

# 영상의 평균 밝기 값을 이용한 적응형 WTHE

김매리, 정민교  
 서울여자대학교 컴퓨터학과  
 e-mail : hub0506@swu.ac.kr, mchung@swu.ac.kr

## Adaptive WTHE Using Mean Brightness Value of Image

Mary Kim, Min Gyo Chung  
 Dept. of Computer Engineering, Seoul Women's Univ.

### 요 약

본 논문에서는 Q.Wang & R.K.Ward 가 제안한 WTHE(weighted and thresholded histogram equalization)방법의 enhancement parameters 를 주어진 영상의 히스토그램 분포에 따라 적응적으로 제공하는 방법을 제안한다. WTHE 는 영상의 히스토그램을 weight 와 threshold 를 이용하여 변형한 후 히스토그램 평활화(histogram equalization : HE)방법을 수행 함으로써 화질을 개선하는 방법이다. 이 방법은 두 가지 parameters 제어로 기존의 히스토그램 평활화 방법의 단점인 과도한 밝기 변화와 불필요한 artifacts 를 줄일 수 있다. 본 논문에서는 WTHE 방법을 좀 더 간편하면서 다양한 분야에 적용하기 위해서 입력 영상에 따라 달라지는 parameters 값을 자동으로 제공하는 적응형 WTHE(Adaptive WTHE : AWTHE) 방법을 제안하고, 제안된 방법의 성능을 실험으로 제시한다.

### 1. 서론

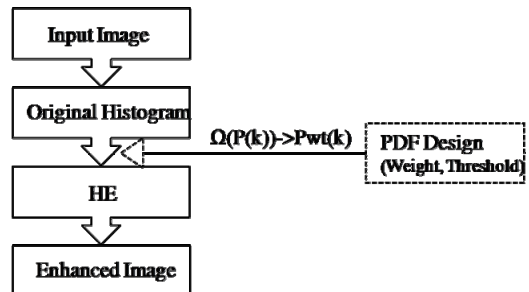
히스토그램 평활화(histogram equalization : HE) 방법은 디지털 영상의 화질을 향상 시키는 가장 대표적인 방법이다. 하지만 이 방법은 변환 후 영상의 밝기 값이 과도하게 변하기 때문에 영상에 따라서는 오히려 화질이 떨어지는 결과를 나올 수도 있다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 기존에 연구된 방법 들로는 BBHE(brightness preserving bi-histogram equalization)[1], RMSHE(recursive mean-separate histogram equalization)[2], AHE(adptive histogram equalization)[3], DHE(dynamic histogram equalization)[4]방법이 있다. 본 논문에서 기반으로 하는 Qing Wang & Rabab Ward 의 WTHE(weighted and thresholded histogram equalization)[5]방법은, 일반적인 히스토그램 평활화 방법의 문제점을 해결하기 위해서 히스토그램 평활화 방법을 수행하기 전에 enhancement 의 degree 를 컨트롤 하는 weight 값과 enhancement 의 effect 를 컨트롤 하는 threshold 값을 적용하여 히스토그램을 변형 시키고, 변환함수를 얻는다. 이 때 사용자들은 화질을 향상시키고자 하는 영상의 적절한 parameters 값을 직접 제공해 주어야 한다.

본 논문에서는 WTHE 방법의 parameters 값을 사용자 조절이 필요 없이 자동으로 제공 하기 위한 적응형 WTHE(Adaptive WTHE : AWTHE) 방법을 제안한다.

### 2. WTHE(weighted and thresholded HE : WTHE)

WTHE 방법은 일반적인 히스토그램 평활화 방법을 수행하기 전에 원본 영상의 히스토그램  $P(k)$

(probability density function : PDF)을  $\text{weight}(r)$  와  $\text{threshold}(v)$ 를 적용하여 변형된 히스토그램인  $\text{Pwt}(k)$ (weighted thresholded PDF)로 대체한다.



