

# 영상의 히스토그램 군집화에 의한 영상 대비 향상

## A Image Contrast Enhancement by Clustering of Image Histogram

홍석근, 이기환, 조석제  
Seok-Keun Hong, Ki-Hwan Lee, Seok-Je Cho

### 요약

영상 대비 향상은 영상 처리 분야에서 중요한 역할을 한다. 히스토그램 스트레칭이나 히스토그램 균등화 등 기존 대비 향상 기법들과 히스토그램 균등화 기반의 수많은 방법들은 저대비에 소수의 화소들이 넓게 퍼져 있는 영상에 대해서 만족할만한 결과를 내지 못한다. 따라서 본 논문은 군집화 방법에 기반한 새로운 영상 대비 향상 기법을 제안한다. 히스토그램의 군집수는 원영상의 히스토그램을 분석하여 얻을 수 있다. 히스토그램 성분들을 K-means 알고리즘을 이용하여 군집화한다. 그리고 히스토그램 군집 범위와 군집의 화소수 비율을 비교하여 히스토그램 스트레칭과 히스토그램 균등화를 선택적으로 적용한다. 실험 결과로부터 제안한 방법이 기존의 대비 향상 기법들보다 더 효과적임을 확인할 수 있었다.

### Abstract

Image contrast enhancement has an important role in image processing applications. Conventional contrast enhancement techniques, histogram stretching and histogram equalization, and many methods based on histogram equalization often fail to produce satisfactory results for broad variety of low-contrast images. So, this paper proposes a new image contrast enhancement method based on the clustering method. The number of cluster of histogram is found by analysing the histogram of original image. The histogram components is classified using K-means algorithm. And then these histogram components are performed histogram stretching and histogram equalization selectively by comparing cluster range with pixel rate of cluster. From the experimental results, the proposed method was more effective than conventional contrast enhancement techniques.

**Keywords** : Clustering, K-means algorithm, Histogram equalization, Histogram stretching, Contrast enhancement

### 1. 서론

디지털 영상 획득 장치로 획득한 영상은 열악한 주위 환경과 전송 과정에서 잡음으로 인해 왜곡되거나 흐린 저대비로 표현될 경우가 있다. 이러한 특성은 야간에 촬영하는 영상의 경우 불균일한 조명의 영향으로 인해 더욱 두드러진다. 이러한 영상에서 필요한 정보를 얻기 위해서는 영상 향상(image enhancement) 과정을 거쳐 영상의 시계를 분명히 할 필요가 있다. 영상 향상은 영상의 시각적 효과를 증대하거나, 영상 분석과 인식에 편리하도록 영상을 가공 또는 형태를 변화하는 것을 말한다. 그리고 영상 향상 기법 중에서 영상이 선명하게 보이도록 하는 영상의 대비 향상(image contrast enhancement) 기법이 많이 연구되고 있다 [1].

대비 향상 기법은 영상 처리 분야에서 중요한 위치를 차지하고 있다[2]. 대비 향상 기법은 명암도 변환 기반 방법(gray-level transformation based technique)과 히스토그램 처리 방법(histogram processing technique)으로 나뉜다. 이 중 히스토그램 처리를 통해 영상의 동적 범위(dynamic

range)를 넓혀주는 방법이 가장 널리 사용되고 있다.

기본적인 히스토그램 처리 방법은 히스토그램의 명암도 분포를 확장하는 히스토그램 스트레칭법(histogram stretching method)과 명암도 분포를 균등하게 나타내는 히스토그램 균등화법(histogram equalization method)이 있다. 히스토그램 스트레칭 방법은 시각에 잘 들어오지 않는 노이즈와 적은 양의 화소수가 흩어져 있을 경우 명암도 분포를 확장할 수 없고, 히스토그램 균등화는 좁은 범위에 많은 수가 밀집해 있거나 넓은 범위에 적은 수가 분포되었을 경우 영상의 밝기가 보장되지 않은채 전체적으로 퇴색하는 문제점이 있다.

