

히스토그램 기반 영상 처리를 위한 압축영역에서의 효율적인 히스토그램 추출 기법

論 文
55D-8-3

Effective Histogram Extraction Scheme for Histogram-Based Image Processing

朴俊炯[†] · 嚴玟煥* · 崔潤植** · 南在烈*** · 元致善[§]
(Jun-Hyung Park · Minyoung Eom · Yoonsik Choe · Jae Yeal Nam · Chee Sun Won)

Abstract - Due to development of internet network environments and data compression techniques, the size and amount of multimedia data has greatly increased. They are compressed before transmission or storage. Dealing with these compressed data such as video retrieval or indexing requires decompression procedure in most cases. This causes additional computations and increases the processing time. In various applications a histogram is one of the most frequently used tools. Efficiency of extracting such histograms will drop down if decompression is involved. We propose a novel scheme for extracting histograms from images that are transformed into the compressed domain by 8x8 DCT(Discrete Cosine Transform). In this scheme an averaged version of original image is obtained by a simple linear combination of DCT coefficients with the sets of coefficients we designed.

Key Words : Histogram, Fast Extraction, Compressed Domain, DCT, Decoding

1. 서 론

최근 들어 데이터 통신 기술 및 통신-네트워크 환경의 급속한 발전에 힘입어 멀티미디어 데이터의 수요가 급증하고 있고, 인터넷 및 위성 방송, 이동 통신, 데이터 검색 등 그 적용분야 또한 계속해서 다양해지고 있다. 또한 멀티미디어 데이터의 양과 사이즈 또한 방대해지고 있으며 데이터 압축 기술의 발전은 이러한 데이터의 전송 및 저장에 있어서 효율성을 극대화 시켜주었다. 이렇게 인코딩 된 압축 영역의 멀티미디어 데이터는 각종 화면을 통한 재생은 물론 편집 및 검색 등 대부분의 분야에 적용될 때 디코딩 과정을 거쳐서 공간 영역으로 전환되어 사용된다. 그러나 이 디코딩 과정은 많은 계산 량과 긴 처리 시간을 요구하기 때문에 데이터 사용의 효율성을 떨어뜨린다고 할 수 있다. 멀티미디어를 다루는 다양한 적용 분야에서 쓰이는 대표적인 요소들로 컬러 히스토그램과[1], [2], [3] 에지 히스토그램을[4], [5], [6] 들 수 있는데, 비디오 및 정지 영상의 히스토그램을 구할 때는 디코딩을 통해 복원된 공간 영역의 영상으로부터 특징 정보를 추출하여 히스토그램을 얻어내게 된다. 이때에도 디코딩 과정에서 많은 연산과 긴 처리 시간이 필요하여 그 효율성을 떨어뜨리게 된다. 기존의 연구 중에는 이러한 문제를 해결하기

위해 디코딩 없이 히스토그램을 추출할 수 있는 기법들이 제안된 바 있다. G. C. Feng과 J. Jiang이 제안한 기법은[7]은 이를 통해 복원된 영상으로부터 얻어낸 히스토그램이 원 영상으로부터 얻어낸 히스토그램과 상당히 유사하지만 복원 영상의 해상도가 원영상의 1/4에 한정된다는 한계가 있다. 또한 계산 과정에서 상당한 근사화를 포함한다. 이 외에도 압축 영역의 계수들로부터 곧장 히스토그램을 얻어내는 기법이 제안된 바 있다[8], [9]. 이들은 각각 DCT 계수와 DWT (Discrete Waveform Transform) 계수의 특징 분석을 통해 히스토그램을 얻어내는데, 이는 모두 에지 히스토그램의 추출에 그 적용분야가 한정되어 있다는 한계가 있다. 본 논문에서는 디코딩 과정을 거치지 않고 히스토그램을 얻어내기 위한 공간 영역의 영상을 복원하는 기법을 제안한다. 이 기법은 8x8 DCT 계수의 선형 조합을 통해 효율적으로 히스토그램 추출을 위한 원영상의 averaged version 영상을 복원해 내는 것으로서, 이 기법을 통해 원영상의 1/4뿐 아니라 1/2 해상도인 영상의 복원까지도 가능하며 이는 다양한 히스토그램의 추출에 적용적으로 쓰일 수 있다. 2장에서는 기존 기법[7]에 대해 소개하고 3장에서는 제안 기법에 대해 자세히 설명한다. 4장에서는 제안 기법을 통해 복원된 영상에 대한 실험 결과를 제시한다.

