

논문 2008-45SC-1-3

# 블록기반 지역 명암대비 개선을 통한 전역 명암대비 향상 기법

## (Global Contrast Enhancement Using Block based Local Contrast Improvement)

김 광 현\*, 한 영 준\*\*, 한 헌 수\*\*

(Kwanghyun Kim, Youngjoon Han, and Hemssoo Hahn)

### 요 약

본 논문은 영상의 블록기반 지역 명암대비 향상을 통한 전역 명암대비 향상 기법을 제안한다. 전역 명암대비 향상 기법은 영상의 특성을 고려하지 않고 히스토그램 평활화만을 통해 명암값의 재분배를 수행함으로써 과도한 밝기값의 화소들을 갖는 결과영상을 유발한다. 반면에 블록기반 지역 명암대비 향상 기법은 블록화 현상 및 이를 줄이는 과정에서 영상의 중요한 특징을 훼손하는 문제점을 갖고 있다. 이런 문제점들을 해결하기 위해 본 논문은 입력영상을 다양한 블록 크기로 분할한 임시영상들에 대해 블록기반 히스토그램 평활화를 수행한다. 그리고 지역 명암대비 향상을 통해 얻어진 전역 히스토그램 평활화 함수를 원 영상에 적용하는 전역 명암대비 향상 기법을 수행한다. 지역 명암대비가 향상된 임시 영상으로부터 전역 히스토그램 평활화 함수를 얻기 때문에 제안하는 방법은 지역 명암대비 향상 기법과 전역 명암대비 향상 기법의 장점들을 갖는다.

### Abstract

This paper proposes a scheme of global image contrast enhancement using local contrast improvement. Methods of global image contrast enhancement redistribute the image gray level distribution using histogram equalization without considering image properties, and cause the result image to include image pixels with excessive brightness. On the other hand, methods of the block-based local image contrast enhancement have blocking artifacts and a problem of eliminating important image features during an image process to reduce them. In order to solve these problems, the proposed method executes the block-based histogram equalization on temporary images that an input image is divided into various fixed-size blocks. And then it performs the global contrast enhancement by applying the global histogram equalization functions to the original input image. Since the proposed method selects the best histogram equalization function from temporary images that are improved by the block-based local image contrast enhancement, it has the advantages of both the local and global image contrast enhancement approaches.

**Keywords :** Global image contrast, Local image contrast, Histogram equalization, Blocking artifacts

### I. 서 론

영상에서 명암대비 향상은 영상의 어두운 영역과 밝은 영역의 차이를 명확히 하는 것으로서, 영상내의 관심 영역을 선명하게 하거나 명암값을 재분배하여 화질을 개선시키는 낮은 단계 영상처리 기법이다. 명암대비

향상은 화질개선을 통하여 인간의 눈에 선명한 영상을 제공하거나 컴퓨터 영상 시스템에서 상위 영상처리를 위한 전처리과정으로 사용된다. 특히, 명암대비의 향상은 영상분할이나 특징추출 등의 상위 영상처리에 중요한 정보를 제공하는 에지추출이 이루어지기 전에 수행된다.

명암대비 향상 기법은 크게 전역(Global) 명암대비 향상 기법과 지역(Local) 명암대비 향상 기법으로 구분되어진다<sup>[1~3]</sup>. 전역 명암대비 향상 기법은 영상의 명암값의 범위를 늘림으로서 화질을 향상시키는 방법으로 가장 널리 쓰이는 방법 중의 하나가 전역 히스토그램 평활화(Global Histogram Equalization)이다<sup>[4~5]</sup>. 전역

\* 학생회원, \*\* 정회원, 송실대학교  
(Department of Electrical engineering, Soongsil University)

※ “본 연구는 송실대학교 교내연구비 지원으로 이루어졌음”

접수일자: 2007년6월12일, 수정완료일: 2007년12월31일

히스토그램 평활화는 영상의 히스토그램을 분포를 계산하고, 히스토그램 분포는 누적 분포 함수 생성 및 정규화를 통하여 입력영상의 화소값과 곱해서 수행되며, 히스토그램이 균일한 분포를 갖도록 명암값을 재분배한다. 그러나 전역 히스토그램 평활화는 영상 각 부분의 공간 정보들을 고려하지 않은 전체 영상의 히스토그램 정보를 사용하기 때문에 부분적인 명암값을 개선시키기 어렵다. 또한 영상의 명암값을 재분배해서 영상의 평균 밝기를 영상의 중간 명암값으로 변환하기 때문에 영상의 밝은 영역이 뿌옇게 되는 현상이 발생된다<sup>[5-8]</sup>. 이런 문제를 해결하기 위해, Chen은 원 영상의 밝기값을 보존하기 위해 평균 밝기값을 고려하여 히스토그램을 반복적으로 분할하여 평활화하는 RMSHE(Recursive Mean-Separate Histogram Equalization) 방법을 제안하였다. 하지만, 이 방법은 영상에 따라 화질 향상 정도가 다르며 명암대비 향상에 한계가 있어 다양한 분야에 적용하기 어렵다.