고전적인 히스토그램 처리 방법의 이러한 단점을 보완하기 위해 히스토그램 균등화법을 기반으로 하는 개선된 방법들이 많이 연구되었다. 영상의 평균 명암도를 임계점으로 선정하고 히스토그램을 나누어 각각의 영역에 히스토그램 균등화법을 적용하는 BBHE[3] 방법이 소개되었다. 이 방법은 평균 명암도를 임계점으로 이용함으로써 영상 전반적인 퇴색을 방지할 수 있다. DSIHE[4] 방법은 BBHE와 유사하지만 평균 명암도 대신 통계적 누적도수가 0.5가 되는 명암도를 임계점으로 선정한다. SPLHM[5]은 히스토그램 형태를 보존하면서 지역적으로 영상의 동적 범위를 넓혀주는 방법이다. 이들은 히스토그램을 제안한 기준으로 나누고 지역적으로 처리하기 때문에 고전적인 히스토그램 균등화

\*한국해양대학교

투고 일자 : 2009. 9.16 수정완료일자 : 2009. 10.27  
계재확정일자 : 2009. 10.29

보다 더 우수한 성능을 보이지만 적용하는 구간의 분포특성에 따라 결국 히스토그램 균등화의 문제점이 드러날 수 있는 여지는 계속 존재한다[6]. 이러한 문제점은 지역에 따라 히스토그램 균등화를 선택적으로 적용함으로써 해결될 수 있다.

전역적인 처리는 지역적인 밝기 특성을 보존해주지 못하기 때문에 영상의 작은 지역에 대한 대비 향상 성능을 떨어뜨리거나 오히려 대비 손실의 결과를 가져올 수 있다. BBHE와 DSIHE는 영상의 밝기 보전(brightness preserving)과 물체와 배경을 따로 분리하여 적용하기 위하여 히스토그램을 둘로 나누어 처리한다. 이는 영상의 전반적인 퇴색을 방지할 뿐만 아니라 물체와 배경의 명암도 범위를 고려하여 개별적으로 처리하기 때문에 원영상의 밝기를 보전하면서 효과적으로 개선할 수 있다. 하지만 위의 방법들은 밝기 보전을 위해 영상의 명암도 평균값과 누적도수가 0.5가 되는 지점을 임계점으로 제시했지만 두 영역의 범위 차이가 과도하게 크고 큰 영역에서 빈의 수가 많은 화소가 존재할 경우 고전적인 히스토그램 균등화법의 단점을 그대로 보인다. 그리고 원영상의 히스토그램 분포특성에 따라 히스토그램을 나누는 임계점이 적절한 기준이라 보장할 수 없다.

본 논문에서는 영상의 히스토그램을 균집화하고 지역적인 명암도 분포특성에 따라 선택적으로 히스토그램 처리하여 영상의 명암도 대비를 향상하는 방법을 제안한다. 지역적인 히스토그램 처리를 위해 히스토그램의 분할점을 선정하는 문제를 균집화 문제로 간주한다. 원영상의 히스토그램 분포형태와 특성을 분석하여 균집수를 결정한 후 K-means 알고리즘을 이용하여 히스토그램을 균집화한다. 그리고 각 균집의 범위와 원영상의 화소수 비율을 이용하여 히스토그램 스트레칭과 히스토그램 균등화를 선택적으로 적용함으로써 기존의 방법들이 안고 있었던 히스토그램 균등화의 문제점을 개선시킬 수 있었다.

## II. 기존의 영상 대비 향상 기법

### 2.1 히스토그램 스트레칭

히스토그램 스트레칭은 원영상의 히스토그램에서 명암도 간격을 균등하게 재분배 하여 영상의 동적범위를 넓혀주는 방법이다[2]. 입력 영상의 명암도  $X_k$ 에 히스토그램 스트레칭을 적용한 결과 영상의 명암도  $f(X_k)$ 는 식 (1)과 같다.

$$f(X_k) = \frac{X_k - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \times (L-1) \quad (1)$$

여기서,  $(L-1)$ 은 출력 영상의 최대 명암도이고,  $X_k$ 은 명암도  $k$ 의 입력 영상이며,  $X_{\max}$ 과  $X_{\min}$ 는 입력 영상의 최대 명암도와 최소 명암도이다.

히스토그램 스트레칭은 동적범위가 좁은 저대비 영상에 적용했을 때 좋은 성능을 보인다. 저대비 영상 그림 1의 (a)에 히스토그램 스트레칭을 적용한 결과가 그림 1의 (b)와 같다. 중간 명암도에 집중 분포된 히스토그램을 그림 1

의 (b)와 같이 펼쳐줌으로써 결과 영상이 선명해졌다.

