 이러한 Log 함수의 예시를 보여준다.

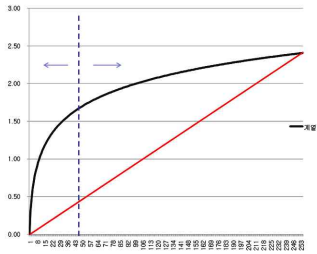


그림 6. Retinex에서 사용하는 Log 함수 곡선  
Fig. 6. Log function using in Retinex

### III. Retinex 알고리즘 성능 개선

#### 3.1. K-mean 을 이용한 밝기 영역 구분

K-mean 알고리즘은 대표적인 클러스터링 알고리즘으로 여러 개의 데이터가 분포된 표본 영역에서 개체들의 분포를 가장 간단하게 구분할 수 있다[9]. 여기서 k 의 의미가 몇 개의 그룹으로 구분할 것인지를 지정하는 것이며 본 논문의 제안한 알고리즘에서는 3개로 지정하였다.

제안하는 알고리즘을 적용하기 위해서는 영상 이미지에서의 밝은 영역과 어두운 영역, 그리고 적응적인 임계치를 위한 중간 영역의 분리가 반드시 필요하다. 이를 위해 본 논문에서는 K-mean (k=3)알고리즘을 적용하여 영상이 가지는 히스토그램을 3개의 영역으로 구분하도록 한다.

그림 7 은 임의의 역광 이미지에 대한 히스토그램 분포와 이에 대한 영역 분할 과정을 보여주고 있다.

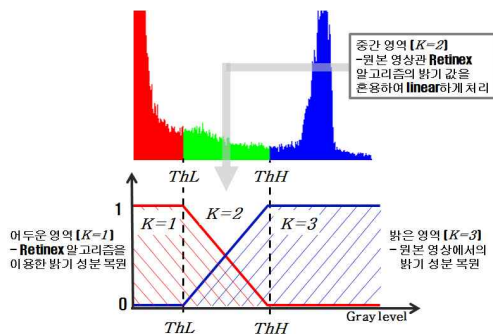
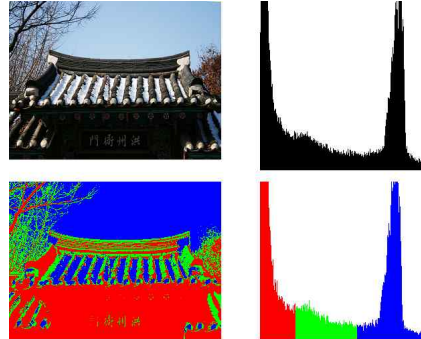


그림 7. 역광 이미지의 히스토그램 및 분할 과정  
Fig. 7. Histogram segmentation of back-light image

그림 7 에서와 같이 영역은 3개로 나누어지도록 되어 있으며, 각각 어두운 영역(K=1:0~ThL), 중간 영역(K=2:ThL~ThH), 밝은 영역(K=3:ThH~255)이다. 이와 같은 구분을 통해

얻은 결과를 그림 8 을 통해 알 수 있다. 이것은 영상이 가지는 히스토그램의 구분을 통해 얻은 결과이다.



K-mean Clustering (K = 3)  
그림 8. 히스토그램 영역 분할 결과 이미지  
Fig. 8. Result of histogram segmentation

그림 8 에서 볼 수 있듯이 중간 영역에 해당하는 부분은 원본 영상 내에서 일반적으로 밝은 영역과 어두운 영역의 사이에 들어가 있는 것을 볼 수 있는데 이 영역들에 대한 효과적인 보정 방법이 필요하다.

#### 3.2. Retinex 알고리즘의 컬러 보정 성능 향상

Retinex 알고리즘을 이용한 보정된 영상의 밝은 영역 컬러 성분이 손상되는 것을 보완하기 위해 Retinex 보정 이미지에 원본 이미지의 컬러 성분을 추가로 이용하도록 한다.