이러한 전역 명암대비 향상기법이 갖는 문제를 극복하기 위해 지역적인 히스토그램 평활화 기법을 사용한 명암대비 개선 기법들이 제안되고 있다. AHE(Adaptive histogram equalization) 기법은 가장 기초적인 방법으로 영상을 겹치지 않게 여러 개의 블록으로 나누고 각각의 블록들에 대해 독립적으로 히스토그램 평활화를 수행하여 그 결과를 양선형 보간법으로 합치는 기법이다<sup>[9]</sup>. 이 경우 블록이 연결되는 부분에서 발생하는 불연속성 문제를 해결하기 위해 이웃하는 블록들이 겹쳐지도록 분할하는 방법을 사용하기도 한다. Kim<sup>[2]</sup>은 AHE 방법을 개선한 POSHE(Partially Overlapped Sub-block Histogram Equalization) 기법을 제안하였다. POSHE 기법은 각 블록의 히스토그램을 결정할 때 겹치는 블록의 비율을 줄여 비슷한 효과를 내는 방법이다. 하지만, 겹치는 블록의 선택에 따라 블록화 정도가 달라지며 영상마다 블록의 크기를 결정해야하는 문제점이 있다<sup>[10]</sup>. 일반적으로 지역 명암대비향상 기법들의 공통적인 문제점은 블록화 현상이다. 영상 전체의 밝기 분포를 고려하지 않고 지역적인 영상정보만을 사용하기 때문에 블록 간의 명암대비가 조화롭지 못하고 밝기값의 차가 커서 발생한다<sup>[6-10]</sup>. 또한 지역 히스토그램 평활화는 블록화를 없애기 위해 겹쳐진 블록을 사용하거나 보간법을 사용하기 때문에 계산 복잡도가 커지거나 지역적인 두드러진 특징들을 훼손시킨다<sup>[11]</sup>.

이와 같은 문제점들을 해결하기 위해, 본 논문은 지역 명암대비를 높이면서 전역 명암대비 향상기법들이

갖는 문제점들을 개선하기 위한 명암대비 향상 기법을 제안한다. 먼저 원 영상을 다양한 블록 크기로 분할한 임시 영상들에 대해 블록 기반 지역 평활화 기법을 수행한다. 블록의 크기에 따라 지역대비 향상 정도가 다른 임시 영상들로부터 전역 평활화 함수를 구하고 이들을 이용하여 원영상에 전역 명암대비 향상 기법을 적용한다. 마지막으로 전역 히스토그램 평활화가 적용된 영상들로부터 명암대비도를 측정하여 최대값을 갖는 결과 영상을 찾는다. 본 논문에서 사용되는 영상의 명암대비 향상기법은 블록의 크기에 따라 지역 명암대비가 향상된 영상으로부터 전역 히스토그램 평활화 함수를 결정하기 때문에 영상의 특징들을 훼손하지 않고 블록화 현상을 없앨 수 있다. 또한, 전역 명암대비 향상기법의 단점을 보완하는 영상의 부분적인 명암대비를 향상시킨다.

II장에서는 전역 명암대비 향상기법, 지역 명암대비 향상기법에 대한 소개 및 문제점에 대해 제시한다. III장에서는 제안하는 기법의 목표 및 알고리즘을 제시한다. IV장에서는 제안하는 방법을 기존의 방법들과 비교 실험을 통해 제안하는 방법의 우수성을 입증하고, V장에서 결론 및 향후 연구방향을 제시한다.

## II. 기존의 전역 및 지역 명암대비 향상 기법

### 1. 전역 명암대비 향상기법

전역 히스토그램 평활화 기법<sup>[1]</sup>은 영상의 밝기 분포로부터 정규화된 누적 분포를 구한 후에 조정인자를 곱함으로써 원래의 명암값을 재분배한다. 컴퓨터 영상처리에서 영상을 L개의 명암값을 갖는  $X = \{ X(i,j) \mid X(i,j) \in \{X_0, X_1, \dots, X_{L-1}\} \}$ 로 표현할 수 있다. 여기서  $X(i,j)$ 는 공간영역상의  $(i,j)$ 에서 정규화 명암값(이하 명암값) 나타내며  $X_k$ 는 K번째 명암값이다. 임의의 영상 X의 히스토그램 평활화를 위해 영상의 히스토그램을 정규화하여 확률밀도함수(probability density function, pdf)을 구한다. 다음의 식 (1)은 임의의 영상에 대한 확률 밀도 함수를 나타낸다.

$$p_X(X_k) = \frac{n_k}{n} \quad (1)$$

$$0 \leq X_k \leq 1 \text{ and } \sum_{k=0}^{L-1} p_X(X_k) = 1$$

여기서, n은 영상 X의 전체 화소수이고,  $n_k$ 는 k번째 명암값  $X_k$ 가 갖는 화소들의 개수이다.

히스토그램 평활화 함수를 구하기 위해 확률 밀도 함수로부터 명암값  $X_k$ 에 대한 누적 분포 함수(cumulative distribution function, cdf)를 식 (2)로 결정한다.

$$s_k = T(X_k) = \sum_{j=0}^k p_x(X_j) \tag{2}$$

$$= \sum_{j=0}^k \frac{n_j}{n}$$

여기서,  $k=1, 2, \dots, L-1$ 이고  $T(X_{L-1})=1$ 로 정의된다. 히스토그램 평활화는 입력영상의 명암값  $X_k$ 을 출력영상의  $s_k$  명암값으로 변환한다. 평활화된 영상은 균일한 확률 밀도를 갖게 되므로 균일한 히스토그램을 생성하게 되고, 전체 명암값을 모두 사용하는 영상을 산출하게 된다.

