

논문 2005-42SP-5-16

웨이블릿 영역에서의 웨이블릿 계수들을 이용한 에지 히스토그램 추출 기법 연구

(The Extraction of the Edge Histogram using Wavelet Coefficients in the Wavelet Domain)

송진호*, 엄민영**, 최윤식**

(Jinho Song, Minyoung Eom, and Yoonsik Choe)

요약

본 논문에서는 JPEG2000 기반의 영상에서 웨이블릿 영역의 웨이블릿 계수들의 비를 통해 에지 히스토그램을 추출하는 기법을 제시하였다. 기존의 MPEG-7 에지 히스토그램 기술자는 영상의 에지 정보를 공간 영역에서 추출하기 때문에 복호화 과정이 필요하게 되어 많은 연산량이 요구되고 이는 영상 검색 시간을 지연시키는 원인이 된다. 이를 보완하기 위해 JPEG2000 영상의 에지 히스토그램 정보를 공간 영역이 아닌 웨이블릿 영역에서 직접 추출하고자 하였다. 본 논문에서 사용된 웨이블릿 변환은 JPEG2000 표준에서 정한 압축 기법으로 Le Gall 5/3 필터 계수를 사용 하였다. 에지 추출을 위해 웨이블릿 계수들 중에서 2단계 웨이블릿 변환을 통해 얻어진 LH2, HL2 부 밴드의 홀수 번째 계수들의 비와 LH1과 HL1의 계수들을 사용하였다. 실험을 통해 8개의 질의 영상에 대한 NMRR 값을 비교한 결과, 제안 알고리즘에 의한 에지 히스토그램 추출이 기존 에지 히스토그램 기술자와 비교하여 성능이 떨어지지 않았고, 연산량에 있어서도 많은 감소 효과를 얻을 수 있었다.

Abstract

In this paper, the extraction method of the edge histogram directly using wavelet coefficients in the wavelet domain for JPEG2000 images is proposed. MPEG-7 Edge Histogram Descriptor(EHD) extracts edge histogram in the spacial domain. This algorithm has much multiplication and addition for the edge extraction because it needs the decoding processing. However because the proposed algorithm extracts the edge histogram in the wavelet domain, it doesn't need the decoding processing and it decreases multiplication and addition. The Discrete Wavelet Transform(DWT) is a standard transform in JPEG2000. The proposed algorithm uses Le Gall 5/3 filter in JPEG2000 and odd coefficients in LH2 and HL2 sub-band. The edge direction can be decided to use rate of HL2 and LH2 odd coefficients. According to experiments, there is no difference of the efficiency between EHD and the proposed algorithm. And the proposed algorithm is much better than EHD for multiplication and addition in the edge extraction of images.

Keywords : Discrete Wavelet Transform(DWT), Edge Histogram, Wavelet coefficients in the Wavelet Domain, JPEG2000

I. 서론

최근 멀티미디어 데이터의 활용 및 정보 양의 증가로 정보를 보다 쉽고 빠르게 검색하길 바라는 욕구가 증가

하게 되었다. 이를 해결하기 위해 MPEG-7^[1]이라는 표준안이 등장하게 되었다. MPEG-7에는 멀티미디어 데이터의 특징을 추출하여 이를 기반으로 검색을 할 수 있게 각 특징에 맞는 여러 기술자(Descriptor)들을 정의하고 있는데 그 중의 하나가 에지 히스토그램 기술자(EHD : Edge Histogram Descriptor)이다. EHD는 영상의 에지 정보를 공간 영역에서 추출하기 때문에 복호화 과정이 필요하게 되어 에지 정보를 추출함에 있어 많은 연산량이 요구되고, 이는 검색 시간을 지연시키는 원인이 된다.

* 학생회원, ** 정회원, 연세대학교 전기전자공학과
(Department of Electrical & Electronics
Engineering, Yonsei University)

※ 본 연구는 한국 과학재단 목적 기초 연구
(R01-2003-000-10412-0)지원으로 수행되었음.
접수일자: 2005년6월1일, 수정완료일: 2005년7월25일

현재 정지 영상 압축에 많이 쓰이는 국제 표준은 JPEG(Joint Photographic Expert Group)이다. 그러나 JPEG 표준은 DCT(Discrete Cosine Transform)와 양자화(Quantization)를 사용하여 높은 압축률로 압축을 할 경우 블록화 현상이 심하게 일어나서 이미지가 손상되는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 JPEG2000 이라는 새로운 표준안이 제안되었다^[2]. DCT를 압축 기반으로 한 기존 JPEG과는 달리 JPEG2000에서는 웨이블릿 변환을 이용한 압축 방법을 채택하고 있다.