앞에서 설명한 바와 같이 영상의 히스토그램에서 밝은 영역의 경우는 원본 영상에서의 컬러 정보를 결과 영상에 적용하며 어두운 영역의 경우는 Retinex 알고리즘을 통한 보정된 컬러 성분을 결과 영상에 적용한다. 나머지 중간 영역에 대해서는 그림 9 와 같이 어두운 영역과 밝은 영역 사이의 거리에 비례적인 선형 그래프를 통해 각 영역에서 가지는 비율을 식 (5)와 같이 계산하여 보정 밝기 값을 결정한다.

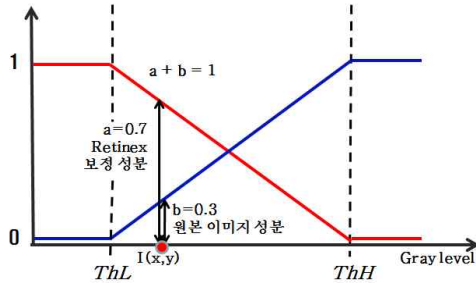


그림 9. 히스토그램의 중간 영역에서의 비례적인 보정  
Fig. 9. Compensation in midway area of histogram

$$E(x,y) = \begin{cases} R(x,y), & \text{if } 0 \leq I(x,y) \leq ThL \\ R(x,y) \times a + I(x,y) \times b, & \text{if } ThL < I(x,y) < ThH \\ I(x,y), & \text{if } ThH < I(x,y) < 256 \end{cases} \quad (5)$$

$$a = (ThH - I(x,y)) / (ThH - ThL) \quad (6)$$

$$b = (I(x,y) - ThL) / (ThH - ThL) \quad (7)$$

$$a + b = 1 \quad (8)$$

여기서,  $E(x,y)$ 는 개선된 영상 출력이고,  $I(x,y)$ 는 원본 영상 및  $R(x,y)$ 는 Retinex 보정 영상이다. 식 (6),(7)의  $a$ 와  $b$ 는 각각 Retinex 보정 영상의 밝기 값과 원본 영상의 밝기 값을 출력 영상에 비율로 적용되고 식 (8)를 만족 한다.

그림 9에서 왼쪽은 어두운 영역을 의미하고 오른쪽으로 진행 할수록 밝은 영역을 의미한다. 중간 영역이 시작하는 위치부터 끝나는 위치까지의 영역에 대해서 왼쪽에서부터 감소하는 그래프는 Retinex 알고리즘에 의해 보정된 컬러 성분이 되고 왼쪽에서부터 증가하는 그래프는 원본 영상이 가지고 있는 컬러 성분이 된다. 따라서 그림 9에서 설명하는 예시로부터 해당 영역의 밝기 값에 해당하는 부분은 Retinex 알고리즘으로부터 보정된 값을 70% 가지며 나머지 30%의 컬러 성분은 원본 이미지로부터 가져움을 알 수 있다.

위의 과정을 그림 10과 식 (5)을 통해 설명하고 있다.

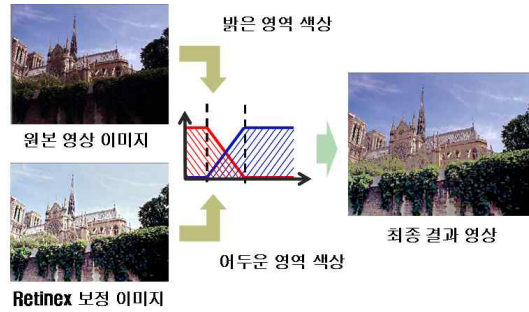


그림 10. Retinex 알고리즘의 컬러 성분 보정  
Fig. 10. Color components correction of Retinex

그림 10을 통해 알 수 있듯이 Retinex 알고리즘을 통해 얻은 결과 영상에서 밝은 부분의 잃어버린 컬러 정보를 원본 영상 이미지로부터 보정할 수 있다.

### V. 실험 및 평가

제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위한 방법으로 기존의 Retinex 알고리즘을 통한 역광 이미지의 개선 결과와 제안한 알고리즘을 이용한 역광 이미지의 결과를 비교하였다. 역광 이미지는 자연환경을 배경으로 획득한 컬러 영상을 대상으로 하였다.

