

Mean-Separate를 이용한 영역별 WTHE

김매리[○] 정민교

서울여자대학교 컴퓨터학과

hub0506@swu.ac.kr, mchung@swu.ac.kr

Mean-Separate WTHE

Mary Kim[○] Min Gyo Chung

Dept. of Computer Engineering, Seoul Women's Univ.

1. 서론

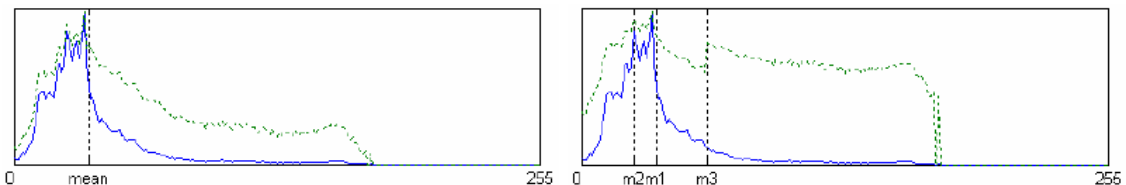
히스토그램 평활화(histogram equalization: HE)방법은 히스토그램을 이용한 화질 향상 방법 중에서 가장 대표적인 방법이다. 하지만 이 방법은 변환 후 영상의 밝기값이 과도하게 변하기 때문에 특정 명암도의 발생확률이 현저하게 높거나 낮은 영상에서는 오히려 화질이 떨어지는 결과를 낳는다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 기존에 연구된 방법들로는 BBHE(brightness preserving bi-histogram equalization)[1], RMSHE(recursive mean-separate histogram equalization)[2], AHE(adaptive histogram equalization)[3]방법이 있다. Q.Wang & R.K.Ward이 제안한 WTHE(weighted and thresholded histogram equalization)[4]방법은 영상의 히스토그램을 weight와 threshold를 적용하여 변형한 후, 히스토그램 평활화 방법을 수행하는 방법으로 이때 변환함수 $\Omega(\cdot)$ 는 식1과 같고, 식2와 같이 매핑(mapping) 된다.

$$\begin{aligned}
 \text{(식 1) } Pwt(k) &= \Omega(P(k)) \\
 &= \begin{cases} Pu & (Pu = v * Pmax) \text{ if } P(k) > Pu \\ \left(\frac{P(k) - Pl}{Pu - Pl}\right)^r * Pu & \text{if } Pl \leq P(k) \leq Pu \\ 0 & \text{if } P(k) < Pl \end{cases} & \text{(식 2) } \Delta Hk = (k-1) * Pwt(k) \\
 & & \text{for } k = 0, 2, \dots, L-1
 \end{aligned}$$

식1의 Pu (upper threshold)와, Pl (lower threshold)은 모든 $Pwt(k)$ 값들을 Pu 와, Pl 사이의 값으로 제한하는 threshold이며, 그 사이의 값들은 'r'에 의해 변환된다. 여기서 'r'은 main parameter인 weight값으로 $r < 1$ 일 때, PDF(probability density function: PDF)에서 높은 확률값(high probabilities)보다 낮은 확률값(low probabilities)에 큰 weight를 주어 낮은 확률값의 명암도들을 보호(protected)하게 된다. 이때 Pl 은 아주 작은 임의의 값을, Pu 는 최대 확률값(highest probability)을 cutoff하는 'v'값을 적용하여 특정 명암도의 지나친 우세(dominance)를 막는다. 이 방법은 사용자의 임의대로 weight와 threshold를 조절하여 다양한 결과를 얻을 수 있지만, 적용하는 parameters값에 따라 다양하게 화질이 변하게 되므로 적절한 parameters를 한번에 찾는 데에는 어려움이 있다. 또한 영상 전체를 하나의 균일한 weight값으로 변환 하면서 영상의 세부적인 정보를 잃게 될 수도 있다.

2. 본론

본 논문에서는 WTHE방법의 보다 세밀한 화질 향상 효과와 효율성을 높이기 위하여 원본 히스토그램을 나누고 각 영역에 서로 다른 weight값을 자동으로 제공한다.(본 논문에서 'v'값은 1로 설정하여 실험 하였다.) 이때 히스토그램을 분할하는 기준점은 영상의 평균 밝기값(mean brightness value)을, weight값들은 각 영역이 가지는 확률밀도값(probability density value: PDV)을 이용한다.