[†] 교신저자, 學生會員 : 연세大學 전기전자學科 碩士課程

E-mail : ggulae@yonsei.ac.kr

* 學生會員 : 연세大學 전기전자學科 博士課程

** 正 會 員 : 연세大學 전기전자學科 正教授 · 工博

*** 正 會 員 : 계명大學 정보통신學科 助教授 · 工博

[§] 正 會 員 : 동국大學 전자學科 正教授 · 工博

接受日字 : 2006年 5月 24日

最終完了 : 2006年 6月 12日

2. 기존 연구 : Image Extraction in DCT domain(IED)

DCT는 공간 영역의 샘플을 주파수에 따라 분리하여 주파수 영역(압축 영역)의 계수로 변환시키기 때문에 DCT 계수는 quantization, VLC(Variable Length Coding) 등을 통해 압축하기에 효율적인 상태가 된다. 현재 주로 상용되고 있는 표준들, 이를테면 JPEG, MPEG 1, 2 등은 모두 이 DCT 과

정을 포함하고 있다[10], [11]. G. C. Feng과 J. Jiang은 이러한 DCT 계수로부터 디코딩 과정 없이 원영상의 average version 영상을 복원하는 기법을 제안하였다. 이 기법은 그림 1. (b)의 8x8 DCT 계수 중에서 c_{00} , c_{01} , c_{10} , c_{11} 네 개의 계수들 간의 선형 조합을 통해서 그림 1. (a)의 m_{11} , m_{12} , m_{21} , m_{22} 들을 얻어낸다. 이 m 들은 4x4 픽셀 블록의 평균값에 해당한다.

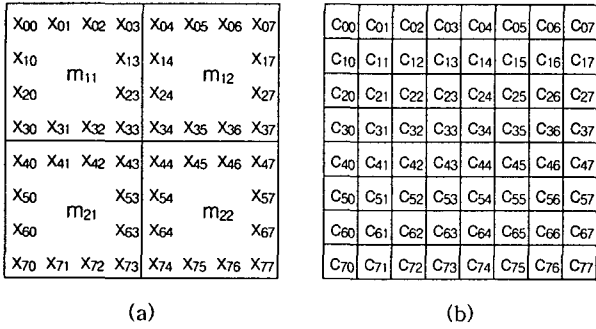


그림 1. (a) 8x8 픽셀 블록 (b) 8x8 DCT 계수
Fig 1. (a) 8x8 pixel block (b) 8x8 DCT coefficients

식 (1) ~ (4)는 각 m 을 구하기 위해 DCT 계수 c 들이 어떻게 관계되는지 보여준다.

$$m_{11} = \frac{c_{00} + c_{10} + c_{01} + c_{11}}{8} \quad (1)$$

$$m_{12} = \frac{c_{00} + c_{10} - c_{01} - c_{11}}{8} \quad (2)$$

$$m_{21} = \frac{c_{00} - c_{10} + c_{01} - c_{11}}{8} \quad (3)$$

$$m_{22} = \frac{c_{00} - c_{10} - c_{01} + c_{11}}{8} \quad (4)$$

결국 8x8 DCT 계수 블록마다 4x4 픽셀 블록의 평균 값 네 개를 얻어내고 이를 통해 원 영상의 1/4 해상도 영상을 복원할 수 있는 것이다. 그런데 위의 결과식들은 간단하기는 하지만 상당한 approximation을 거쳐서 도출된 식이기 때문에, 이 알고리즘은 우리가 제안하는 알고리즘에 비해 상대적으로 원영상과의 유사도가 떨어지는 결과를 가져온다.

3. 제안 기법 : Down-sized Image Extraction from DCT coefficients (DIED)

본 장에서는 제안 기법을 통해 8x8 DCT 계수로부터 디코딩 과정 없이 히스토그램 추출에 적합한 공간 영역의 영상을 복원하는 것에 대해 설명한다.