(그림 1) WTHE 방법의 flow chart

이 때 변환 함수(transformation function) $\Omega(\cdot)$ 는 식 1 과 같다.

$$P_{wt}(k) = \Omega(P(k)) = \begin{cases} P_u & \text{if } P(k) > P_u \\ \left(\frac{P(k) - P_l}{P_u - P_l}\right)^r \times P_u & \text{if } P_l < P(k) < P_u \\ 0 & \text{if } P_l > P(k) \end{cases} \quad (\text{식 1})$$

변환 함수  $\Omega(\cdot)$  에 의하여 모든  $\text{Pwt}(k)$  값들은  $P_u$  (upper threshold)와,  $P_l$  (lower threshold) 사이의 값으로 제한 되고, 'r' ( $r > 0$ ) 값에 의해서 weight

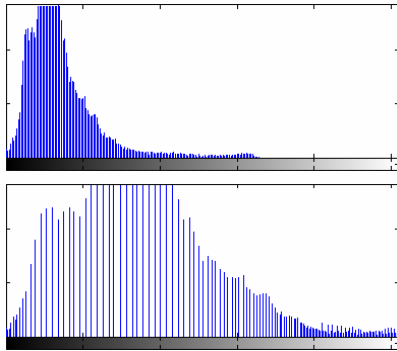
가 적용된다. 이 때  $P_u$  에는 식 2 와 같이 최대 밝기 값(highest probability)을 cut-off 하는 'v'가 적용된다. ( $0 < v < 1$ )

$$P_u = v \cdot P_{max} \quad (P_{max} = \text{highest probability}) \quad (\text{식 2})$$

이렇게 얻은  $P_{wt}(k)$ 는  $P(k)$ 를 대신하여 식 3 과 같이 새롭게 매핑(mapping) 된다.

$$\Delta H_k = (K-1) \cdot P_{wt}(k) \quad \text{for } k = [0, 255] \quad (\text{식 3})$$

아래의 그림 2 는 원본 영상의 히스토그램 분포와 기존의 WTHE 방법을  $r=0.5, v=0.5$  로 직접 적용한 후의 결과 히스토그램이다.  $r, v$  값을 다르게 조절하면 다양한 결과가 나올 수 있다.

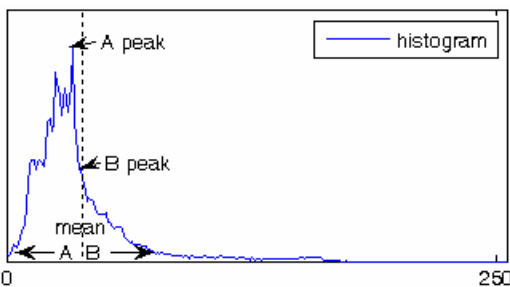


(그림 2) Original Histogram/WTHE Histogram( $r=0.5, v=0.5$ )

하지만 WTHE 방법을 다양한 분야에서 좀더 간편하고 효과적으로 사용하기 위해서는 입력 영상에 따라 적절한 weight( $r$ )와 threshold( $v$ )를 자동으로 제공해 주어야 한다.

### 3. 적응형 WTHE(Adaptive WTHE : AWTHE)

본 논문이 제안하는 AWTHE 방법은 WTHE 방법의 주요 parameters 인 weight 와 threshold 를 입력 영상에 따라 적응적으로 제공 하기 위하여 영상의 평균 밝기 값(mean brightness value)값을 이용한다.



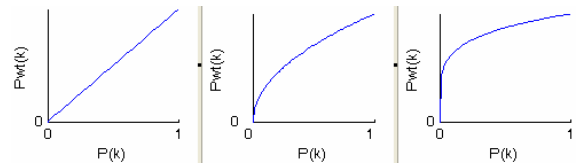
(그림 3) Histogram 분포도에 따라 구분된 영역 A, B 와 각 영역의 peak

그림 3 과 같이 입력 영상의 평균 밝기 값을 중심으로 A, B 두 영역으로 나누고, 각 영역이 포함하는 화소수를 계산하여 전체 화소수와 영역별 화소수의 비율을 계산한다. 여기서 계산된 비율 값이 A 와 B 각 영역의 weight 인 'r'값이 된다.