그러나 모든 명암도에 걸쳐 화소들이 분포되어 있는 영상은 히스토그램 스트레칭으로 대비를 향상할 수 없다. 이러한 사실은 그림 2에 나타난 히스토그램에서 확인할 수 있다. 원영상의 히스토그램은 그림 2의 (a)와 같다. 이러한 영상에 히스토그램 스트레칭을 적용하여 얻을 수 있는 영상의 히스토그램 분포는 그림 2의 (b)와 같다. 저대비 영상이라도 전체적으로 소수의 화소가 분포되어 있거나 최소, 최대 명암도에 화소가 분포되어 있는 영상에도 히스토그램 스트레칭의 효과가 없음을 알 수 있다.

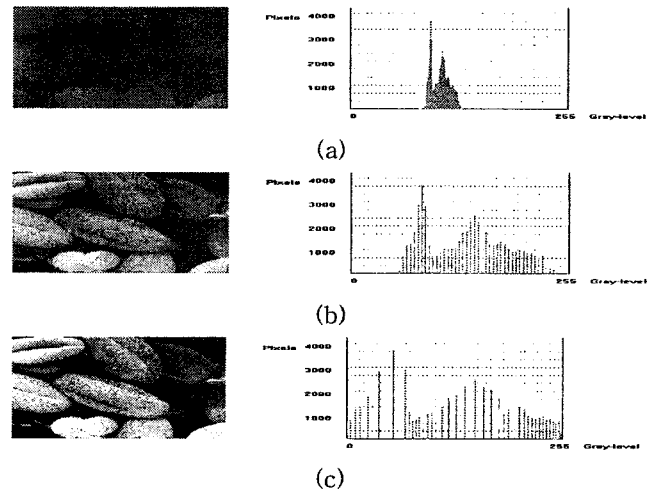


그림 1. 기존의 영상 대비 향상 예  
(a) 원영상 (b) 히스토그램 스트레칭 결과  
(c) 히스토그램 균등화 결과

Fig. 1. An example of conventional image contrast enhancement  
(a) original image (b) result of histogram stretching  
(c) result of histogram equalization

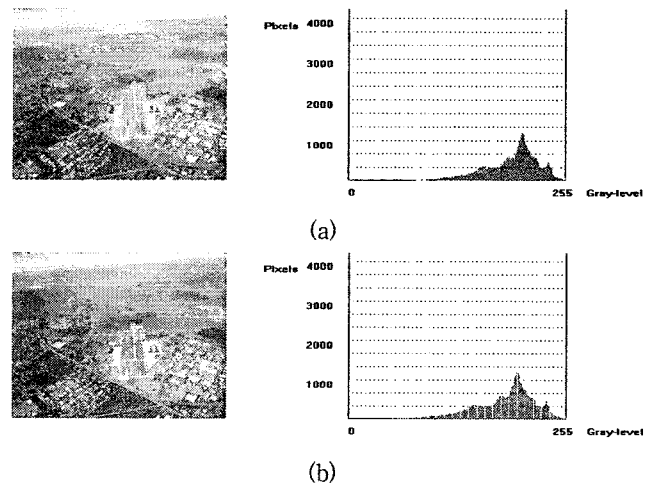


그림 2. 히스토그램 스트레칭의 단점을 보여주는 예  
(a) 원영상 (b) 출력 영상

Fig. 2. Example of histogram stretching's weak point  
(a) original image (b) output image

2.2 히스토그램 균등화

히스토그램 균등화는 저 대비 영상의 히스토그램을 확률적으로 재분배하여 히스토그램이 전체적으로 화소가 고르게 분포하도록 하는 기법이다.

원영상  $X$ 에 대해, 확률밀도함수  $p(X_k)$ 는 식 (2)와 같이 정의된다.

$$p(X_k) = \frac{n_k}{n} \quad (2)$$

여기서  $n_k$ 는  $k=0,1,\dots,L-1$ 일 때 원영상의 명암도  $X_k$ 를 갖는 화소수이고  $n$ 은 원영상  $X$ 의 전체 화소수이다.  $p(X_k)$ 는 원영상  $X$ 의 히스토그램과 연관된다. 확률밀도함수를 기반으로 누적밀도함수를 식 (3)과 같이 정의한다.