3.1 원영상의 1/4 해상도 영상 추출

본 절에서는 8x8 DCT 계수의 선형 조합으로 원영상의 1/4 해상도(1/16 크기)에 해당하는 average version 영상을 추출하는 기법에 대해 설명한다. 이 기법은 식 (5)와 같이

$N \times N$ DCT 계수 중 DC 계수가 공간 영역의 $N \times N$ 블록의 평균값에 상응한다는 사실에 근거를 둔다.

$$c_{00}^4 = \frac{1}{4} \sum_{i=0}^3 \sum_{j=0}^3 x_{ij} \quad (5)$$

$$= \frac{1}{4} \cdot 16 \cdot m_4 = 4m_4$$

여기서 c_{00}^4 , x_{ij} , m_4 는 각각 4x4 DCT의 DC 계수, (i, j) 위치의 픽셀 값, 4x4 블록의 평균값을 나타낸다.

8x8 DCT 계수로부터 m_4 를 얻어내는 기법을 살펴보자. X , D_8 , C_8 을 각각 8x8 픽셀 블록, 8x8 DCT 매트릭스[12], 8x8 DCT 계수라 하면 다음과 같이 X 와 C_8 의 관계식을 얻을 수 있다.

$$D_8 X D_8^T = C_8 \Leftrightarrow D_8^T C_8 D_8 = X \quad (6)$$

식 (6)은 8x8 DCT와 IDCT 과정을 보여준다[12]. T는 transpose를 나타낸다. 여기서 볼 수 있듯이, 2차원 DCT와 IDCT 과정이기 때문에 복잡한 매트릭스 연산이 중복되어 필요하게 된다. 한편, 매트릭스 F_4 를 D_4 에 의한 블록 매트릭스로 정의하면 식 (7)과 같이 나타낼 수 있다.

$$F_4 = \begin{bmatrix} D_4 & O \\ O & D_4 \end{bmatrix} \quad (7)$$

여기서 D_4 는 4x4 DCT 매트릭스이고[12] O 는 나머지 부분이 모두 0임을 뜻한다. 식 (8)과 같이 X 에 F_4 를 취하면 E_4 를 얻을 수 있고, 식 (6)에 의해,

$$F_4 X F_4^T = E_4 \quad (8)$$

$$F_4 X F_4^T = F_4 (D_8^T C_8 D_8) F_4^T \quad (9)$$

$$= (F_4 D_8^T) C_8 (D_8 F_4^T)$$

$$= Y_4 C_8 Y_4^T = E_4$$

식 (9)와 같이 8x8 DCT 계수 C_8 로부터 $Y_4 = [y_{ij}^4]$ 와의 연산을 통해 직접 E_4 를 얻을 수 있다. E_4 는 식 (10)에서 정의 되듯이 4x4 DCT 계수 블록 네 개의 묶음이다. 여기서 C_4 는 4x4 DCT 계수를 나타낸다.

$$E_4 = \begin{bmatrix} C_4^1 & C_4^2 \\ C_4^3 & C_4^4 \end{bmatrix} \quad (10)$$

$E_4 = [e_{ij}^4]$ 에서 네 개의 계수 e_{00}^4 , e_{04}^4 , e_{40}^4 , e_{44}^4 들은 각각 4x4 DCT DC 계수이므로 식 (5)와 같이 4x4 픽셀 블록의 평균값을 가지고 있게 되고, 결국 이것들을 취해 원영상의

1/4 해상도에 해당하는 average version 영상을 얻어낼 수 있는 것이다.

여기서 매트릭스 곱 형태로 표현된 식 (9)를 식 (11)와 같이 고치면 8x8 DCT 계수 $C_8 = [c_{ij}]$ 의 선형 조합으로 각 DC 계수 e_{nk}^4 를 표현할 수 있다.

$$e_{nk}^4 = \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 y_{kj}^4 y_{ni}^4 c_{ij}, \quad n, k \in \{0, 4\} \quad (11)$$

여기서 y_{ij}^4 는 식 (12)와 같고,

$$y_{ij}^4 = \sum_{n=i}^{i+3} f_{in}^4 d_{jn}^8, \quad F_4 = [f_{ij}^4], \quad D_8 = [d_{ij}^8] \quad (12)$$

식 (12)에서 f_{ij}^4 는 식 (13)과 같다.

$$f_{ij}^4 = A \cdot \cos\left(\frac{(2(j \bmod 4) + 1)(i \bmod 4)\pi}{8}\right) \quad (13)$$

여기서 $A = \left(\sqrt{\frac{1}{2}}\right)^{\delta(i \bmod 4) + 1}$ 이고 $\delta(\cdot)$ 는 Dirac delta function 이다.