이에 본 논문에서는 JPEG2000 영상에 있어서의 에지 히스토그램 정보를 공간 영역이 아닌 웨이블릿 영역에서 웨이블릿 계수들을 이용하여 직접 에지 정보를 추출하는 방법을 제안한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 MPEG-7 에지 히스토그램 기술자의 에지 히스토그램 추출 방법을 살펴보고, III장에서는 제안 알고리즘인 웨이블릿 도메인에서의 에지 히스토그램 추출 방법을 알아본다. IV장에서는 기존 알고리즘과 제안 알고리즘을 통한 실험을 통해 결과를 비교 분석하고, 끝으로 V장에서는 결론을 통해 본 논문을 맺는다.

II. MPEG-7 에지 히스토그램 기술자

MPEG-7의 에지 히스토그램 기술자는 영상의 여러 특징들 중에서 에지 정보를 효과적으로 표현하는 기술자이다. 영상을 그림 1에서처럼 16개의 겹치지 않는 sub-image로 나누고 각각의 sub-image는 다시 여러 개의 image-block으로 나뉘어 지는데, 이 image-block이 에지 정보 추출의 기본 단위가 된다.

에지의 종류는 그림 2와 같이 5개(수직, 수평, 45도,

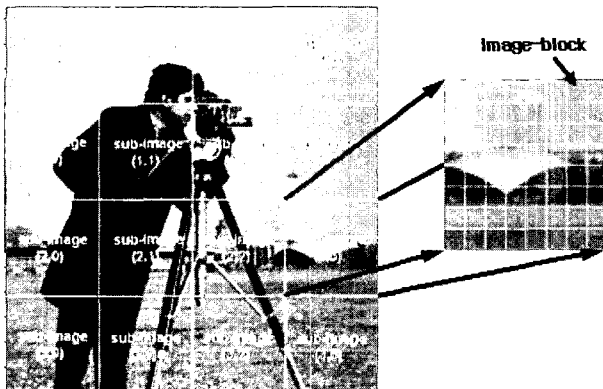


그림 1. sub-image 와 image-block
Fig. 1. sub-image and image-block.

135도, 비 방향성)로 구분된다. 그림 3에서처럼 각 image-block 에서의 에지 방향을 결정하여 하나의 sub-image에 대한 5개의 에지 빈이 추출됨으로써 전체 영상에 대해서는 총 16×5=80개의 에지 히스토그램 빈이

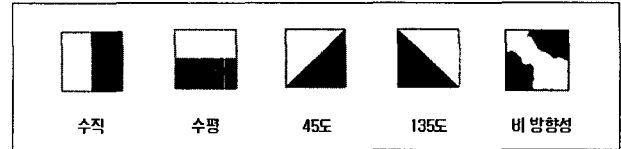


그림 2. 5가지 에지 종류
Fig. 2. Five types of edges.

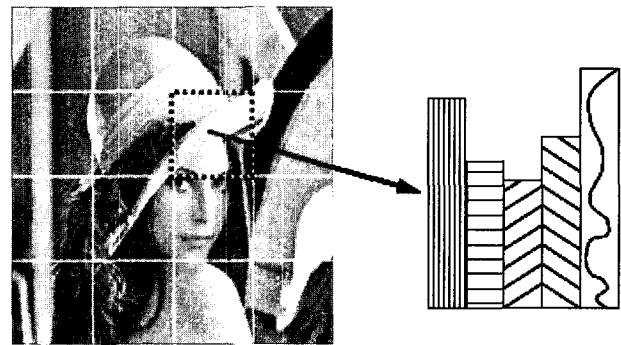


그림 3. 각 sub-image에 대한 5가지 에지 빈
Fig. 3. Five types of edge bins for each sub-image.

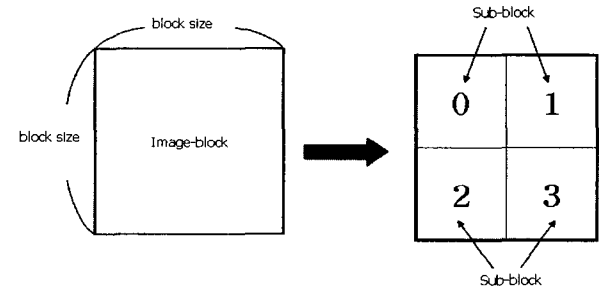


그림 4. Sub-block과 labeling
Fig. 4. Sub-block and their labeling.