$$c(x) = \sum_{j=0}^k p(X_j) \quad (3)$$

여기서  $X_k = x$ 이다. 누적밀도함수를 기반으로, 명암도 변환 함수  $f(x)$ 는 식 (4)와 같이 정의될 수 있다.

$$f(x) = X_0 + (X_{L-1} - X_0)c(x) \quad (4)$$

이 때 히스토그램 균등화 결과 영상  $Y$ 는 식 (5)와 같다.

$$Y = f(X) \quad (5)$$

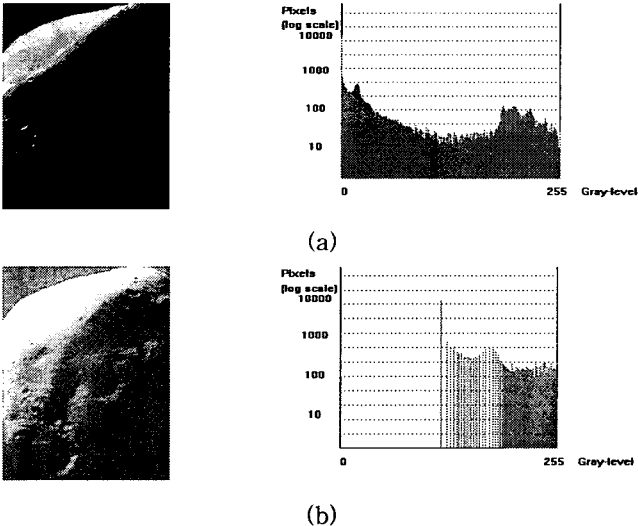


그림 3. 히스토그램 균등화의 단점을 보여주는 예  
(a) 원영상 (b) 출력 영상

Fig. 3. An example of histogram equalization's weak point  
(a) original image (b) output image

히스토그램 균등화 방법의 효과는 그림 1의 (a)와 (c)를 비교해서 확인할 수 있다. 히스토그램 균등화는 영상의 동적 범위를 넓혀주는 동시에 히스토그램을 균일하게 평탄화하는 효과를 얻을 수 있다. 실제로 그림 1의 (c)는 균등 분포(uniform distribution) 특성을 갖는 히스토그램의 영상과 시각적으로 매우 유사하다.

그러나 히스토그램 균등화 방법은 특정 명암도 주변에 다수의 화소가 밀집해 있는 영상에 적용할 경우 명암도 간격이 크게 벌어져서 전체적으로 영상이 퇴색하는 문제점이

발생한다. 이러한 문제점은 원영상의 최소 명암도를 갖는 화소의 수가 월등히 많은 그림 3의 (a)와 같은 영상에 적용했을 때 더 확연히 나타난다. 원영상의 최소 명암도를 갖는 화소의 수가 전체 화소수의 절반정도 되기 때문에 그림 3의 (b)와 같이 영상이 전체적으로 과도하게 밝아져서 퇴색을 야기한다. 의도하지 않은 부분의 퇴색은 전역적인 히스토그램 균등화의 치명적인 문제점이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 히스토그램 균등화를 기반으로 한 BBHE와 DSIHE이 제안되었다. 이들은 히스토그램을 임계점을 중심으로 나뉘어서 각각을 히스토그램 균등화시키는 방법이다. 이러한 방법들의 장점은 영상의 과도한 퇴색을 방지하고 대비 향상 과정에서 원영상의 밝기 특성을 고려할 수 있다는 점이다. 그러나 임계점을 기준으로 나뉘진 지역에서 히스토그램 균등화의 문제점이 나타날 수 있고 영상을 두 부분으로 나뉘도 부분적인 퇴색이 일어날 수 있다는 한계가 있다. 이를 개선하기 위해서는 히스토그램 균등화 일색의 방법에서 탈피할 필요가 있고 부분적인 퇴색을 최소화하기 위해서 영상에 따라 임계점의 개수를 산출해낼 필요가 있다.

III. 영상 히스토그램 균집화에 의한 영상 대비 향상

본 논문은 영상 히스토그램 균집화에 의한 영상 대비 향상 기법을 제안한다. 대비 향상 과정에서 나타날 수 있는 전역적인 영상 퇴색을 방지하기 위해서는 히스토그램을 지역적으로 처리하는 것이 좋다. 그러기 위해서는 히스토그램을 나누는 임계점의 위치와 개수를 산출하는 것이 중요하다. 제안한 방법은 임계점의 위치와 개수를 균집화 기법을 이용하여 산출한다. 균집화는 K-means 알고리즘을 이용한다. 그리고 히스토그램 균등화와 히스토그램 스트레칭을 지역에 따라 선택적으로 적용하여 대비를 향상시킨다. 제안한 방법의 전체적인 블록 다이어그램은 그림 4와 같다.