그림 1은 히스토그램 평활화를 이용하여 전역 명암대비를 향상시킨 결과들을 보여준다. 그림에서 볼 수 있듯이 영상의 개선효과는 원영상의 특성에 따라 큰 차

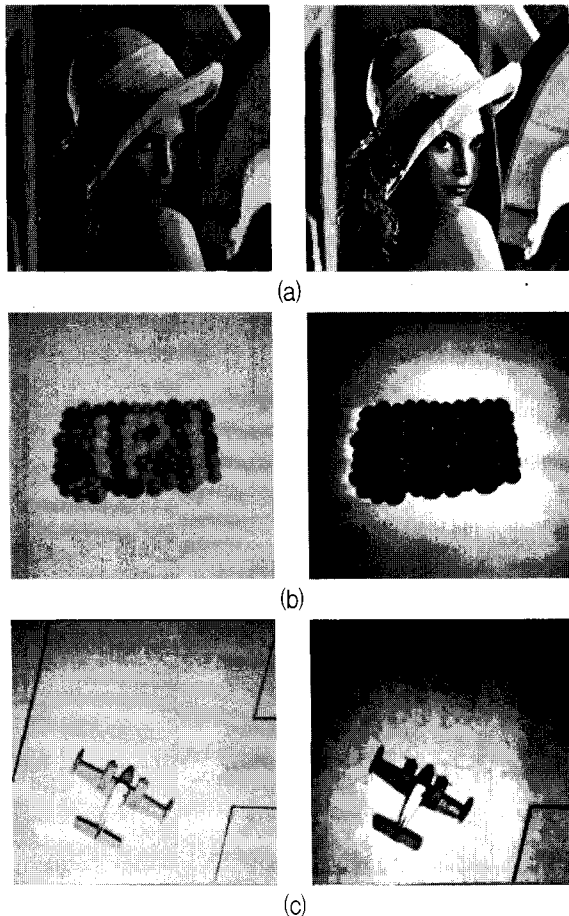


그림 1. 히스토그램 평활화를 이용한 전역 명암대비 향상 결과: 좌측은 원영상, 우측은 결과영상  
Fig. 1. Global contrast enhancement using histogram equalization.

이가 발생함을 알 수 있다. 그림 1(a)의 인물영상인 경우 전체적인 명암의 차이 외에는 화질에 큰 영향을 주지 않은 것처럼 보인다. 그러나 그림 1(b)와 (c)와 같이 특정한 물체를 포함하는 영상의 경우, 전역 명암대비를 향상시키기 위해 히스토그램 평활화를 사용하는 경우 지역적인 밝기를 개선할 수 없음을 보여준다. 또한 영상의 명암값을 재분배해서 영상의 평균밝기를 영상의 중간 명암값으로 변환하기 때문에 밝은 영역에서 뿌옇게 되는 현상이 발생된다.

특히 비슷한 밝기를 가진 영역을 많이 포함하고 있는 경우 지역적으로 명암대비를 조정할 수 없기 때문에 명암대비가 감소하거나 화질이 훼손된다. 이러한 문제점은 지역 명암대비 향상 기법을 사용해서 해결한다.

## 2. 지역 명암대비 향상기법

지역 명암대비 향상 기법은 일정한 크기의 블록을 사용하여 그 블록의 정보만을 참조하여 대비를 향상시키는 기법이 주를 이룬다. 식 (3)은 영상의  $i$ 번째 블록에서 히스토그램 평활화하는 과정에 대한 수식을 나타낸다.

$${}^i s_k = {}^i T(X_k) = \sum_{j=0}^k {}^i p_x(X_j) \tag{3}$$

$$= \sum_{j=0}^k \frac{{}^i n_j}{{}^i n}$$

$$0 \leq X_k \leq 1, \quad {}^i T(X_{L-1}) = \sum_{j=0}^{L-1} {}^i p_x(X_j) = 1$$

여기서,  ${}^i n$ 은  $i$ 번째 블록 영상의 전체 화소수이고  ${}^i n_k$ 은  $i$ 번째 블록 영상에서  $k$ 번째 밝기값을 갖는 화소수이다. 각 블록마다 다른 누적 분포 함수와 평활화 함수가 생성된다.



그림 2. 블록기반 대비 향상 기법  
Fig. 2. Block based contrast enhancement method.

그림 2는 그림 1(a)의 512x512 해상도 Lena 영상을 32x32 크기의 블록으로 나눈 후, 각 블록별로 독립적인 히스토그램 평활화를 수행한 결과 영상을 보여준다.

그림 2는 각 블록들이 서로 다른 히스토그램 평활화 함수로 독립적으로 평활화되기 때문에 블록간의 극심한 블록화 현상이 발생하고 전체 영상의 화질이 크게 훼손됨을 보여준다. 이러한 블록화 현상을 극복하기 위해 지역적으로 히스토그램 평활화를 수행할 때 주위에 있는 영역들을 참조하는 겹쳐진 블록을 사용한다<sup>[1-2]</sup>. 블록과 주위의 영역을 포함하여 평활화를 수행하기 때문에 블록화 현상이 줄어든다. 하지만 블록의 겹쳐짐의 정도나 이웃하는 영역을 포함하는 블록의 크기에 상당히 의존적이다.