3.2 원영상의 1/2 해상도 영상 추출

1/2 해상도(1/4 크기) 영상의 추출은 1/4 경우와 크게 다른 것이 없고 2x2 DCT가 관여한다는 것이 달라진다. 매트릭스 F_2 가 식 (14)와 같이 달라지면서 E_2 는 식 (15)와 같이 2x2 DCT 계수 블록 16개를 가지는 블록 매트릭스가 된다. 식 (14)에서 D_2 는 2x2 DCT 매트릭스이고 O 는 나머지 부분이 0임을 뜻한다.

$$F_2 = \begin{bmatrix} D_2 & & O \\ & D_2 & \\ O & & D_2 \end{bmatrix} \quad (14)$$

$$E_2 = \begin{bmatrix} C_2^1 & C_2^2 & C_2^3 & C_2^4 \\ C_2^5 & C_2^6 & C_2^7 & C_2^8 \\ C_2^9 & C_2^{10} & C_2^{11} & C_2^{12} \\ C_2^{13} & C_2^{14} & C_2^{15} & C_2^{16} \end{bmatrix} \quad (15)$$

식 (15)의 C_2 는 각각 2x2 DCT 계수를 뜻하는 블록 매트릭스인데 여기서 각각의 DC 계수 c_{00}^2 는 식 (16)과 같이 2x2 픽셀 블록의 평균값 m_2 에 상응한다.

$$\begin{aligned} c_{00}^2 &= \frac{1}{2} \sum_{i=0}^1 \sum_{j=0}^1 x_{ij} \\ &= \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot m_2 = 2m_2 \end{aligned} \quad (16)$$

즉, 이 경우 8x8 블록 하나당 16개의 DC 계수를 얻고 이것들이 가지고 있는 2x2 픽셀 블록의 평균값으로부터 1/2 해상도에 해당하는 영상을 복원하는 것이다. $E_2 = [e_{ij}^2]$ 에서 DC 계수들은 식 (17)과 같이 구해진다.

$$e_{nk}^2 = \sum_{i=0}^7 \sum_{j=0}^7 y_{kj}^2 y_{ni}^2 c_{ij}, \quad n, k \in \{0, 2, 4, 6\} \quad (17)$$

여기서 y_{ij}^2 는 식 (18)과 같고,

$$y_{ij}^2 = \sum_{n=i}^{i+1} f_{in}^2 d_{jn}^8 \quad (18)$$

식 (18)에서 d_{jn}^8 은 식 (12)에서처럼 8x8 DCT 매트릭스의 원소를 뜻하고 $F_2 = [f_{ij}^2]$ 는 식 (19)와 같다.

$$f_{ij}^2 = B \cdot \cos\left(\frac{(2(j \bmod 2) + 1)(i \bmod 2)\pi}{4}\right) \quad (19)$$

여기서 $B = \left(\sqrt{\frac{1}{2}}\right)^{\delta(i \bmod 2)}$ 이다.