3.1 균집수 결정

제안한 방법은 균집화를 위해 K-means 알고리즘을 이용한다. 그러기 위해서는 K개의 평균, 즉 균집의 수를 임의로 정해야한다. 영상에 따라 히스토그램 분포가 다르기 때문에 영상을 분석하여 균집수를 찾아내는 과정이 필요하다. 히스토그램을 균집화할 때 균집의 경계로 간주할 수 있는 특징은 그림 5에 표현된 히스토그램의 주된 골(valley)이다. 따라서 균집수를 결정하기 위하여 원영상의 히스토그램에서 골들의 위치를 찾아내고 골의 개수를 구한다.

실제 영상의 히스토그램은 일반적으로 그림 5와 같이 변동이 심하기 때문에 직관적인 골을 찾아내는 것이 효과적이다. 본 논문에서는 직관적인 골을 결정하기 위해 히스토그램 평탄화(smoothing)와 양자화를 이용한다.

3.2 K-means 알고리즘을 이용한 히스토그램 균집화

K-means 알고리즘은 모 집단의 모든 특징(feature)들로부터 집단의 중심까지의 거리가 최소화 되도록 특징들을 군

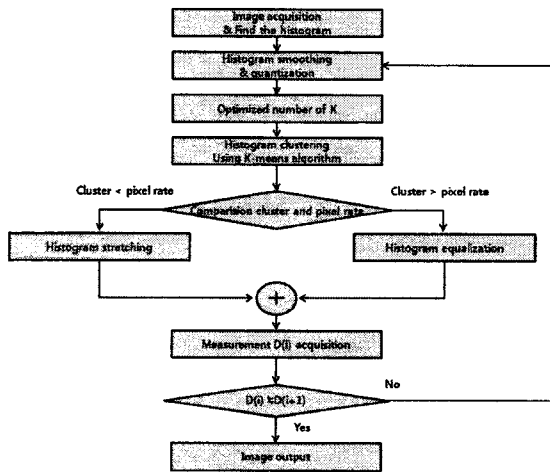


그림 4. 제안한 방법의 블록 다이어그램  
Fig. 4. A block diagram of proposed method

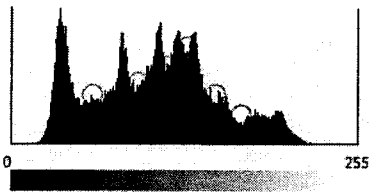


그림 5. 히스토그램의 직관적인 골들  
Fig. 5. Intuitive valleys of histogram

집화하는 알고리즘이다. 제안한 방법은 원영상의 히스토그램에서 명암도와 해당 명암도의 화소수를 특징으로 하여 히스토그램을 K개의 군집으로 나눈다. 이전 단계에서 K가 결정되었으면 다음과 같은 과정을 수행하여 군집화한다[6].

단계 1) 정해진 K개만큼의 군집을 나눠야 한다. 각 군집을  $i$ 라 하고 군집중심  $k_i$ 를 임의로 정한다.

단계 2) 임의의 특징과 각 군집의 중심들 사이의 거리를 구하고 비교하여 가장 가까운 군집에 포함시킨다. 모든 특징들이 할당되었으면 형성된 군집들의 새로운 중심을 구한다.

단계 3) 새로운 중심은  $i$ 군집의 특징들의 평균에 의해 구해지고,  $i$ 군집의 평균  $g_i$ 라고 한다.

단계 4)  $g_i$ 가 일정해지면 군집화를 중단하고 그렇지 않을 경우에는  $g_i$ 를  $i$ 군집의 새로운 중심  $k_i$ 로 선정하여 군집화를 반복한다.

K-means 알고리즘으로 군집화한 결과의 예를 그림 6에 나타내었다. 여기서 K는 3으로 산출되었다.