### III. 지역 명암 대비 향상을 통한 영상의 명암대비 개선 기법

지역적인 대비향상 기법의 큰 문제점인 블록화 현상을 줄이기 위해 블록들을 겹쳐서 평활화하는 경우, 겹쳐지는 비율이나 이웃하는 영역을 포함하는 블록의 크기에 따라 화질이 매우 의존적이다. 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위해, 겹치지 않는 블록기반 지역 히스토그램 평활화를 수행하면서 전역 명암대비를 향상시키는 기법을 제안한다. 제안하는 기법의 목표는 다음과 같다.

- (1) 지역 명암대비향상기법의 문제점인 블록화 현상을 없앨 때 발생하는 영상의 중요한 특징들의 훼손을 줄인다.
- (2) 과도한 명암값의 재분배 없이 지역적인 명암대비를 향상시킨다.
- (3) 영상에 따라 최적 크기의 블록으로부터 전역 평활화 함수를 찾아 명암대비를 향상시킨다.

이를 위해 본 논문은 그림 3에 보여주는 것처럼 블록기반 지역 명암대비 향상을 통한 전역 명암대비 향상기법을 제안한다. 먼저, 원영상을 다양한 블록 크기로 분할한 임시 영상들에 대해 각 블록별로 히스토그램 평활화를 수행한다. 각 블록별로 히스토그램 평활화를 수행하면서 각 블록들의 평활화 함수로부터 원영상의 명암대비를 높이기 위한 전역 히스토그램 평활화 함수를 얻는다. 획득된 전역 히스토그램 평활화 함수들로부터 원영상을 평활화하고 명암대비를 측정하여 최대값을 갖는

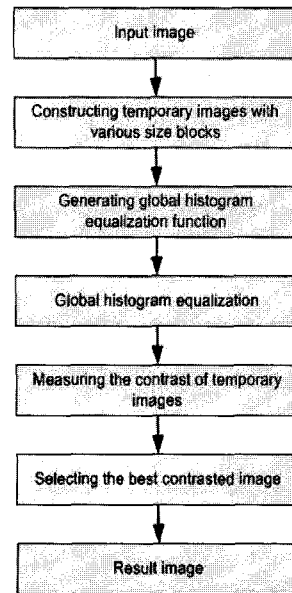


그림 3. 제안하는 알고리즘의 블록도  
Fig. 3. Block diagram of the proposed algorithm.

결과영상을 찾는다.

본 논문에서 사용되는 영상의 명암대비 향상기법은 지역 명암대비가 향상된 임시 영상으로부터 히스토그램 평활화 함수를 얻기 때문에 지역 명암대비가 향상되며, 전역 히스토그램 평활화 함수를 사용하기 때문에 블록화 현상을 없애는 과정에서 발생하는 중요한 특징점들의 훼손을 줄인다.

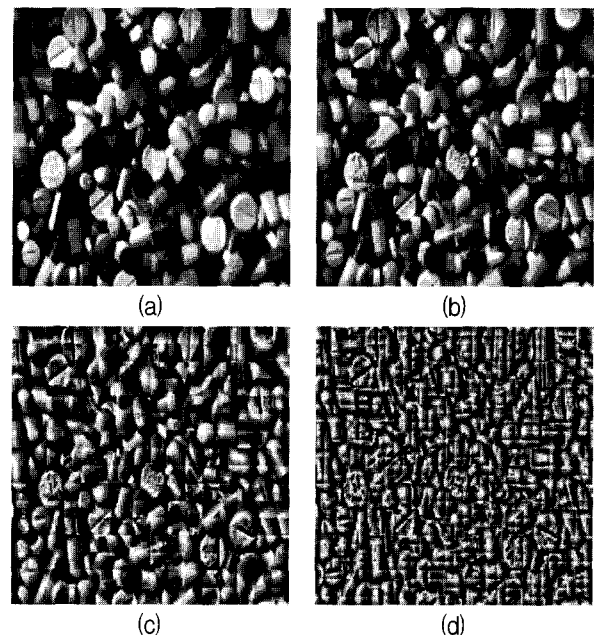


그림 4. 다양한 블록 크기기반 히스토그램 평활화  
(a) 128x128, (b) 64x64, (c) 32x32, (d) 16x16  
Fig. 4. Histogram equalization with different block sizes.  
(a) 128x128, (b) 64x64, (c) 32x32, (d) 16x16

1. 다양한 크기의 블록기반 지역 히스토그램 평활화

그림 4는 512x512 크기의 동일한 영상을 16x16, 32x32, 64x64, 128x128 크기의 블록으로 나눈 후, 각 블록별로 히스토그램 평활화를 수행한 임시 영상들을 보여준다. 그림에서 보면 블록의 크기가 커질수록 블록화 현상은 줄어들으나 부분적인 명암대비의 효과는 떨어지는 것을 확인할 수 있다.