제안 기법에서 필요한 계산은 실제로 보이는 것보다 간단하다. 우선 식 (12)와 (18)처럼 F_4 나 F_2 가 포함되는 계산의 경우 F_4 와 F_2 는 각각 50%와 75% 만큼의 원소가 0이기 때문에 실제로 계산에 관여하는 부분은 8x8 중에서 50%와 25% 뿐이다. 그리고 E_4 에서 필요한 것은 DC 계수 4개, E_2 에서 필요한 것은 DC 계수 16개뿐이기 때문에, e_{nk}^4 의 계산 시 $Y = [y_{ij}]$ 은 8x8 중에 실제로는 $[y_{0*}]$, $[y_{4*}]$ 2행(1/2 해상도 경우 4행) 만이 관여하는 것을 알 수 있다. 그리고 앞에서 언급했듯이 식 (11)과 (17)은 더 이상 2차원 매트릭스 계산이 아닌 64개 원소를 가진 1차원 벡터의 내적의 형태로 생각할 수 있고, $y_{kj}^4 y_{ni}^4 = \xi_{ij}^4$ 와 $y_{kj}^2 y_{ni}^2 = \xi_{ij}^2$ 처럼 하나의 상수 ξ_{ij} 로 표현할 수 있는 $y_{kj} y_{ni}$ 부분은 미리 계산해서 가지고 있을 수 있기 때문에 한층 더 계산상의 복잡도가 낮아지게 된다. 그림 2.의 (a)와 (b)는 각각 1/4와 1/2 해상도의 경우에 대해 e_{00} 을 구하기 위한 ξ_{ij} 를 8x8 DCT 계수 블록에 상응하는 매트릭스 형태로 나타낸 것이다. ξ_{ij} 의 성긴 구조 때문에 8x8 DCT 계수와의 내적은 1/4 해상도의 경우 최대 25개, 1/2 해상도의 경우 최대 49개의 원소만을 필요로 함을 알 수 있고, 경우에 따라 적절적으로 각각 25개와 49개 중 제한된 개수의 DCT 저주파 계수만을 사용하여 근사화 하는 것도 가능하다.

4. 실험 결과

본 장에서는 원영상과 복원 영상에서 얻어낸 컬러 히스토

그림과 에지 히스토그램들을 비교한다. 히스토그램의 비교는 식 (20)의 히스토그램 유사도 측정법을 사용하였다.

$$S = \frac{H \cdot \hat{H}}{\sqrt{H \cdot H} \sqrt{\hat{H} \cdot \hat{H}}} \quad (20)$$

0.5	0.45	0	-0.16	0	0.11	0	-0.09	0.25	0.32	0.23	0.11	0	-0.08	-0.10	-0.06
0.45	0.41	0	-0.14	0	0.10	0	-0.08	0.32	0.41	0.30	0.14	0	-0.10	-0.12	-0.08
0	0	0	0	0	0	0	0	0.23	0.30	0.21	0.10	0	-0.70	-0.09	-0.06
-0.16	-0.14	0	0.05	0	-0.03	0	0.03	0.11	0.14	0.10	0.05	0	-0.03	-0.04	-0.03
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.11	0.10	0	-0.03	0	0.02	0	-0.02	-0.08	-0.10	-0.07	-0.03	0	0.02	0.03	0.02
0	0	0	0	0	0	0	0	-0.10	-0.12	-0.09	-0.04	0	0.03	0.04	0.02
-0.09	-0.08	0	0.03	0	-0.02	0	0.02	-0.06	-0.08	-0.06	-0.03	0	0.02	0.02	0.02

(a)

(b)

그림 2. e_{00} 을 구하기 위한 DCT 계수와의 내적에 쓰이는 ξ_{ij} (a) 1/4 해상도 (b) 1/2 해상도

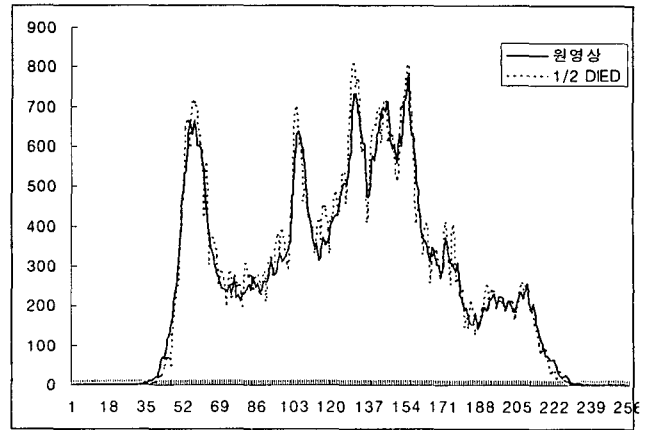
Fig 2. ξ_{ij} used for the inner product with DCT coefficients to get e_{00} (a) 1/4 resolution (b) 1/2 resolution