### 3.3 히스토그램 처리

K-means 알고리즘을 이용하여 K개로 군집화하고 각 군집의 화소수의 비율만큼 군집의 범위를 재조정한다. 그리고 군집의 명암도 범위와 새롭게 규정할 히스토그램의 명암도 범위를 비교하여 히스토그램 스트레칭법과 히스토그램 균

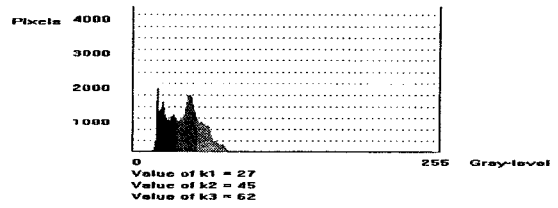


그림 6. 군집화한 히스토그램  
Fig. 6. A classified histogram

등화법을 선택적으로 적용한다. 이 때 각 군집의 명암도 범위를 개선된 히스토그램의 명암도 범위와 비교하여 범위가 좁을 경우, 확장된 명암도 범위에 해당 군집의 화소들을 효과적으로 분포시키기 위해 히스토그램 스트레칭을 적용하고 반대로 넓을 경우, 재분포될 범위가 축소되기 때문에 히스토그램 균등화를 적용한다. 그리고 평균 명암도 거리  $D$ 를 측정한다. 평균 명암도 거리는 식 (6)과 같다[7].

$$D = \frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=0}^{M-2} \sum_{j=i+1}^{M-1} H(i)H(j)(j-i) \quad (6)$$

for  $i, j \in [0, M-1]$

여기서,  $H(i)$ 와  $H(j)$ 는 명암도  $i$ 와  $j$ 의 화소수이며,  $M$ 은 최대 명암도이다.  $N$ 은 영상의 총 화소수를 의미한다. 평균 명암도 거리는 명암도 대비를 측정할 수 있는 측도가 되고, 거리가 클수록 명암도 대비가 향상되었음을 의미한다.

평균 명암도 측정 후 다시 K-means 알고리즘을 적용하여 히스토그램을 갱신하고 평균 명암도 거리를 측정한다. 새롭게 갱신된 히스토그램의 평균 명암도 거리와 앞에서 구한 평균 명암도 거리의 차가 문턱치 이하이면 알고리즘을 중단한다.

## IV. 실험 및 고찰

제안한 방법의 성능을 실험을 통해 확인하였다. 원영상을 각각 균등화, 스트레칭 그리고 제안한 방법을 통해 얻은 결과를 비교하였다. 실험에 사용한 영상은 Cameraman과 NASA이다.

Cameraman 영상은 그림 6의 (a)와 같다. 어두운 영역의 좁은 범위에 다수의 화소들이 분포되어 있다. 사람의 옷이 매우 어둡게 나타남을 알 수 있다. 히스토그램 균등화를 적용한 결과는 (b)와 같다. 어두운 부분의 대비가 향상되어 사람의 옷과 장갑을 구분할 수 있을 정도로 개선되었지만 하늘과 사람의 얼굴이 과도하게 밝아졌다. 히스토그램 스트레칭의 결과(c)를 살펴보면 영상이 크게 향상되지 않았음을 알 수 있다. 히스토그램을 살펴봤을 때 눈으로 확인하기 쉽지 않지만 최대 명암도 근처에 극소수의 화소가 분포되어 있기 때문이다. 제안한 방법(d)의 결과를 보면 사람의 외투 영역과 잔디밭 영역의 대비 향상이 이뤄졌고 (b)에서 확인되었던 하늘의 퇴색도 일어나지 않았다. 히스토그램을 살펴보면 어두운 부분의 향상 정도는 (b)와 거의 유사하다. 반면 중간이상 명암도 영역에서는 제안한 방법에 따라 선택적으로 히스토그램 처리를 함으로써 과도한 대비 확장을 막을 수 있었다. 제안한 방법으로 얻은 군집수는 4였다.