2. 블록기반 지역 명암대비 향상을 통한 전역 명암 대비 향상 기법

그림 5에서 볼 수 있듯이 임시 영상의 블록 크기가 MxN 개의 화소로 구성되며 영상이 Q개의 블록으로 구성되었다고 하자. 블록크기 MxN을 갖는 임시 영상의 확률밀도함수는 식 (1)로부터 다음 식(4)으로 주어진다.

$$\begin{aligned}
 p_x(X_k) &= \frac{n_k}{Q(M \times N)} \\
 &= \frac{1}{Q} \left( \frac{1n_k}{M \times N} + \frac{2n_k}{M \times N} + \dots + \frac{Qn_k}{M \times N} \right) \quad (4) \\
 &= \frac{1}{Q} (1p_x(X_k) + 2p_x(X_k) + \dots + Qp_x(X_k))
 \end{aligned}$$

$$0 \leq X_k \leq 1 \text{ and } \sum_{k=0}^{L-1} p_x(X_k) = 1$$

여기서, Q(MxN)는 임시 영상의 전체 화소수이며,  $n_k$ 는 i번째 블록에서 k번째 명암값을 갖는 화소수를 이고  $p_x(X_k)$ 는 i번째 블록의 확률밀도함수이다. 식 (4)로부터 전역 확률밀도함수가 각 블록들에 대한 확률밀도 함수들의 평균으로 결정됨을 알 수 있다.

블록기반 히스토그램 평활화에서 발생하는 블록화 현상을 화질의 훼손 없이 없애는 동시에 지역 명암대비를 향상시키기 위한 임시 영상에 대한 누적 분포 함수(cumulative distribution function, cdf)는 식 (2)와 식(4)으로부터 다음 식(5)으로 주어진다.

$$\begin{aligned}
 s_k &= T(X_k) = \sum_{j=0}^k p_x(X_j) \\
 &= \frac{1}{Q} \sum_{j=0}^k (1p_x(X_j) + 2p_x(X_j) + \dots + Qp_x(X_j)) \quad (5) \\
 &= \frac{1}{Q} (1T(X_k) + 2T(X_k) + \dots + QT(X_k))
 \end{aligned}$$

$$0 \leq X_k \leq 1 \text{ and } T(X_{L-1}) = 1$$

여기서,  $T(X_k)$ 는 i번째 블록의 누적분포함수이다. 식 (5)로부터 원영상의 전역 명암대비 향상을 위한 히스토그램 평활화 함수는 블록기반으로 히스토그램 평활화된 임시 영상으로부터 재계산 없이 블록기반 히스토그램

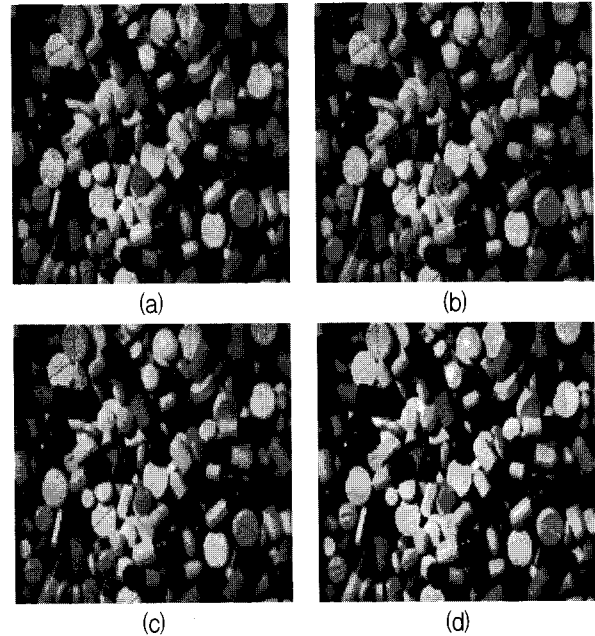


그림 5. 다양한 크기의 블록으로 지역 명암대비를 향상 시킨 영상의 평활화 함수를 이용하여 평활화된 영상: (a) 128x128, (b) 64x64, (c) 32x32, (d) 16x16

Fig. 5. Results of applying the histogram equalization function acquired from image whose local contrast was enhanced with the various block sizes: (a) 128x128, (b) 64x64, (c) 32x32, (d) 16x16.

평활화 함수들로부터 구할 수 있다. 식(5)로부터 전역 평활화 함수는 각 블록의 평활화 함수들의 평균으로 정의되기 때문에 최적의 전역 평활화 함수는 최적 블록 평활화 함수로부터 결정됨을 알 수 있다. 일반적으로 블록의 크기가 작아짐에 따라 결과 영상의 명암대비도가 커지나 이후에 밝히겠지만 영상에 따라 다른 명암대비를 갖는다.

마지막으로 다른 크기의 블록들을 갖는 임시 영상으로부터 얻어진 전역 히스토그램 평활화 함수를 원 영상에 적용하여 명암대비가 최대인 결과영상을 찾는다. 그림 5는 다양한 크기의 블록을 갖는 그림 4의 임시 영상에서 구해진 평활화 함수를 원영상에 적용한 결과이다. 모든 영상들이 지역적으로 명암대비가 향상되었음을 확인할 수 있다. 그림 5(c)는 화질 훼손 없이 블록현상을 없앤 지역 명암대비가 가장 좋은 결과영상을 보여준다.

3. 지역 대비가 향상된 영상의 명암대비도 측정

블록기반 명암대비 향상 기법에서 블록의 크기에 따라 명암대비 향상의 정도가 달라진다. 일반적으로 블록기반 명암대비 향상 기법들은 계산 복잡도 때문에 많은

실험을 통해 경험적으로 블록의 크기를 결정한다. 하지만 블록의 크기가 고정되는 경우에 영상에 따라 명암대비 향상 정도가 달라진다.

