

# 히스토그램 균집화를 이용한 영상 대비 향상

홍석근\*, 박준우\*, 강병조\*\*, 최유나\*\*, 조석제\*\*\*

\*한국해양대학교 제어계측공학과

\*\* , \*\*\* 한국해양대학교 컴퓨터제어전자통신공학부

e-mail:bassoflord@gmail.com

## A Image Contrast Enhancement Using Clustering of Image Histogram

Seok-Keun Hong\*, Joon-Woo Park\*, Byeong-Jo Kang\*\*, Yu-Na Choi\*\*, Seok-Je Cho\*\*\*

\*Dept of Control & Instrumentation Engineering, Korea Maritime University

\*\* , \*\*\* Division of Computer, Control & Electronic Communications Engineering, Korea Maritime University

### 요 약

히스토그램 스트레칭이나 히스토그램 균등화 등 기존 대비 향상 기법들과 히스토그램 균등화 기반의 수많은 방법들은 저대비 소수의 화소들이 넓게 퍼져 있는 영상에 대해서 만족할만한 결과를 내지 못한다. 따라서 본 논문은 균집화 방법을 이용한 새로운 영상 대비 향상 기법을 제안한다. 히스토그램의 균집수는 원영상의 히스토그램을 분석하여 얻을 수 있다. 히스토그램 성분들을 K-means 알고리즘을 이용하여 균집화한다. 그리고 히스토그램 균집 범위와 균집의 화소수 비율을 비교하여 히스토그램 스트레칭과 히스토그램 균등화를 선택적으로 적용한다. 실험 결과로부터 제안한 방법이 기존의 대비 향상 기법들보다 더 효과적임을 확인할 수 있었다.

### 1. 서론

대비 향상 기법은 영상 처리 분야에서 중요한 위치를 차지하고 있다[1]. 대비 향상 기법 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[2]. 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. 이러한 단점을 보완하기 위해 BBHE, DSIHE, SPLHM 등이 소개되었지만 이들은 히스토그램을 제안한 기준으로 나누고 지역적으로 처리하기 때문에 고전적인 히스토그램 균등화보다 더 우수한 성능을 보이지만 적용하는 구간의 분포특성에 따라 결국 히스토그램 균등화의 문제점이 드러난다[3][4]. 이러한 문제점은 지역에 따라 히스토그램 균등화를 선택적으로 적용함으로써 해결될 수 있다.

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.

### 2. 히스토그램 균집화를 이용한 대비 향상

제안한 방법은 영상의 히스토그램을 균집화하기 위해 K-means 알고리즘을 이용한다. K-means 알고리즘을 적용하기 위해서는 k개의 평균, 즉 균집의 개수를 정해야 한다. 영상에 따라 히스토그램 분포가 다르기 때문에 영상을 분석하여 균집수를 찾아내는 과정이 필요하다. 따라서 균집수를 결정하기 위하여 원영상의 히스토그램에서 골(valley)들의 개수를 구한다.

이전 단계에서 균집의 개수가 정해지면 영상의 명암도와 해당 명암도의 화소수를 특징으로 하여 K개의 균집으로 나눔으로써 히스토그램 균집화를 실행한다. 다음과 같은 과정을 수행하여 균집화한다[5].

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

단계 2) 임의의 특징과 각 균집의 중심들 사이의 거리를 구하고 비교하여 가장 가까운 균집에 포함시킨다. 모든 특징들이 할당되었으면 형성된 균집들의 새로운 중심을 구한다.

단계 3) 새로운 중심은  $i$ 균집의 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.

K개로 군집화된 히스토그램은 각 군집의 화소수의 비율만큼 군집의 범위가 재조정되고 그리고 군집의 명암도 범위와 새롭게 규정할 히스토그램의 명암도 범위를 비교하여 히스토그램 스트레칭법과 히스토그램 균등화법을 선택적으로 적용한다. 이 때 각 군집의 명암도 범위를 새롭게 규정될 히스토그램의 명암도 범위를 비교하여 범위가 작을 경우는 히스토그램 스트레칭을 적용하고 반대일 경우 히스토그램 균등화를 적용한다. 이 때 적은 수의 화소들이 넓은 범위에 분포되어 있을 경우 해당 군집의 대비가 감소될 수 있으므로 최초 명암도 범위의 70%를 보장해주도록 한다. 그리고 평균 명암도 거리  $D$ 를 측정한다. 평균 명암도 거리는 식 (1)과 같다[4].

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

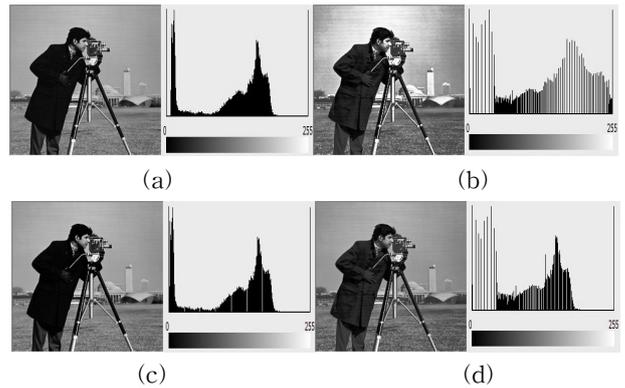
for  $i, j \in [0, M-1]$

여기서,  $H(i)$ 와  $H(j)$ 는 명암도  $i$ 와  $j$ 의 화소수이며,  $M$ 은 최대 명암도이다.  $N$ 은 영상의 총 화소수를 의미한다. 이는 명암도 대비를 측정할 수 있는 측도로서 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.

### 3. 실험 및 고찰

제안한 방법의 성능을 실험을 통해 확인하였다. 실험에 사용한 카메라맨 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. 하늘과 사람의 얼굴이 과도하게 밝아졌다. 어두운 부분의 대비가 향상되어 사람의 옷과 장갑을 구분할 수 있을 정도로 개선되었지만 영상 전체적으로 퇴색되었다. 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 있었고 이로 인해 잔디밭이 선명히 보이게 되었다.



(그림 1) Cameraman 영상의 실험 결과  
(a) 원영상 (b) 히스토그램 균등화  
(c) 히스토그램 스트레칭 (d) 제안한 방법

### 4. 결론

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

원영상의 히스토그램을 분석하여 군집의 수를 결정하고 각 군집의 중심값을 임의로 할당한 후 군집의 중심이 수렴할 때까지 반복하였다. 각각 군집들의 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 균등화의 문제점인 전체적인 퇴색을 막을 수 있었으며 지역적인 특성에 따라 히스토그램 스트레칭을 적용함으로써 더 나은 대비 확장 결과를 얻을 수 있음을 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, 2008.
- [3] V. Caselles, "Shape Preserving Local Histogram Modification," IEEE Trans of image processing, Vol. 8, No. 2, pp. 220-230, 1999.
- [4] 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.
- [5] J. T. Tou and R. C. Gonzalez, *Pattern Recognition Principles*, Addison-Wesley Publishing Company, 1974.