여기서 H 와 \hat{H} 는 각각 원영상과 복원영상에서 추출한 히스토그램 bin 벡터이고, \cdot 는 벡터의 내적을 뜻한다. 히스토그램 유사도 S 가 최대값인 1에 가까울수록 두 히스토그램이 비슷하다고 할 수 있다. 표 1은 원영상과 복원영상간의 S 를 나타낸다. 표에서 볼 수 있듯이 DIED를 통한 복원 영상들은 대부분 1에 매우 가까운 S 값을 갖는다. 그리고 모든 경우 S 는 1/2 경우가 1/4 경우보다 높은 것을 알 수 있다. 또한 IED를 통해 얻어진 1/4 해상도 영상보다 DIED를 통해 얻은 영상의 S 가 더 높음을 알 수 있다. 이렇게 1/2 DIED > 1/4 DIED > IED의 순으로 복원 영상의 정확도가 높다는 사실은 PSNR을 통해서도 확인할 수 있다. 표 2는 IED와 DIED를 통해 복원한 영상의 PSNR을 나타낸다. 그림 3. (a)와 (b)는 각각 제안 기법(DIED)으로 복원된 1/2 영상과 1/4 영상으로부터 추출한 컬러 히스토그램을 원영상의 히스토그램과 비교해서 나타낸다. 그림 3. (c)는 기존 기법(IED[7])으로 복원한 영상의 컬러 히스토그램이다. 그림 4.는 에지 히스토그램이다.

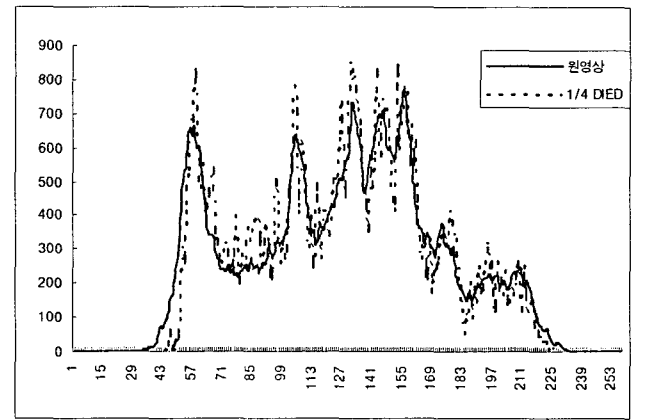
표 1. 원영상과 복원 영상의 히스토그램 유사도

Table 1. Histogram similarity between the original and reconstructed images

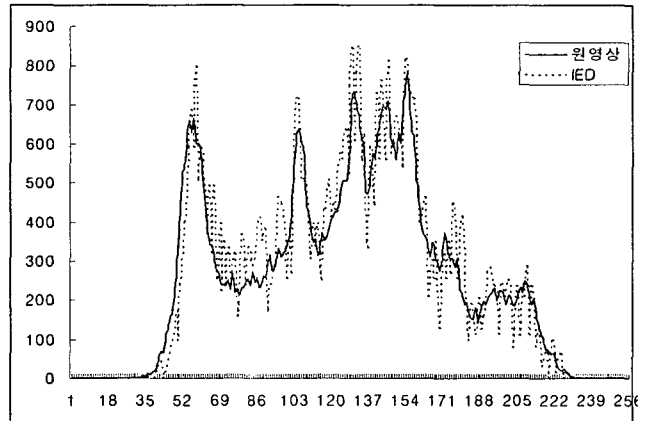
	Lena			Lori			boat		
	1/4	1/2	IED	1/4	1/2	IED	1/4	1/2	IED
S (컬러)	0.9763	0.9934	0.9759	0.9626	0.9794	0.9625	0.9621	0.9874	0.9613
S (에지)	0.9896	0.9948	0.9929	0.9868	0.9950	0.9765	0.9913	0.9945	0.9788



(a)



(b)



(c)