NASA 원영상을 동일한 방법으로 처리하고 비교하였다. 가장 어두운 곳에 다수의 화소가 분포되어 있어서 균등화 결과 과도하게 밝아졌음을 볼 수 있다. 스트레칭도 히스토그램 상으로 대비가 확장되었으나 영상은 여전히 어둡다. 제안한 방법으로 처리했을 때 다수의 화소가 분포된 어두운 영역이 밝은 쪽으로 과도하게 이동하는 것을 방지할 수

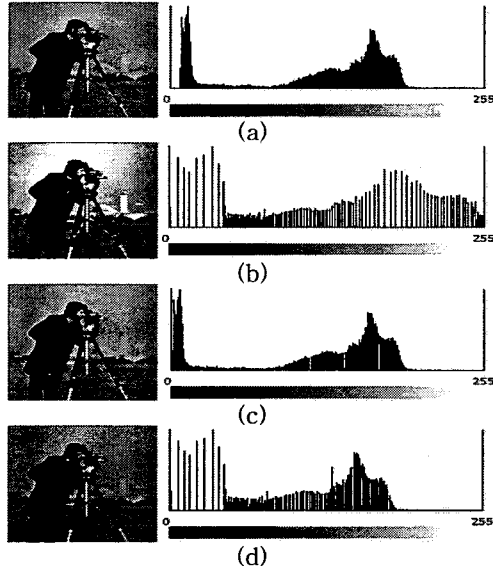


그림 7. Cameraman 영상의 실험 결과  
 (a) 원영상 (b) 히스토그램 균등화  
 (c) 히스토그램 스트레칭 (d) 제안한 방법  
 Fig. 7. A result of Cameraman image  
 (a) original image (b) histogram equalization  
 (c) histogram stretching (d) proposed method

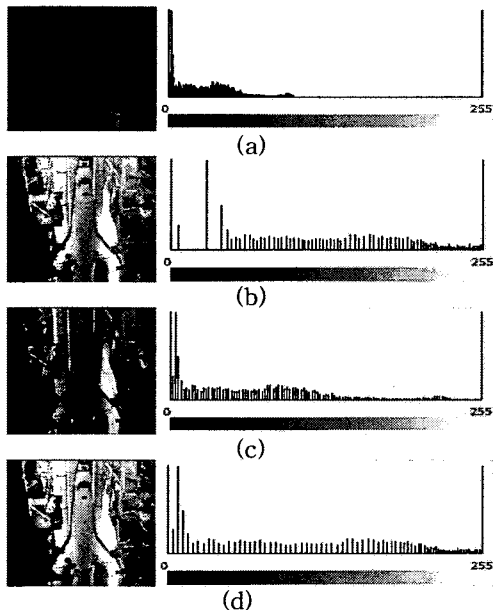


그림 8. NASA 영상의 실험 결과  
 (a) 원영상 (b) 히스토그램 균등화  
 (c) 히스토그램 스트레칭 (d) 제안한 방법  
 Fig. 8. A result of NASA image  
 (a) original image (b) histogram equalization  
 (c) histogram stretching (d) proposed method

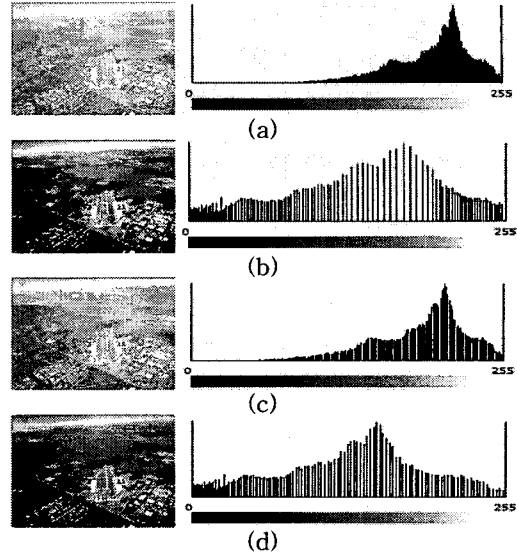


그림 9. Aerial 영상의 실험 결과  
 (a) 원영상 (b) 히스토그램 균등화  
 (c) 히스토그램 스트레칭 (d) 제안한 방법  
 Fig. 8. A result of Aerial image  
 (a) original image (b) histogram equalization  
 (c) histogram stretching (d) proposed method

있었고 스트레칭보다 동적 범위를 더 넓힘으로써 우수한 대비 향상 효과를 얻을 수 있었다. 균집의 수는 3이었다. 전체적으로 영상이 밝은 Aerial 영상에 대한 실험결과를 그림 9로 나타내었다. 스트레칭 결과(c)는 크게 차이를 보이지 않는다. 히스토그램 균등화 결과(b)와 제안한 방법의 결과(d)를 비교해보면 밝은 화소의 분포가 제안한 방법으로 인해 개선되었음을 알 수 있다. 이로 인해 영상 상단의 수평선부근과 중앙에 위치한 활주로에서 과도하게 밝아지는 현상을 개선할 수 있음을 확인할 수 있었다. 제안한 방법으로 얻은 균집의 수는 2였다.