1	-1	1	1	$\sqrt{2}$	0
1	-1	-1	-1	0	$-\sqrt{2}$

(a) 수직 (b) 수평 (c) 45도

0	$\sqrt{2}$	2	-2
$-\sqrt{2}$	0	-2	2

(d) 135도 (e) 비 방향성

그림 5. 5가지 에지 방향 검출 필터 계수
Fig. 5. Filter coefficients for edge detection.

추출된다.

image-block 내에서 에지 특징을 추출하는 방법은 공간 영역에서 디지털 필터를 적용하는 것이다. 그림 4에서처럼 image-block을 4개의 sub-block으로 나눈 후, 그림 5의 5가지 방향 필터 계수를 필터링하여 나온 값들 중에서 가장 큰 값을 갖는 에지 방향을 그 image-block에서의 에지 방향으로 결정한다^[3].

III. 웨이블릿 영역에서의 에지 히스토그램 추출

1. 웨이블릿 영역에서의 웨이블릿 계수의 의미

앞서 언급 했듯이 JPEG2000 표준은 DWT(Discrete Wavelet Transform) 와 양자화 과정을 통한 압축을 사용한다. JPEG2000 표준에서 정하고 있는 웨이블릿 필터로는 Daubechies 9/7 필터와 Le Gall 5/3필터가 있다^{[4][5]}. 본 논문에서는 5-tap의 low-pass 필터 계수와 3-tap의 high-pass 필터 계수로 이루어진 Le Gall 5/3 필터 계수를 이용하였다.

JPEG2000에서 규정한 Le Gall 5/3 필터의 필터 계수는 다음과 같다.

- 5-tap low-pass filter : $[g_{-2}, g_{-1}, g_0, g_1, g_2]$
 $g_{-2} = g_2 = -\frac{1}{8}, g_{-1} = g_1 = \frac{1}{4}, g_0 = \frac{3}{4}$
- 3-tap high-pass filter : $[h_{-1}, h_0, h_1]$
 $h_{-1} = h_1 = -\frac{1}{2}, h_0 = 1$

이제 Le Gall 5/3 필터 계수를 이용하였을 때 얻어지는 웨이블릿 변환 계수의 특징을 알아보자. 아래 식들은 LL, LH, HL, HH 부 밴드에서의 웨이블릿 계수에 대한 수학적 표현이다.

$$X'_{LL}(n_1, n_2) = \sum_{i_1=0}^{k-1} \sum_{i_2=0}^{k-1} g(i_1) \cdot g(i_2) \cdot X_{LL}^{j-1}(2n_1 - i_1, 2n_2 - i_2) \quad (1)$$

$$X'_{LH}(n_1, n_2) = \sum_{i_1=0}^{k-1} \sum_{i_2=0}^{l-1} g(i_1) \cdot h(i_2) \cdot X_{LL}^{j-1}(2n_1 - i_1, 2n_2 - i_2) \quad (2)$$

$$X'_{HL}(n_1, n_2) = \sum_{i_1=0}^{l-1} \sum_{i_2=0}^{k-1} h(i_1) \cdot g(i_2) \cdot X_{LL}^{j-1}(2n_1 - i_1, 2n_2 - i_2) \quad (3)$$

$$X'_{HH}(n_1, n_2) = \sum_{i_1=0}^{l-1} \sum_{i_2=0}^{l-1} h(i_1) \cdot h(i_2) \cdot X_{LL}^{j-1}(2n_1 - i_1, 2n_2 - i_2) \quad (4)$$

먼저 1 단계 LH1 부 밴드의 웨이블릿 계수의 특징을 알아보기 위해 식 (2)를 정리하면 다음과 같다.

$$\begin{aligned} X_{LH}(n_1, n_2) &= -\frac{1}{2} \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2-1) + \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2) \\ &\quad - \frac{1}{2} \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2+1) \\ &= \frac{1}{2} \left[\sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2) - \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2-1) \right] \\ &\quad + \frac{1}{2} \left[\sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2) - \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2+1) \right] \\ &= \frac{1}{2} \left\{ \begin{aligned} & \left[\sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2) - \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2-1) \right] \\ & \left[\sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2) - \sum_{i=-2}^{+2} g(i)x(2n_1-i, 2n_2+1) \right] \end{aligned} \right\} \quad (5) \end{aligned}$$