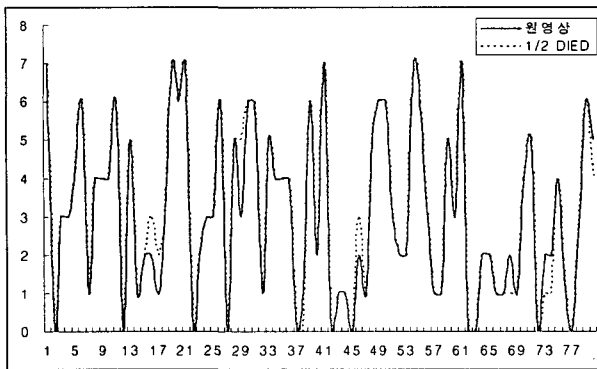
그림 3. Lena 영상의 컬러 히스토그램 비교

- (a) 원영상과 1/2 DIED 복원 영상
- (b) 원영상과 1/4 DIED 복원 영상
- (c) 원영상과 IED 복원 영상

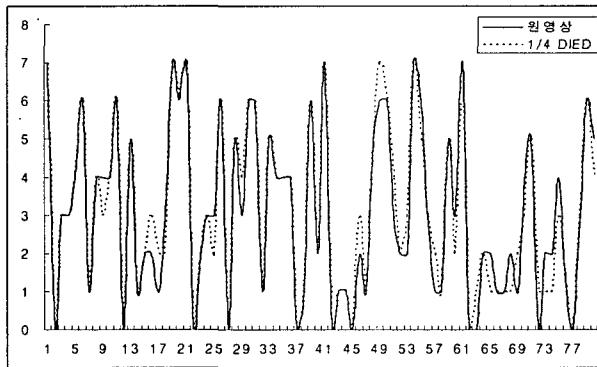
Fig 3. Color histogram comparison of Lena images (a) Original and 1/2 DIED reconstructed image (b) Original and 1/4 DIED reconstructed image (c) Original and IED reconstructed image

5. 결 론

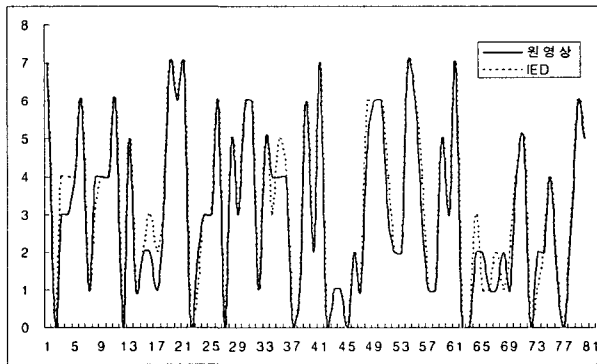
본 논문에서 우리는 히스토그램을 얻기 위해 8x8 DCT 계수의 선형 조합을 통해 곧장 average version 영상을 복원하는 기법을 제안하였다. 제안 기법을 통해 원영상의 1/4, 1/2 해상도의 영상을 복원 가능하며, 이들로부터 추출한 히스토그램은 원영상의 히스토그램과 상당히 유사하다. 또한 여기서 계산상의 절약과 scalability를 기대할 수 있다. 따라서 이 기법은 압축 영역에서의 히스토그램을 통한 영상 처리에 적용될 수 있다.



(a)



(b)



(c)

그림 4. Lena 영상의 에지 히스토그램 비교

- (a) 원영상과 1/2 DIED 복원 영상
- (b) 원영상과 1/4 DIED 복원 영상
- (c) 원영상과 IED 복원 영상

Fig 4. Edge histogram comparison of Lena images
 (a) Original and 1/2 DIED reconstructed image
 (b) Original and 1/4 DIED reconstructed image
 (c) Original and IED reconstructed image

표 2. 각 복원 영상들의 PSNR 비교

Table 2. PSNR of the reconstructed images

PSNR	Lena			Lori			boat		
	1/2	1/4	IED	1/2	1/4	IED	1/2	1/4	IED
	29.22	24.85	24.74	29.52	24.95	24.83	23.95	19.91	19.80