본 논문에서는 계산의 복잡도를 증가시키지 않으면서 다양한 블록크기를 허용하는 명암대비 향상기법을 사용한다. 따라서 다양한 블록 크기를 갖는 전역 히스토그램 평활화 함수들로부터 얻어진 결과 영상들의 화질을 평가하는 명암대비도의 측정이 필요하다.

명암대비도는 모든 화소들에 대해 이웃한 화소들에 대한 차이 값이 어느 정도인지로 정의된다. 본 논문에서는 영상의 명암대비도를 측정하기 위해, 명암대비 인자(Contrast Factor)를 사용한다<sup>[12]</sup>. 먼저 지역 명암대비도(Local Contrast)는 다음의 식 (6)처럼 중심 화소와 이웃한 화소들의 차이값의 평균으로 계산된다.

$$c(i,j) = \frac{1}{4}(|X(i,j) - X(i,j-1)| + |X(i,j) - X(i,j+1)| + |X(i,j) - X(i-1,j)| + |X(i,j) - X(i+1,j)|) \quad (6)$$

여기서 X(i,j)는 공간영역상의 (i,j)에서 화소의 명암값이다. 각 화소를 중심으로 이웃한 화소들과의 차이값의 평균이  $c_{i,j}$ 이다. 블록 명암대비는 위에서 구한 각 화소들의 대비값들의 평균으로 계산되며, 영상의 명암대비도는 다음의 식 (7)과 같이 결정된다.

$${}^iC = \frac{1}{M \times N} \sum_{i=0}^M \sum_{j=0}^N c(i,j) \quad (7)$$

$$C = \frac{1}{Q} \sum_{i=0}^Q {}^iC$$

여기서,  ${}^iC$ 는  $i$ 번째 영상블록의 명암대비도를 나타내고, M와 N는 각각 영상블록의 너비와 높이를 나타낸다. 그리고 Q는 영상에서 블록의 개수를 나타내며, 영상의 명암대비도는 각 영상 블록들의 명암대비도의 평균이다. 다음의 표 1은 그림 5의 영상들에 대해 식 (7)을 적용하여 얻은 명암대비도를 보여준다.

표 1. 그림 5의 영상들에 대한 명암대비도  
Table 1. Contrast measures of images in Fig. 5.

블록 크기 영상 종류	128x128	64x64	32x32	16x16
영상 1	7.000	7.115	7.192	7.279
영상 2	2.466	2.429	2.667	2.655
영상 3	1.192	1.246	1.442	1.486
영상 4	1.868	2.022	2.035	2.031
영상 5	1.348	1.347	1.394	1.421

표 1로부터 블록 크기가 작아질수록 명암대비가 커지는 경향이 있으나 영상의 종류에 따라 블록크기에 대한 명암대비가 다르다는 것을 알 수 있다. 블록기반 지역 명암대비 기법에서 계산의 복잡도 때문에 고정 크기의 블록크기를 갖지만, 본 논문은 다양한 블록 크기를 허용하는 명암대비 향상 기법을 사용함으로써 영상의 화질을 더욱 개선한다.

#### IV. 실험

제안하는 기법은 Windows XP 운영체제를 갖는 Pentium IV PC에서 수행되었으며, Microsoft의 VC++ 개발환경에서 구현되었다. 실험영상으로 인터넷에서 구한 512x512 해상도를 갖는 일반적인 영상을 사용하였으며, 전역 히스토그램 평활화 함수를 얻기 위해 블록 크기가 4x4에서 256x256까지 2의 배수 크기로 증가하는 7 종류의 임시영상을 사용하였다. 제안하는 방법의 명암대비 향상의 성능을 객관적으로 판단할 수 있는 기준 영상이나 수치적인 값이 없기 때문에 다양한 영상을 사용한 실험을 통해 결과영상에 대한 분석을 주관적으로 판단하였다.

본문에서 제시한 제안하는 방법의 목표를 달성하기 위해, 인물과 배경으로 이루어진 영상에서 인물 특징들의 강조 실험, 복잡한 영상의 전 영역에서 지역 명암대비의 향상 실험, 히스토그램 분석을 통한 기존 명암대비 향상 방법들과의 비교 등의 3가지 실험을 수행하였다.

인물과 배경으로 이루어진 영상에서 인물의 특징들이 강조되는 실험은 긴 머리를 가진 여자와 단순 배경(벽)으로 나뉘지는 입력 영상을 사용하였다. 전역 히스토그램 평활화 기법과 POSHE(Partially Overlapped Sub-Block Histogram Equalization)의 비교 실험을 통해 제안하는 방법의 우수성을 보였다. 물체의 특징이 강조됨을 보이기 위해 3x3 Sobel 연산자를 사용하여 결과영상에 대해 에지영상을 얻었다.