식 (5)는 LH1 부 밴드의 (n_1, n_2) 에 위치하는 하나의 웨이블릿 계수 값이 이에 대응되는 원 영상에서의 $(2n_1, 2n_2)$ 를 중심으로 위 부분을 뺀 차와 아래 부분을 뺀 차의 합을 반으로 나눈 값을 의미한다. 이는 에지의 수직 강도가 반으로 줄었지만 영상의 수평 에지 정보를 의미함을 뜻한다. HL1 부 밴드의 계수도 이와 마찬가지로 영상의 수평 강도 즉, 수직 에지 정보를 담고 있다. LH1 와 HL1 부 밴드의 웨이블릿 계수들이 3-tap의 고주파 필터를 통과 시켜 얻어지는 값이므로, LH1 와 HL1 부 밴드의 (n_1, n_2) 좌표에서의 웨이블릿 계수는 원 영상에 있어서의 3x3 영역에 대한 에지 정보를 가지고 있다고 할 수 있다.

나아가 2 레벨 웨이블릿 변환에 의한 LH2와 HL2 부 밴드의 웨이블릿 계수에 대해 알아보자. 2 레벨에서의 LH2, HL2 부 밴드의 계수 값은 1 레벨 LL1 부 밴드를 다시 웨이블릿 변환을 하여 얻어지는 계수 값이다. 1 레벨의 LL1 영역을 하나의 원 영상이라고 생각했을 때, LH2와 HL2 부 밴드의 계수는 LL1 영역의 3x3 영역에

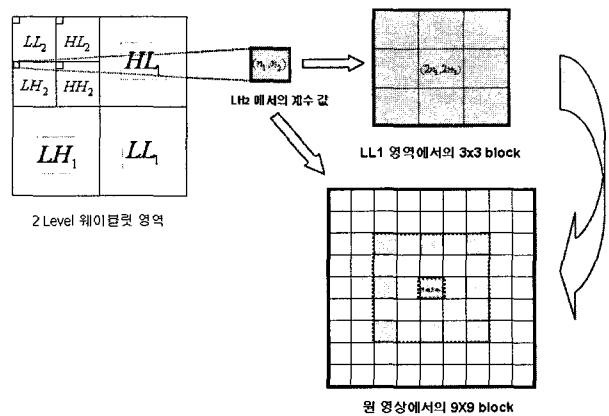


그림 6. LH2 부 밴드에서의 하나의 웨이블릿 계수가 미치는 원 영상에서의 영역
 Fig. 6. The region of original image affected by a wavelet coefficient in LH2 sub-band.

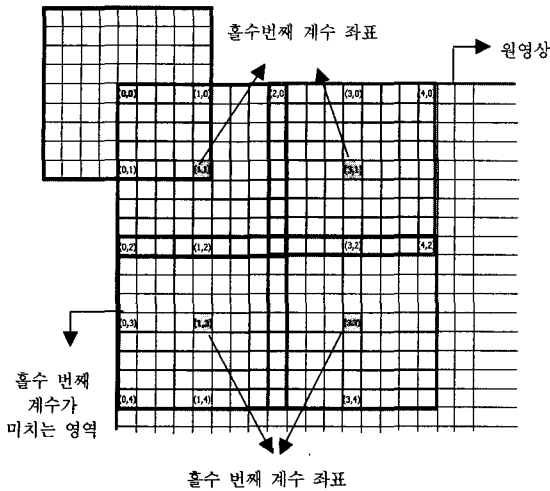


그림 7. 원 영상에서 LH2와 HL2 부 밴드의 홀수 번째 웨이블릿 계수들이 미치는 영역
 Fig. 7. The region of original image affected by LH2 & HL2 odd wavelet coefficients.

해당하게 된다. 또한 LL1 영역은 원 영상에 대하여 5-tap의 low-pass 필터 계수를 통과 시켜 얻어진 것이므로 LL1 부 밴드의 하나의 웨이블릿 계수는 원 영상에서의 5x5 영역의 정보를 담고 있다. 따라서, 이를 정리하면 그림 6에서와 같이 LH2와 HL2 부 밴드의 웨이블릿 계수는 원 영상에서의 9x9 영역에 해당하는 에지 정보를 담고 있다고 할 수 있다.

또한, LH2와 HL2의 웨이블릿 계수들 중에서 원 영상을 가장 최대도 포함하면서 겹치는 영역을 최소화하는 계수는 그림 7에서와 같이 LH2와 HL2 부 밴드의 홀수 번째 웨이블릿 계수가 된다. 따라서, 이 두 계수들 간의 비를 구하게 되면 원 영상의 9x9 영역에서의 에지 방향을 구할 수가 있다.