그림 11은 역광 이미지에서의 K-mean 알고리즘을 이용한 밝기 성분의 세그멘테이션 결과와 이를 통해 얻어진 컬러 성분 보정 결과를 보여준다.

그림 11에서 (a)는 원본 영상을 보여주며, (b)는 영상의 히스토그램에 대해서 K-mean 알고리즘을 이용하여 밝은 영역, 어두운 영역 및 중간 영역을 나눈 결과이다. (c)는 히스토그램의 영역 구분 결과를 통해 얻은 세그멘테이션 결과를 보여준다. 이러한 과정을 통해 영역을 구분함으로써 중간영역에서의 자연스러운 보정을 얻을 수 있다.

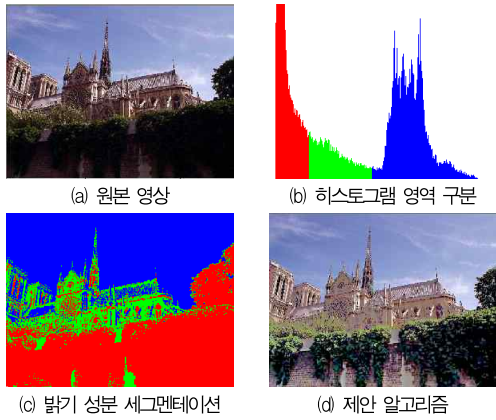
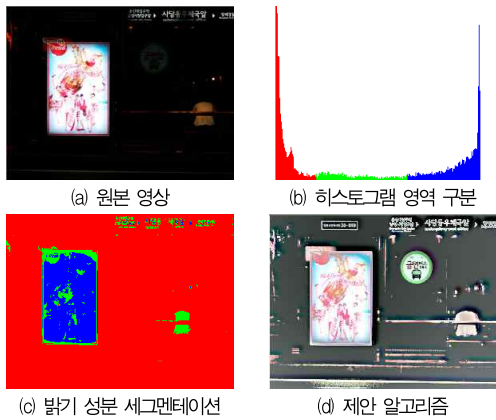
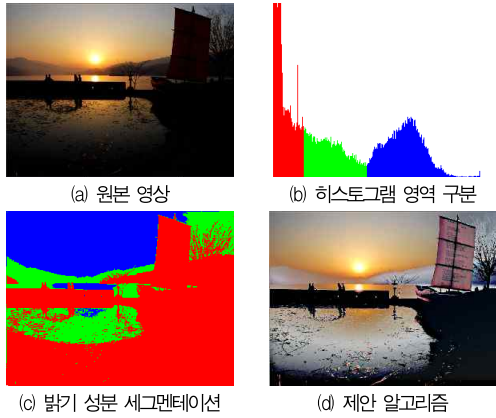
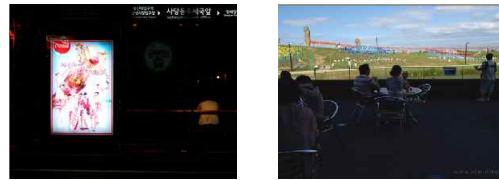


그림 11. 역광 이미지의 컬러 성분 보정을 위한 밝기 성분의 영역 세그멘테이션 결과

Fig 11. Segmentation result of back-light image for color correction

의 보정 결과와 제안한 알고리즘에 대한 결과를 비교하여 보여준다. 자연 영상에서 가장 흔하게 볼 수 있는 역광 사진들을 통해서 제안한 알고리즘의 효율성을 검증하였다.



(d) 는 이러한 과정을 통해 얻어진 최종적으로 보정된 결과를 보여준다.