(그림 1) 영상의 평균 밝기 값에 따라 구분된 영역과 영역별로 제공된 다양한 weight값에 의해 변형된 히스토그램
 그림 1은 입력 영상의 평균 밝기값(mean)을 중심으로 나누어진 각 영역에 영역별로 서로 다른 weight값을 적용하여 변형된 히스토그램($Pwt(k)$)을 나타내며, 왼쪽은 식4에 의해서 두 개의 weight값($r1, r2$)이 적용된 히스토그램

램, 오른쪽은 전체 영상의 평균 밝기값(m_1)으로 나누어진 영역을 다시 각 구간의 평균 밝기값(m_2, m_3)으로 분할하여 식5에 의해 네 개의 weight값(r_1, r_2, r_3, r_4)이 적용된 히스토그램이다.

$$(식 4) \text{영역1 } [0, mean] \quad r_1 = \frac{\sum_0^{mean} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}, \quad \text{영역2 } [mean+1, L-1] \quad r_2 = \frac{\sum_{mean+1}^{L-1} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}$$

$$(식 5) \text{영역1 } [0, m_2] \quad r_1 = \frac{\sum_0^{m_2} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}, \quad \text{영역2 } [m_2+1, m_1] \quad r_2 = \frac{\sum_{m_2+1}^{m_1} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}$$

$$\text{영역3 } [m_1+1, m_3] \quad r_3 = \frac{\sum_{m_1+1}^{m_3} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}, \quad \text{영역4 } [m_3+1, L-1] \quad r_4 = \frac{\sum_{m_3+1}^{L-1} P(k)}{\sum_0^{L-1} P(k)}$$

실험 결과, 그림 2와 같이 HE방법을 적용하였을 때에는 전체적으로 영상이 밝아지면서 밝기 변화가 과도하여 시계부분의 세부 정보를 잃어버린 것을 알 수 있다. 또한 WTHE방법은 weight값을 다르게 적용하여 밝기 변화를 조절 할 수 있지만 적절한 weight값을 적용하기 위하여 직접 여러 가지 weight값으로 실험을 해야 하기 때문에 비효율적이라고 할 수 있다. 반면에 실험 결과, HE 방법은 특정 명암도 들의 발생 확률이 크게 높거나 낮은 경우 과도한 밝기값의 변화로 인하여 오히려 화질이 떨어지는 경우가 발생하였고, 제안하는 개선된 WTHE방법은 HE 방법의 단점을 보완 하면서 적절한weight값을 자동으로 제공하여 효율적이고, 효과적으로 화질을 개선하였다.



(그림 2) Original/HE/WTHE(r=0.2)/WTHE(r=0.4)/WTHE(r=0.6)/WTHE(r=0.8)/WTHE(r=1)/WTHE(r=1.2) /2WTHE(r1=0.654, r2=0.346)/4WTHE(r1=0.317, r2=0.337, r3=0.243, r4=0.103)

3. 결론

본 논문에서는 기존의 WTHE방법의 개선 방법으로 영상의 평균 밝기값을 기준으로 히스토그램의 영역을 나누고 각 영역의 확률밀도값을 이용하여 영상에 따라 달라지는 적절한 weight값을 자동으로 제공하는 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 자동으로weight값을 제공함으로써 보다 간편하고 효율적인 동시에 하나의 균일한 weight값이 아닌 영역별 특징에 따라 달라지는 다양한 weight값을 적용하여 기존의 방법보다 영상의 세부적 표현이 가능하였다.

참고문헌

- [1] Y. T. Kim, "Contrast Enhancement using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 43, No. 1, pp.1-8, February 1997.
- [2] S. Chen and A. R. Ramli, "Contrast Enhancement using Recursive Mean-Separate Histogram Equalization for Scalable Brightness Preservation," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 49, No. 4, pp. 1301-1309, November 2003.
- [3] J. A. Stark, "Adaptive image contrast enhancement using generalizations of histogram equalization", IEEE Trans. on Image Processing, Vol. 9, No. 5, May 2005, pp. 889 - 896.
- [4] Qing Wang, Rabab Ward, "Fast Image/Video Contrast Enhancement Based on WTHE", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 53, No. 2, pp. 757-764, May 2007.