2. 웨이블릿 계수를 이용한 에지의 방향성 결정

일반적으로 영상의 수평 에지(수직 강도)를 Δx , 수직 에지(수평 강도)를 Δy 라고 했을 때, 에지의 기울기 방향 θ 의 값은 식 (8)에 의해서 구해진다.

$$\theta = \tan^{-1}\left(\frac{\Delta y}{\Delta x}\right) \tag{6}$$

본 논문에서 Δx 에 해당하는 값은 LH2 부 밴드의 홀수 번째 웨이블릿 계수 값이 되고, Δy 에 해당되는 것은 HL2 부 밴드의 홀수 번째 웨이블릿 계수 값이 된다. 따라서, Δx 와 Δy 의 비를 R 이라고 할 때, R 은 $\frac{HL2(odd)}{LH2(odd)}$ 가 된다.

계산의 편의를 위해 θ 값을 0도에서 90도(135도는 45도에 대응) 사이의 값으로 정하면, R 과 θ 의 정의는 아래 식 (9)와 (10)과 같이 생각할 수 있다.

$$R = \left| \frac{HL2(odd)}{LH2(odd)} \right|, 0 \leq R \leq \infty \tag{7}$$

$$0^\circ \leq \theta = \tan^{-1} \left| \frac{HL2(odd)}{LH2(odd)} \right| \leq 90^\circ \tag{8}$$

영상에 있어서 두 계수의 비 R 의 값은 다양하게 나올 수밖에 없고, 그에 따른 에지의 방향(각도) 또한 다양하게 된다. 하지만, 본 제안 알고리즘은 기존 알고리즘과 마찬가지로 5가지의 에지의 방향으로 영상을 분류하고 이를 통해 에지 히스토그램을 추출하게 되므로 일정 영역 안에 해당하는 R 의 값을 통해 에지의 각도를 5가지로 대응 시켜야 한다.

이를 위해 에지의 비를 나누는 각도의 경계를 0도와 45도의 반인 22.5도와 45도와 90도의 반인 67.5도로 잡고, 각도에 대한 비의 임계값을 RT(Rate Threshold)라고 했을 때 22.5도에 해당하는 임계값 RT1의 값은 0.4143, 67.5도에 해당하는 임계값 RT2의 값은 2.4143으로 결정한다.

그림 8에서 보듯이 RT1과 RT2를 경계로 1, 2, 3의 영역을 정했을 때, R 의 값이 $0 \leq R < RT1$ 범위에 있으면 수평 에지, $RT1 \leq R \leq RT2$ 범위에 있으면 45도 또는 135도의 에지, $RT2 < R \leq \infty$ 범위에 있으면 수직 에지 성분으로 판단한다.

이때 만약 R 의 값이 3의 범위에 해당 된다면, 이를 45도와 135도 중 어떤 각도로 결정해야 하는가에 대한 문제

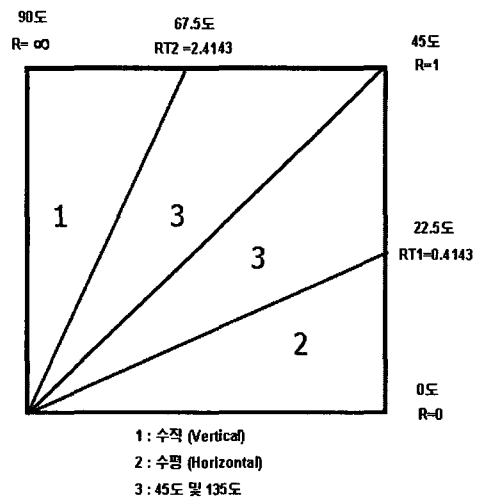


그림 8. R값의 범위에 따른 에지 방향 결정 영역
 Fig. 8. The range of edge direction by the range of R.

가 발생한다. 이를 판단하기 위한 기준으로 1 레벨의 LH1과 HL1 부 밴드의 웨이블릿 계수를 이용한다. 그림 6에서처럼 2 레벨의 웨이블릿 계수는 9개의 1 레벨의 웨이블릿 계수들로 이루어지기 때문에, 만약 45도일 경우에는 가운데 계수를 중심으로 우측 상단과 좌측 하단의 계수의 절대값의 합이 좌측 상단과 우측 하단의 계수의 절대값의 합보다 클 것이다. 왜냐하면, 1 레벨의 계수 값은 9x9 영역 안에 포함되는 3x3 영역의 에지 강도를 의미하는 것이기 때문에 45도의 에지 성분을 갖는 영상의 경우, 좌측 상단과 우측 하단의 에지의 강도가 상대적으로 좌측 상단과 우측 하단의 에지 강도 보다 클 것이기 때문이다. 135도의 경우는 이와 반대가 된다. 이로 인해 45도와 135도의 에지 방향을 구분 할 수 있게 된다.