$$A \text{ 영역의 } r = \frac{\sum_{k=0}^{mean} p(k)}{256}, \quad (\text{for } k = [0, 255])$$

$$B \text{ 영역의 } r = \frac{\sum_{k=mean+1}^{255} p(k)}{\sum_{k=0}^{255} p(k)} \quad (\text{for } k = [0, 255]) \quad (\text{식 4})$$

따라서 입력 영상의 평균 밝기 값을 중심으로 상대적으로 많은 화소를 갖는 영역은 적은 화소를 갖는 영역에 비하여 큰 값의 'r'이 적용된다.

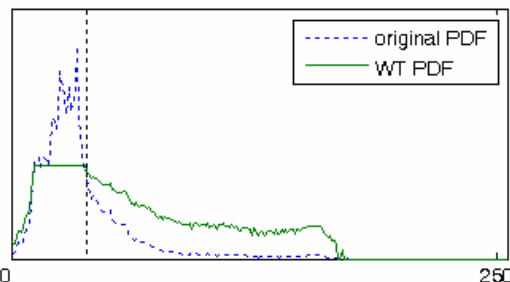


(그림 4)  $0 < r < 1$  인  $r$  값에 따라 달라지는 변환 함수 ( $r=1/r=0.5/r=0.2$ )

또한 영상의 highest probability 를 줄임으로써 enhancement effect 를 조절하는 'v'값은 식 5 에 따라 A, B 영역 의 peak 값 비율을 계산하여 얻을 수 있다.

$$\begin{aligned} &\text{if } A \text{ 영역의 peak} > B \text{ 영역의 peak} \\ &v = \frac{B_{peak}}{A_{peak}}, \quad (\text{for } 0 < v < 1) \\ &\text{if } A \text{ 영역의 peak} < B \text{ 영역의 peak} \\ &v = \frac{A_{peak}}{B_{peak}}, \quad (\text{for } 0 < v < 1) \end{aligned} \quad (\text{식 5})$$

위와 같이 계산된 'v'값은 식 2 에 적용되어 입력 영상의 히스토그램 분포에 따라 적절한 threshold 가 제공된다. 두 영역의 peak 값의 차이가 크다는 것은 영상의 밝기 분포가 고르지 않다는 것을 의미하며, 그 차이가 클수록 threshold 가 크게 적용된다.



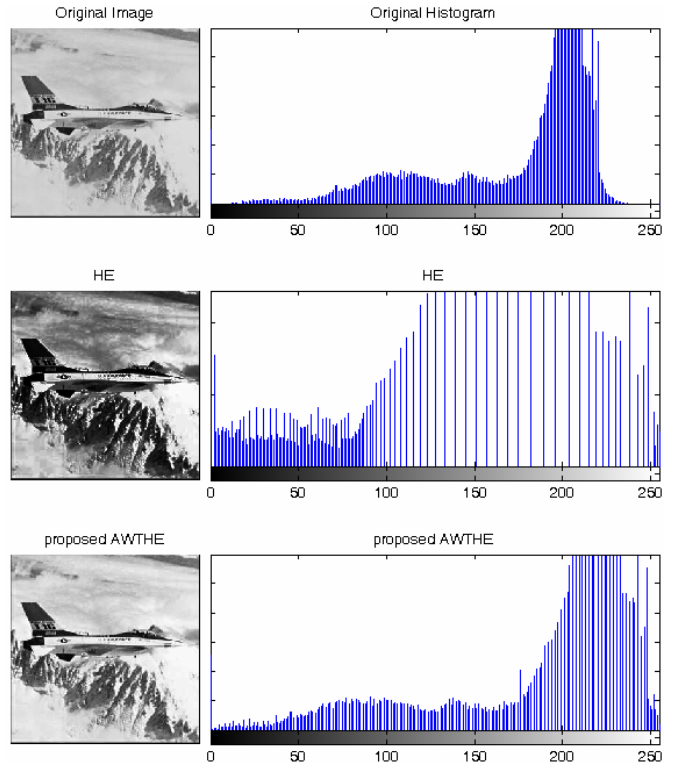
(그림 5) weighted thresholded histogram ( $P_{wt}(k)$ )

그림 5는 적응적으로 제공된 'r', 'v'에 의해서 새로 디자인된 PDF를 나타내며, 이  $Pwt(k)$  값들을 기존의 히스토그램 평활화를 수행하여 입력 영상에 매핑한다.