### V. 결론

본 논문에서는 영상의 히스토그램 균집화에 의한 영상 대비 향상 기법을 제안하였다. 영상 히스토그램의 지역적인 처리를 위해 지역의 수와 범위를 산출하는 문제를 균집화 문제로 보고 K-means 알고리즘을 이용하여 히스토그램을 균집화하였다.

원영상의 히스토그램을 분석하여 균집의 수를 결정하고 각 균집의 중심값을 임의로 할당한 후 균집의 중심이 수렴할 때까지 반복하였다. 각각 균집들의 범위와 화소수 비율과의 관계를 이용하여 히스토그램 스트레칭과 균등화를 선택적으로 적용하였다. 그리고 평균 명암도 거리를 구하여 일정한 임계치 이하로 떨어질 때까지 히스토그램을 새롭게 규정하고 앞의 순서를 반복하였다.

제안한 방법은 기존의 히스토그램 균등화가 안고 있는 문제점인 전체적인 퇴색을 막을 수 있었으며 지역적인 특성에 따라 히스토그램 스트레칭을 적용함으로써 더 나은 대비 확장 결과를 얻을 수 있었다. 이러한 사실들을 실험을 통해 확인하였다.

참고문헌

[1] D. Menotti, A. Araujo, L. Pappa, L. Najman, and J. Facon, "Contrast Enhancement in Digital Imaging Using Histogram Equalization," Phd thesis, UFMG, DDC, 2008. <http://wavelet.dcc.ufmg.br/thesismenotti.pdf>

[2] R. Gonzalez and R. Woods, *Digital Image Processing*, Third edition, Prentice-Hall, pp. 104,2008.

[3] Teong-Tage Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization," *IEEE Trans on Consumer Electronics*, Vol. 43, No. 1, pp. 1-8, 1997.

[4] Y. Wan, Q. Chen and B. Zhang, "Image Enhancement Based On Equal Area Dualistic Sub-Image Histogram Equalization Method," *IEEE Trans on Consumer Electronics*, Vol. 45, No. 1, pp. 68-75, 1999.

[5] V. Caselles, "Shape Preserving Local Histogram Modification," *IEEE Transactions of image processing*, Vol. 8, No. 2, pp. 220-230, 1999.

[6] Z. Chen, B. Abidi, D. Page, and M. Abidi, "Gray Level Grouping(GLG) : An Automatic Method for Optimized Image Contrast Enhancement - Part I: The Basic Method," *IEEE Trans on Image Processing*, Vol. 15, No, 8, pp. 2290-2302, 2006.

[7] J. T. Tou and R. C. Gonzalez, *Pattern Recognition Principles*, Addison-Wesley Publishing Company, pp. 94-97, 1974.



홍 석 근 (Seok-Keun Hong)

2005년 한국해양대학교  
제어컴퓨터정보공학전공(공학사)  
2008년 한국해양대학교  
제어계측공학과 (공학석사)

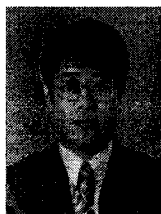
2008년 ~ 현재 한국해양대학교 제어계측공학과 박사과정중  
※관심분야 : 영상신호처리, 컴퓨터비전, 스테레오 시각



이 기 환 (Ki-Hwan Lee)

2008년 한국해양대학교 제어자동화공학전공  
(공학사)  
2008년 ~ 현재 한국해양대학교  
제어계측공학과 석사과정중

※관심분야 : 영상신호처리, 물체검출, 영상향상



조 석 제 (Seok-Je Cho)

正 會 員  
1982년 경북대학교 전자공학과(공학사)  
1988년 경북대학교 전자공학과(공학석사)  
1991년 경북대학교 전자공학과(공학박사)  
1982년 ~ 1984년 금선전선(주)  
광통신연구소(연구원)

1991년 ~ 현재 한국해양대학교 컴퓨터제어전자통신공  
학부 교수

※관심분야: 영상신호처리, 칼라영상처리, 컴퓨터비전