또한, R 의 값이 $RT1 \leq R \leq 1$ 의 범위에 있을 경우 이는 수직 보다는 수평의 에지 강도가 더 클 것이기 때문에 수평 에지의 강도를 나타내는 LH1의 계수 값을 이용하고, 반대로 R 의 값이 $1 < R \leq RT2$ 의 범위에 있을 경우에는 수직 에지 성분이 더 강하기 때문에 HL1의 계수의 값을 이용하는 것이 좀 더 정확한 45도와 135도의 구분이 된다.

본 논문에서도 기존 에지 히스토그램 서술자의 에지 추출법과 동일하게 영상을 16등분 한다. 이는 웨이블릿 영역에서의 2 레벨 LH2와 HL2 부 밴드의 홀수 번째 계수들을 16등분 하게 되는 것을 의미하는 것으로 각 등분 안에서 계수들의 비를 통해 에지의 방향을 결정하고 각 에지에 해당하는 에지 빈 값을 카운팅 하여 최종적인 에지 히스토그램을 추출한다.

IV. 실험 및 결과

실험을 통해 기존 알고리즘과 제안 알고리즘을 이용하여 그 성능을 비교, 분석하였다. 실험에 사용된 소프트웨어는 그림 9의 기존 알고리즘인 XM V6.0과 제안 알고리즘을 통합하여 만든 자체 검색 엔진 시스템 III(Image and Information Lab.) Search Engine V1.0을 사용하였다.

총 2931개의 J2K 포맷의 자연 영상을 데이터베이스로 구축하고, 이들 중에서 개, 독수리, 기둥건축, 피라미드, 자동차, 팽귄, 코끼리 등 8개의 질의(Query) 영상을 선택하였다. 각 질의 영상에 대한 유사 영상(Ground Truth)들을 데이터베이스에서 찾아 유사 영상 그룹을 형성하였다. 8개의 질의 영상과 각 질의 영상에 대한 유사 영상 그룹에 포함된 영상의 수는 아래 표 1과 같다.

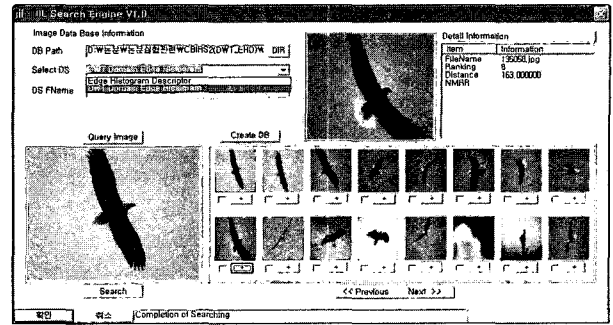


그림 9. 실험 검색 엔진
Fig. 9. The search engine for the experiment.

표 1. 질의 영상들과 유사 영상들의 개수
Table 1. Query images & number of ground truth.

Query	Number of Ground Truth	Query	Number of Ground Truth
	10		13
	24		20
	10		12
	7		14

검색의 성능 평가의 기준은 NMRR(Normalized Modified Retrieval Rank)과 ANMRR(Average NMRR)을 사용하였다^[6]. NMRR은 검색 순위를 0과 1 사이로 정규화 시킨 값으로 그 값이 작을수록 순위가 높고 검색 성능이 좋음을 의미한다. NMRR과 ANMRR의 값은 다음과 같은 식을 통해 구해진다.

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{1.25 \cdot K(q) - 0.5 \cdot [1 + NG(q)]} \quad (9)$$

$$ANMRR = \frac{1}{NQ} \sum_{q=1}^{NQ} NMRR(q) \quad (10)$$

이때,

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 \cdot [1 + NG(q)] \quad (11)$$

$$AVR(q) = \frac{1}{NG(q)} \sum_{k=1}^{NG(q)} Rank(k) \quad (12)$$

$$Rank(k) = \begin{cases} Rank(k) & \text{if } Rank(k) \leq K(q) \\ 1.25 \cdot K(q) & \text{if } Rank(k) > K(q) \end{cases} \quad (13)$$

$$K(q) = \min \{4 \cdot NG(q), 2 \cdot \max [NG(q), \forall q]\} \quad (14)$$

이다.

표 2. EHD와 제안 알고리즘의 NMRR과 ANMRR 값 비교

Table 2. NMRR & ANMRR of EHD and proposed algorithm.