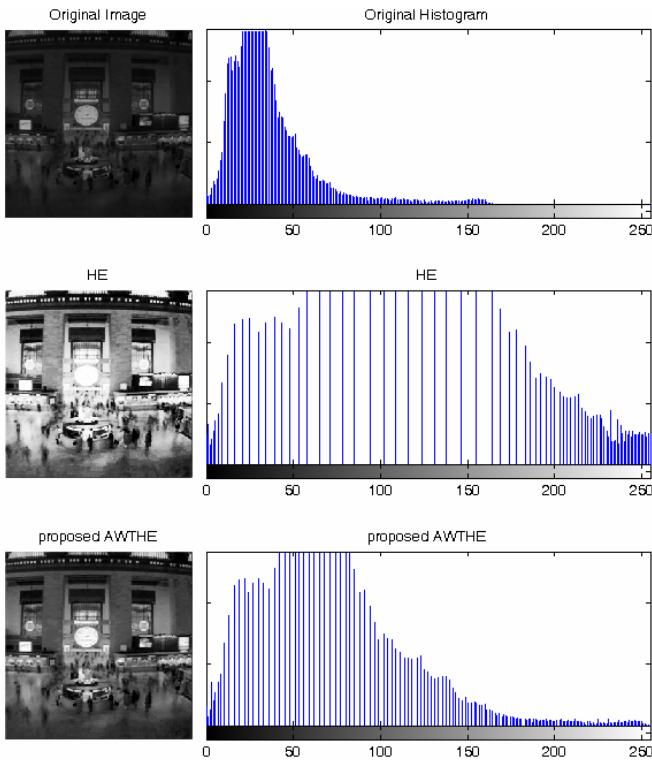
#### 4. 실험 결과

본 논문에서는 제안하는 AWTHE 방법의 성능을 실험하기 위하여 MATLAB으로 구현하고 기존의 HE 방법과 비교하였다.

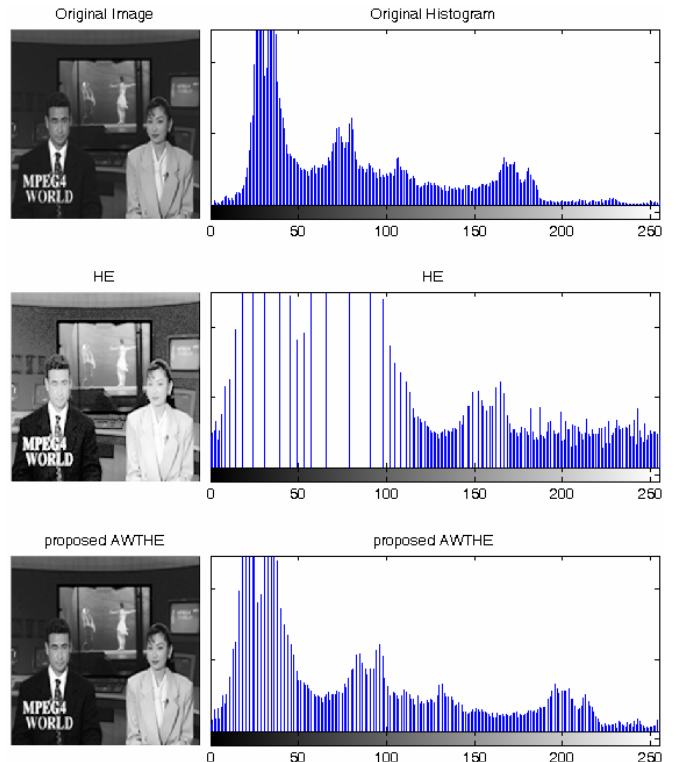
그림 6, 그림 7, 그림 8, 그림 9와 같이 다양한 영상을 대상으로 실험한 결과, HE 방법은 특정 명암도들의 발생 빈도가 크게 높거나 낮은 경우 과도한 밝기 값의 변화로 인하여 오히려 화질이 떨어지는 반면, AWTHE 방법은 HE 방법의 단점을 보완 하면서 적절한 parameters를 자동으로 제공하여 효과적으로 화질이 개선되었다.