그림 6(c)에서 보는 것처럼 전역 히스토그램 평활화만을 수행하였을 경우에 지나친 명암대비 향상으로 머리카락과 배경부분에 과도한 밝기값을 갖는 화소들이 나타난다. 그 결과로 영상에 대한 에지영상(그림 6(d))처럼 배경에 불필요한 에지성분들이 나타남을 확인할 수 있다. POSHE(그림 6(e))기법은 얼굴 및 옷의 명암대비는 잘 향상시켰지만 전체적으로 명암대비가 지나치게 향상되었다. 제안하는 방법(그림 6(g))의 결과 영상에서 보듯이 원 영상에 비해 머리카락, 배경, 얼굴의 구



그림 6. 단순한 배경영상에서 인물 특징의 강조 실험: (a) 원영상 (b) (a)의 에지 영상, (c) 전역 히스토그램 평활화 (d) (c)의 에지 영상, (e) POSHE, (f) (e)의 에지 영상, (g) 제안하는 방법, (h) (g)의 에지 영상

Fig. 6. Highlighting the interesting person with simple background: (a) Original image, (b) Edge image of (a), (c) Global histogram equalization, (d) Edge image of (c), (e) POSHE, (f) Edge image of (e), (g) Proposed method, (h) Edge image of (g).

분이 뚜렷하게 구분되도록 명암대비가 향상되었으며, 제안하는 방법의 에지영상(그림6(h))은 에지 특징들이 매우 잘 표현되고 있음을 확인할 수 있다.

그림 7은 그림 6과 달리 지역적인 대비향상 기법이

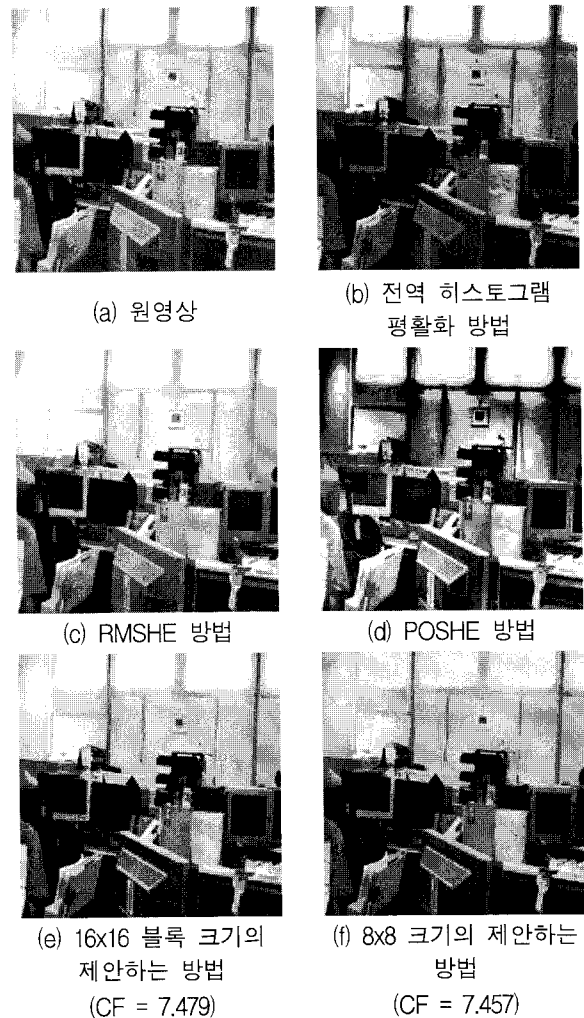


그림 7. 지역 명암대비 향상 실험 결과: (a) 원영상 (b) 전역 히스토그램 평활화 (c) RMSHE (d) POSHE (e) 16x16 블록 크기의 제안하는 방법 (f) 8x8 블록 크기의 제안하는 방법

Fig. 7. Experimental results of Local contrast enhancement: (a) Original Image, (b) Global histogram equalization, (c) RMSHE, (d) POSHE, (e) Proposed method with 16x16 block (CF=7.479), (f) Proposed method with 8x8 block (CF=7.457).

필요한 복잡한 영상에 대해 제안하는 방법을 적용한 예를 보여주고 있다. 제안하는 방법은 블록화 현상이나 과도한 명암값의 재분배 없이 영상의 전 영역에서 지역적인 명암대비를 향상시키는 특성을 갖는다. 제안하는 방법을 전역 명암대비 향상 기법(전역 히스토그램 평활화, RMSHE(Recursive Mean-Separate Histogram Equalization) 및 지역 명암대비 향상 기법(POSHE)과 비교하였다.

전역 히스토그램 평활화 방법과 RMSHE 방법을 수행한 결과인 그림 7(b)과 그림 7(c)는 과도한 명암값의





도가 미미하다. 전역 히스토그램 평활화 기법과 RMSHE 방법은 결과 영상의 히스토그램 분포인 그림 8(d)와 (f)에서 보는 것처럼 전체 영상의 명암값의 분포를 고려하지 않고 명암값의 재분배만을 고려함으로써 CF값은 높지만 과도한 명암값을 갖는 결과 영상(그림 8(c)와 그림(e))을 보여준다.

POSHE 방법의 히스토그램 분포(그림 8(h))는 일반적인 블록기반 지역 명암대비 향상 기법이 갖는 고른 명암값의 재분배 결과를 보여준다. 하지만 영상의 물체 크기에 비해 블록 크기가 크며 전역 명암대비 향상 방법처럼 지역 명암대비 향상 효과를 얻을 수 없다. POSHE 방법에서 제시한 160x120 블록크기로 수행한 결과 영상 그림 8(g)을 통해서 확인할 수 있다.