	질의영상	EHD	제안알고리즘
NMRR	개	0.7915	0.6760
	독수리	0.0335	0.0941
	가동건축	0.7070	0.7633
	스핑크스	0.5057	0.5685
	자동차	0.3219	0.3837
	팽귄	0.7078	0.5765
	피라미드	0.4877	0.3737
	코끼리	0.7901	0.6137
ANMRR		0.5431	0.5062

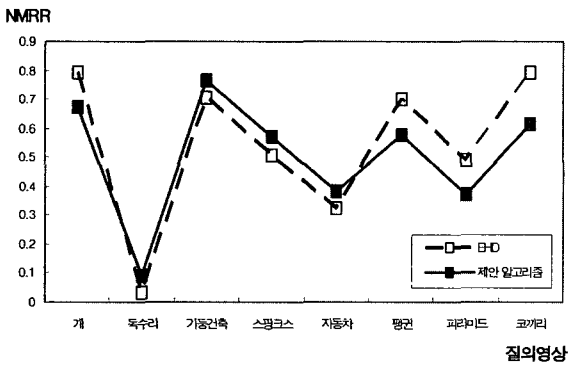


그림 10. EHD와 제안 알고리즘의 NMRR 값 비교 그래프
Fig. 10. NMRR graph of EHD and proposed algorithm.

NQ 는 질의 영상들의 수를 의미하고, $NG(q)$ 는 유사 영상들을 모아 놓은 그룹에 포함된 유사 영상들의 수를 의미한다. $Rank(k)$ 는 질의 영상을 검색을 했을 때 전체 데이터베이스에서 질의 영상에 대한 유사 영상들이 차지하는 순위이다. $K(q)$ 는 식 (16)에 의해 결정되는 일종의 임계 값으로 실제 구한 순위가 이 값보다 작을 때에는 그대로 그 순위를 사용하고, 이 값보다 클 경우에는 1.25를 곱한 값을 최종 순위 값으로 결정한다.

표 2과 그림 10은 표 1의 8개의 각 질의 영상에 대해 기존 알고리즘인 EHD와 제안 알고리즘을 적용하여 얻은 NMRR과 ANMRR의 실험 결과 값과 NMRR을 도식한 것이다.

표 2과 그림 10에서 보듯이 제안 알고리즘은 기존 알고리즘과의 검색 성능에 있어서 큰 차이가 없었다. 오히려 전체 영상들에 대한 평균 NMRR인 ANMRR의 값은 제안 알고리즘이 기존 알고리즘 보다 약 0.0369 작게 나

표 3. EHD와 제안 알고리즘의 연산량 비교

Table 3. Multiplication & addition comparison of EHD and proposed algorithm.

	EHD	제안 알고리즘
역 양자화 과정	곱셈 연산 : 191488 덧셈 연산 : 0	곱셈 연산 : 0(과정 생략) 덧셈 연산 : 0(과정 생략)
IDWT 과정	곱셈 연산 : 993282 덧셈 연산 : 738816	곱셈 연산 : 0(과정 생략) 덧셈 연산 : 0(과정 생략)
에지 히스토그램 추출 과정	곱셈 연산 : 10752 덧셈 연산 : 115200	곱셈 연산 : 1540 덧셈 연산 : 4608
총	곱셈 연산 : 1195522 덧셈 연산 : 854016	곱셈 연산 : 1540 덧셈 연산 : 4608

왔다. 결국 웨이블릿 영역에서 에지 히스토그램을 추출하는 것이 공간 영역에서 에지 정보를 구할 때와 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 이는 웨이블릿 영역에서 직접 에지 히스토그램을 추출할 수 있고, 이로 인해 역 양자화 과정과 IDWT의 복호화 과정을 생략함으로써 연산량을 줄일 수 있게 된다.

따라서, 전체 연산량에 있어서도 표 3과 같이 곱셈 연산에서 약 776배, 덧셈 연산에서 약 185배의 이득을 얻을 수가 있다.

물론 제안 알고리즘이 웨이블릿 영역에서 에지를 추출하는 것 이였기 때문에 복호화 과정을 포함한 연산량의 비교가 언뜻 무리가 있다고 생각될 수도 있다. 하지만, 웨이블릿 영역에서 에지 정보를 추출할 수 있다는 것 자체가 기존 알고리즘에 포함 되었던 복호화 과정을 생략하면서 에지 정보를 추출할 수 있는 장점이 되는 것을 의미하기 때문에 당연히 복호화 과정의 연산량까지 포함하여 기존 알고리즘과 연산량을 비교하는 것이 제대로 된 연산량 비교라 할 수 있을 것이다.