감사의 글

본 연구는 한국 과학재단 목적 기초 연구(R01-2003-000-10412-0)지원으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] Aibing Rao, Rohini K. Srihari and Zhongfei Zhang, "Spatial color histograms for content-based image retrieval", Tools with Artificial Intelligence, 1999. Proceedings. 11th IEEE International Conference, pp. 183-186, on 9-11 Nov. 1999
- [2] Ju Han and Kai-Kuang Ma, "Fuzzy color histogram and its use in color image retrieval", Image Processing, IEEE Transactions on Volume 11, Issue 8, pp. 944-952, Aug. 2002
- [3] L. Kotoulas and I. Andreadis, "Colour histogram content-based image retrieval and hardware implementation", Circuits, Devices and Systems, IEE Proceedings Volume 150, Issue 5, 6, pp. 387-393, Oct. 2003
- [4] Su Jung Yoon, Dong Kwon Park, Soo-Jun Park and Chee Sun Won, "Image retrieval using a novel relevance feedback for edge histogram descriptor of MPEG-7", Consumer Electronics, 2001. ICCE. International Conference, pp. 354-355, on 19-21 June 2001
- [5] Jianrong Cao and Anni Cai, "A Method for classification of scenery documentary using MPEG-7 edge histogram descriptor", VLSI Design and Video Technology, 2005. Proceedings of 2005 IEEE International Workshop, pp. 105-108, on 28-30 May 2005
- [6] Seong-O Shim and Tae-Sun Choi, "Edge color histogram for image retrieval", Image Processing. 2002. Proceedings. 2002 International Conference, Volume 3, pp. 957-960, on 24-28 June 2002
- [7] G. C. Feng and J. Jiang, "Image extraction in DCT domain", IEE Proc. -Vis. Image Signal Process., Vol. 150, No. 1, February 2003

[8] Minyoung Eom and Yoonsik Choe, "Fast Extraction of Edge Histogram Descriptor in DCT Domain Based on MPEG-7", *Enformatika Systems Sciences and Engineering* vol. 9, pp. 209-212, Nov. 2005

[9] 송진호, 엄민영, 최윤식, "웨이블릿 영역에서의 웨이블릿 계수를 이용한 에지 히스토그램 고속 추출 기법", *전자공학회*, 제42권 SP편 제5호, pp. 137-144, 2005. 9.

[10] Feig, E. and Winograd, S., "Fast algorithms for the discrete cosine transform", *IEEE Trans. Signal Process.*, 1992, 40, (9), pp. 2174-2193

[11] Bhaskaran, V. and Konstanti, K., "Image and video compression standards: Algorithms and architectures" (Kluwer Academic Publications, Boston, USA, 1997)

[12] K. R. Rao and J. J. Hwang, "Techniques and Standards for Image, Video and Audio Coding", Prentice Hall PTR, 1996

저 자 소 개



박준형 (朴俊洞)

2005년 2월 연세대학교 전기전자공학부.
2005년 2월~연세대학교 전기전자공학과 석사과정.
Tel : 02-2123-2774
E-mail : ggulae@yonsei.ac.kr



엄민영 (嚴玟煥)

2001년 9월 연세대학교 전과공학과 (공학사). 2004년 3월 연세대학교 대학원 전기전자공학과(공학석사). 2004년 3월~현재 연세대학교 대학원전기전자공학과 박사과정.
주관심분야 : 웨이블릿, 비디오, 영상신호처리>



최윤식 (崔潤植)

1979년 연세대학교 전기공학과 (공학사). 1984년 Case Western Reserve Univ. 시스템공학과 (M.S.E.E.). 1987년 Pennsylvania State Univ. 전기공학과 (M.S.). 1990년 Purdue Univ. 전기공학부 (Ph.D). 1990년~1993년 (주)현대전자 산업전자 연구소 책임연구원. 1993년~현재 연세대학교 전기전자공학부 교수
Tel : 02-2260-3337
FAX : 02-2274-5509
E-mail : cswon@dgu.edu



남재열 (南在烈)

1983년 경북대학교 전자공학과 (공학사). 1985 경북대학교 대학원 전자공학과 (공학석사). 1991년 University of Texas at Arlington 전기공학과 (공학박사). 1985년~1987년 한국전자통신연구소 연구원. 1991년~1995년 한국전자통신연구소 선임연구원. 1995년~현재 계명대학교 정보통신학부 부교수
Tel : 053-585-8669
E-mail : jynam@kmu.ac.kr



원치선 (元致善)

1982년 고려대학교 전자공학과 (공학사). 1986년 Univ. of Massachusetts Amherst (공학석사). 1990년 Univ. of Massachusetts Amherst (공학박사). 1989년~1992년 금성사 중앙연구소 선임연구원. 1992년~현재 동국대학교 전자공학과 교수.
Tel : 02-2260-3337
FAX : 02-2274-5509
E-mail : cswon@dgu.edu