제안하는 알고리즘의 히스토그램 영상(그림 8(h))에서 보는 것처럼 원영상의 히스토그램 분포(그림 8(b))에서 최대값을 갖는 영역을 제외하면 명암값이 블록기반 지역 명암대비가법처럼 고르게 재분배된 것을 확인할 수 있다. 이런 히스토그램은 형태는 제안하는 방법이 전역 명암대비 향상 기법과 블록기반 지역 명암대비 향상 기법의 특성들을 모두 갖고 있다는 것을 보여준다. 그리고 영상내의 관심물체의 크기가 작아 큰 블록 크기(그림 8(h))보다 작은 블록 크기(그림 8(j))를 갖는 제안하는 방법의 화질이 선명한 것을 확인할 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 지역 명암대비 향상을 통한 영상의 명암대비 향상 기법을 제안하였다. 지역 명암대비 향상 기법들의 가장 중요한 문제점은 블록화 현상이나 이를 줄이기 위한 영상의 중요한 특징들의 훼손이다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 입력 영상을 블록 크기를 제한하지 않고 다양한 블록 크기로 나눈 임시 영상을 생성하여 블록기반 평활화를 수행하였다. 임시 영상에 대한 전역 평활화 함수를 얻어 원영상에 대해서 히스토그램 평활화를 수행하여 최대의 명암대비를 갖는 결과 영상을 찾았다. 제안하는 알고리즘은 지역 명암대비가 향상된 임시 영상으로부터 전역 평활화 함수를 얻기 때문에 지역의 명암대비가 높아지는 것을 다양한 실험을 통해 확인하였다. 향후, 최대의 명암대비를 갖는 블록 크기를 추정하는 방법으로 찾아 알고리즘의 수행 속도를 개선할 예정이며, 칼라 영상에 적합한 명암대비도 향상 기법을 다양한 영상기기에 응용할 계획이다.

## 참 고 문 헌

- [1] A. K. Jain, *Fundamentals of Digital Image Processing*, Prentice-Hall, 1989.
- [2] J. Y. Kim, L. S. Kim, S. H. Hwang, "An Advanced Contrast Enhancement Using Partially Overlapped Sub-Block Histogram Equalization," *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, Vol. 11, No. 4, pp.475-484, April 2001.
- [3] C. C. Sun, S. J. Ruan, M. C. Shie, T. W. Pai, "Dynamic Contrast Enhancement based on Histogram Specification," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 51, No. 4, pp.1300-1305, November 2005.
- [4] J. A. Stark, "Adaptive Image Contrast Enhancement Using Generalizations of Histogram Equalization," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 9, No. 5, pp.889-896, May 2000.
- [5] Y. T. Kim, "Contrast Enhancement Using Brightness Preserving Bi-Histogram Equalization," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 43, Issue 1, pp.1-8, February 1997.
- [6] S. D. Chen, A. Rahman 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.
- [7] Z. Chen, B. R. Abidi, D. L. Page, M. A. Abidi, "Gray-Level Grouping(GLG) : An Automatic Method for Optimized Image Contrast Enhancement-Part I : The Basic Method," *IEEE Transactions on Image Processing*, Vol. 15, No. 8, pp.2290-2302, August 2006.
- [8] S. D. Chen, A. Rahman Ramli, "Minimum Mean Brightness Error Bi-Histogram Equalization in Contrast Enhancement," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 49, No. 4, pp.1310-1319, November 2003.
- [9] S. M. Pizer, E. P. Amburn, J. D. Austin, R. Cromartie, A. Geselowitz, T. Greer, B. H. Romeny, J. B. Zimmerman, K. Zuiderveld, "Adaptive Histogram Equalization and Its Variations," *Computer Vision Graphics and Image Processing*, Vol. 39, pp.355 - 368, 1987.
- [10] F. Lamberti, B. Montrucchio, A. Sanna, "CMBFHE\_a novel contrast enhancement technique based on cascaded multistep binomial filtering histogram equalization," *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, Vol. 52,

No. 3, pp.966-974, August 2006.

- [11] Z. Q. Wu, J. A. Ware, I. D. Wilson, J. Zhang, "Mechanism analysis of highly overlapped interpolation contrast enhancement," IEE Proceedings Vision, Image & Signal Processing, Vol. 153, No. 4, pp.512-520, August 2006.
- [12] K. Matkovic, L. Neumann, A. Neumann, T. Psik, W. Purgathofer, "Global Contrast Factor-a New Approach to Image Contrast," In Computational Aesthetics in Graphics, Visualization and Imaging 2005, pp.159-168, May 2005.

---

저 자 소 개

---



김 광 현(학생회원)  
2005년 동서울대학  
(한국교육개발원 컴퓨터  
공학사 졸업).  
2005년~현재 숭실대학교  
전자공학과 석사과정.  
<주관심분야 : 컴퓨터 비전, 영상  
처리>



한 영 준(정회원)  
1996년 숭실대학교 전자공학과  
학사 졸업  
1998년 숭실대학교 전자공학과  
석사 졸업.  
2003년 숭실대학교 전자공학과  
박사 졸업.

<주관심분야 : 로봇 비전, 영상처리, 비주얼 서보  
잉>

한 현 수(정회원)  
대한전자공학회 논문지  
제38권 SP편 제 6호 참조