V. 결 론

본 논문에서는 JPEG2000 영상을 이용하여, 공간 영역에서 에지 히스토그램을 추출하던 기존의 방법과는 달리 웨이블릿 영역에서 웨이블릿 계수들의 비를 이용하여 직접 에지 히스토그램을 추출하는 기법에 대해 제안하였다. 또한, 본 논문의 핵심은 웨이블릿 영역에서 에지를 추출할 수 있는지, 만약 추출할 수 있다면 기존의 에지 히스토그램 기술자와 비교하여 성능의 차이는 떨어지지 않는지를 확인하는 것 이였다.

기존의 에지 히스토그램 기술자는 압축된 영상을 복

호화 한 후 공간 영역에서 에지의 방향성을 결정하기 때문에 많은 연산량과 검색 시간을 필요로 하는 단점을 가지고 있었다. 이에 본 논문은 웨이블릿 영역에서 에지 히스토그램을 추출하기 위해 LH2 와 HL2 부 밴드의 홀수 번째 웨이블릿 계수들의 비를 이용하여 원 영상에서 9×9 영역에 해당하는 영상의 에지 방향성을 결정하였고, 45도와 135도의 보다 정확한 구별을 위해 LH1 과 HL1 부 밴드의 계수들을 이용하였다. 이를 통해 웨이블릿 영역에서 직접 에지 히스토그램을 추출할 수 있었다.

실험에서 알 수 있듯이 제안 알고리즘의 검색 성능은 기존 알고리즘과 비교하여 큰 차이가 없었다. 오히려 복호화 과정을 생략하고 웨이블릿 영역에서 에지 히스토그램을 추출하였기 때문에 곱셈 및 덧셈의 연산량을 크게 줄이는 장점을 얻을 수 있었다.

따라서 JPEG2000 포맷 영상에 제안 알고리즘을 적용하여 영상을 검색 한다면, 연산량 감소라는 큰 이득을 통해 고속 에지 히스토그램을 추출할 수가 있다.

참 고 문 헌

- [1] ISO/IEC/JTC/SC29/WG11 N3914, Overview of the MPEG-7 standard, December 2001.
- [2] A. Skodras, C. Christopoulos, and T. Ebrahimi, "The JPEG2000 Still Image Compression Standard," *IEEE Signal Processing Magazine*, pp. 36-58, September 2001.
- [3] Chee Sun Won, Dong Kwon Park, Soo-Jun Park, "Efficient Use of MPEG-7 Edge Histogram Descriptor," *ETRI Journal*, Vol. 34, Number 1, February 2002.
- [4] M. Antonini, M. Barlaud, P. Mathieu, and I. Daubechies, "Image coding using the wavelet transform," *IEEE Trans. Image Processing*, pp. 205-220, Apr. 1992
- [5] D. L. Gall and A. Tabatabai, "Subband Coding of Digital Images Using Symmetric Short Kernel Filters and Arithmetic Coding Techniques," *Processing of IEEE International Conference Acoustics, Speech, and Signal Processing*, Vol. 2, pp. 761-764, New York, April 1988.
- [6] B. S. Manjunath, P. Salembier and T. Sikora, "Introduction to MPEG-7 Multimedia Content Description Interface," Wiley, 2002.

저 자 소 개



송진호(학생회원)
 2003년 명지대학교 전자정보통신
 공학부 학사 졸업.
 2003년~현재 연세대학교 전기
 전자공학과 석사 과정
 <주관심분야 : MPEG, 웨이블릿,
 영상 신호처리>



엄민영(정회원)
 2001년 연세대학교 전파공학과
 학사 졸업.
 2004년 연세대학교 전기전자
 공학과 석사 졸업.
 2004년~현재 연세대학교 전기
 전자공학과 박사 과정
 <주관심분야 : 웨이블릿, 비디오, 영상 신호처리>



최윤식(정회원)
 1979년 연세대학교 전기공학과
 학사 졸업.
 1984년 Case Western Reserve
 Univ. 시스템공학과 졸업.
 1987년 Pennsylvania State
 Univ. 전기공학과
 석사 졸업.

1990년 Purdue Univ. 전기공학부 박사 졸업
 1990년~1993년 (주)현대전자 산업전자 연구소
 책임 연구원
 1993년~현재 연세대학교 전기전자공학부
 정교수
 <주관심분야 : 비디오, 영상 신호처리, HDTV>