그림 12 는 기존 Retinex 알고리즘을 이용한 역광 이미지

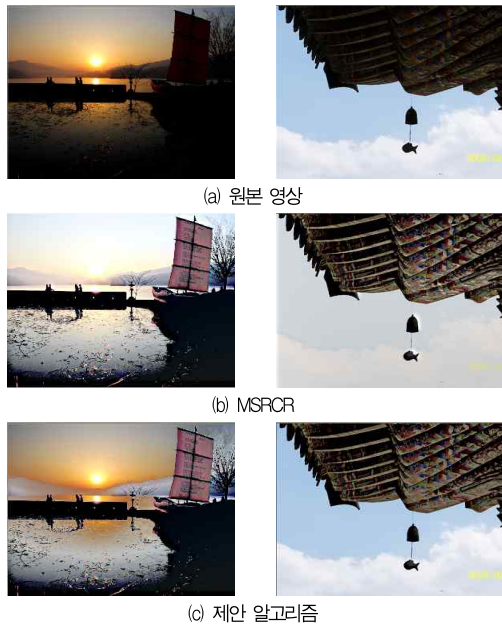


그림 12. 역광 이미지에 대해서 Retinex 알고리즘을 이용한 MSRCR 결과 이미지와 제안하는 알고리즘에 대한 결과 비교  
 Fig 12. Comparison of MSRCR and proposed algorithm using back-light images

그림 12 의 (a) 는 대표적인 역광 사진이며, (b) 는 기존 Retinex 알고리즘을 이용하여 얻은 보정 결과 이미지이다. (c) 는 제안한 알고리즘을 통해 얻은 결과 이미지이다.



그림 13. 역광 이미지에 대해서 K-Retinex 알고리즘을 이용한 결과 이미지와 제안하는 알고리즘에 대한 결과 비교  
 Fig 13. Comparison of K-Retinex and proposed algorithm using back-light images

그림 13 의 (a) 는 대표적인 역광 사진이며, (b) 는 기존 강

봉침의 1명이 제안한[12] K-Retinex 알고리즘을 이용하여 얻은 보정 결과 이미지이다. (c) 는 제안한 알고리즘을 통해 얻은 결과 이미지이다.

K-Retinex 알고리즘은 전반적으로 대비도가 향상되는 것을 볼 수 있지만, 제안한 알고리즘은 K-Retinex 알고리즘 보다 야기의 옷의 무늬가 더 선명하게 나타남을 볼 수 있다.

결과를 통해 알 수 있듯이 기존의 Retinex 알고리즘의 경우 어두운 영역에서의 화소 값들의 대비도가 매우 향상됨으로써 효과적으로 개선된 영상을 얻을 수 있다. 하지만 밝은 영역의 경우에 대해서는 컬러 정보가 희미해지거나 정보 자체가 사라지는 경우가 발생함을 알 수 있다. 이는 특히 그림 12 의 두 번째 영상(매우 어두운 이미지)과 같은 경우 매우 밝은 박스 영역에서의 데이터가 오히려 사라져 버리는 것을 알 수 있다. 이와 다르게 제안한 알고리즘의 경우 어두운 영역에서는 기존 Retinex 보정 결과와 동일하면서도 밝은 영역에서의 정보도 함께 유지하고 있음을 알 수 있다.

## VI. 결론

기존의 Retinex 알고리즘의 경우 영상의 대비도 향상을 통한 화질개선이 탁월하다. 하지만 자연영상에서 흔히 얻을 수 있는 역광 영상에서 Retinex 알고리즘을 적용할 경우 어두운 영역에서는 비교적 대비도 향상이 잘되는 반면 밝은 영역에 대한 컬러 성분이 손실되는 단점을 보이고 있다. 본 논문에서는 이러한 Retinex 알고리즘의 단점을 보완하기 위해 역광 이미지가 가지는 특징을 분석하고 이를 보완하기 위한 알고리즘을 제시하였다. 역광 이미지가 가지는 밝기 영역을 K-mean 알고리즘을 이용하여 3가지로 구분하였고 각 영역에 따라서 다른 컬러 정보를 가져오거나 혼합하는 형태를 취함으로써 효율적인 결과 영상을 얻을 수 있었다. 기존 Retinex 알고리즘을 통한 결과와의 비교를 통해 컬러 성분의 보정이 탁월함을 알 수 있었다.