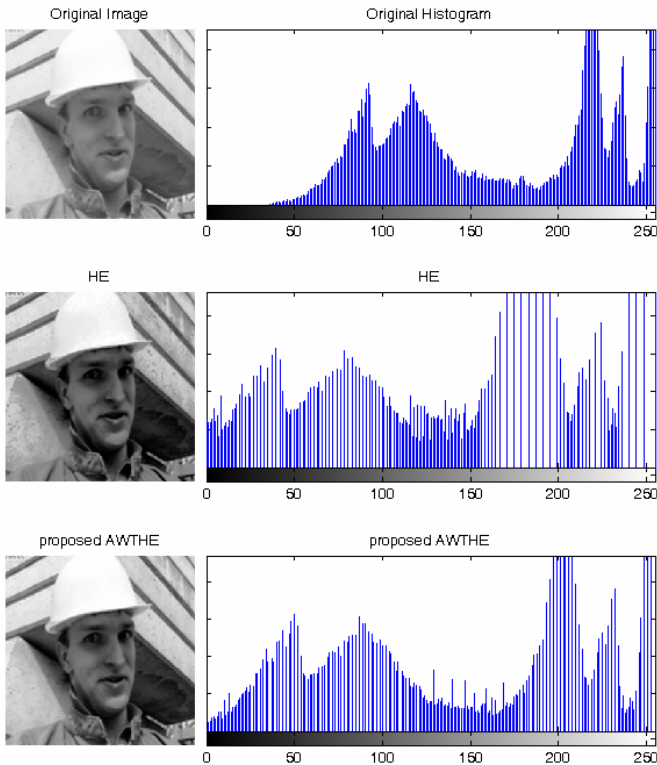
(그림 7) Original Image 와 Histogram/ HE Image 와 Histogram/ AWTHE Image 와 Histogram( $Ar=0.3$ ,  $Br=0.7$ ,  $v=0.3$ )



(그림 6) Original Image 와 Histogram/ HE Image 와 Histogram/ AWTHE Image 와 Histogram( $Ar=0.7$ ,  $Br=0.3$ ,  $v=0.4$ )



(그림 8) Original Image 와 Histogram/ HE Image 와 Histogram/ AWTHE Image 와 Histogram( $Ar=0.6$ ,  $Br=0.4$ ,  $v=0.2$ )



(그림 9) Original Image 와 Histogram/ HE Image 와 Histogram/ AWTHE Image 와 Histogram( $A_r=0.5$ ,  $B_r=0.5$ ,  $v=0.5$ )

## 5. 결론

본 논문에서는 기존의 WTHE 방법의 enhancement parameters 를 입력 영상의 히스토그램 분포에 따라 적응적으로 제공하는 AWTHE 방법을 제안하였다. 제안하는 방법은 자동으로 parameters 를 제공하기 위해 영상의 평균 밝기 값을 이용하여 영상 분포를 파악하고, 개선하고자 하는 영상에 따라 달라지는 적절한 parameters 를 제공한다. 이 방법은 사용자의 특별한 조절 없이 간편하고 효과적으로 화질을 개선 함으로써 다양한 분야에서 적용 가능 할 것으로 기대된다.

## 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] M. Abdullah-Al-Wadud, Md.Hasanul Kabir, M. Ali Akber Dewan, Oksam Chae, "A Dynamic Histogram

- Equalization for Image Contrast Enhancement," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 53, No. 2, pp. 593-600, May 2007.
- [5] 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.