## 참고문헌

[1] L. Meylan, D. Alleysson, and S. Süstrunk, "Model of retinal local adaptation for the tone mapping of color filter array images," J. Opt. Soc. Am. A, Vol.24, No.9, pp.2807-2816, 2007.  
 [2] D. H. Choi. I. H. Jang. N.C. Kim. "Color Image Enhancement Based on an Improved Image



- Formation Model," Jurnal of the IEEK SP, Vol. 4, No. 6, pp. 65-84, 2006.
- [3] C. Ke, "Adaptive Smoothing Via Contextual and Local Discontinuities," IEEE Transactions on Pattern analysis and machine intelligence, Vol.27, No.10, pp.1552-1567, 2005.
- [4] Y. K. Park and J. K. Kim, "A New Methodology of Illumination Estimation/ Normalization for Robust Face Recognition," IEEE international Conference on image Processing, 2007.
- [5] M. C. Su, J. H. Guo, D. T. Lin, G. C. Wang, "New compensation algorithm for color backlight images," Neural Networks, 2002. IJCNN '02. Proceedings of the 2002 International Joint Conference, vol. 2, pp. 1396-1400, Honolulu, Hawaii, America, May 2002.
- [6] Z. Rahman, G. A. Woodell, D. J. Jobson, "A Comparison of the Multiscale Retinex with Other Image Enhancement Techniques," NASA Langley Technical Report, 1997.
- [7] Daniel J. Jobson and Zia-ur Rahman, "Properties and Performance of a Center/ Surround Retinex," IEEE Trans. Image Process, Vol.6, No.3, pp.451-492, 1997.
- [8] D. J. Jobson, Z. Rahman, and G. A. Woodell, "A Multiscale Retinex for Bridging the Gap between Color Images and The Human Observation," IEEE Trans. Image Process, Vol.6, No.7, pp.965-976, 1997.
- [9] K. Alsabti, S. Ranka, and V. Singh, "An Efficient k-means Clustering Algorithm," Proc. First Workshop High Performance Data Mining, Mar. 1998.
- [10] D. H. Choi, I. H. Jang, M. H. Kim, and N. C. Kim, "Color image enhancement based on single-scale retinex with a JND-based nonlinear filter," in Proc. IEEE Int. Symp. Circuits and Syst., New Orleans, USA, pp.3948-3951, 2007.
- [11] I. S. Jang, K. H. Park and Y. H. Ha, "Color Correction by Estimation of Dominant Chromaticity in Multi-Scaled Retinex," Jurnal of Imaging Science and Technology, Vol.53, No.5, 2009.
- [12] B. H. Kang, C. W. Jeon, and H. S. Ko. "K-Retinex Algorithm for Fast Back-Light Compensation," Jurnal of the IEEK SP, Vol. 44, No. 2, pp. 126-136, 2007.
- [13] Y. T. Kim, H. S. Han. "detection method using Retinex based on Median filter in the Fog Image," Jurnal of the Korea Society of Computer and information, Vol. 15, No. 8, pp. 31-39, 2010.
- [14] J. D. Kim, Y. J Han. H. S. Han. "Image-based Water Level Measurement Method Adapting to Ruler's Surface Condition,"Jurnal of the Korea Society of Computer and information, Vol. 15, No. 9, pp. 67-76, 2010.

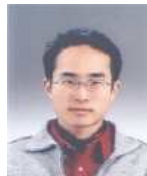
### 저자 소개

#### 김영탁



1992: 숭실대학교 전자공학과 학사  
 1994: 숭실대학교 대학원 전자공학과 석사  
 2005~현재: 숭실대학교 대학원 전자공학과 박사과정  
 관심분야: 로봇비전시스템, 영상처리  
 E-mail : yt@novapexmobile.com

#### 유재형



2007: 숭실대학교 정보통신전자공학부 학사  
 2009: 숭실대학교 대학원 전자공학과 석사  
 2009~현재: 숭실대학교 대학원 전자공학과 박사과정  
 관심분야: 영상처리, 임베디드 시스템  
 E-mail : caution0@ssu.ac.kr

#### 한헌수



1991: University of Southern California 공학 박사  
 1992~현재: 숭실대학교 정보통신전자공학부 교수  
 관심분야: 자동화 시스템, 센서 융합, 물체 인식  
 E-mail : hahn@ssu.ac.kr