

논문-2000-5-1-04

MPEG-7을 위한 에지 히스토그램 서술자

박 동 권*, 전 윤 석*, 박 수 준*, 원 치 선*

An Edge Histogram Descriptor for MPEG-7

Dong Kwon Park*, Yoon Seck Jeon*, Soo-Jun Park*, and Chee Sun Won*

요 약

본 논문에서는 MPEG-7의 여러 가지 서술자 중 영상의 에지 정보를 효과적으로 표현하기 위한 에지 히스토그램 서술자를 제안한다. 영상에서 추출된 에지 정보를 효율적으로 서술하기 위하여 영상 전체(global), 부분 영역(semi-global), 그리고 국부(local) 영역에 대한 에지 히스토그램으로 구분하여 에지 히스토그램 서술자의 구조를 채택하였다. 또한, 제안된 서술자의 에지 검출 기법은 기존의 픽셀단위 검출 방법과는 달리 블록단위 에지 검출을 사용함으로써 에지 특징의 추출 속도를 높이며 블록을 압축의 기본단위로 하는 MPEG-1, 2의 압축 비트스트림에서도 빠른 속도로 직접 에지 특징을 검출할 수 있는 장점이 있다. 제안된 방법이 MPEG-7의 비균질 질감 서술자로서 같은 부류에 속하는 웨이브릿 기반 서술자 및 국부 에지 기반 서술자와 비교하여 검색 효과와 특징 추출 속도가 모두 우수함을 실험을 통해 확인하였다.

Abstract

In this paper, we propose an edge histogram descriptor to efficiently represent the edge distribution in the image for MPEG-7. To this end, we adopt global, semi-global, and local edge histogram bins. Also, we extract the edge information from the image in terms of image blocks rather than pixels, which reduces the extraction complexity and is also applicable to the block-based compression standards such as MPEG-1, and 2. Experimental results show that the proposed method yields better retrieval accuracy and feature extraction speed comparing to other non-homogeneous texture descriptors of MPEG-7 including the wavelet-based descriptor and local edge-based descriptor.

I. 서 론

최근 디지털화된 멀티미디어 데이터의 증가에 따른 효과적인 분류 및 검색 작업의 필요성이 요구되고 있다. 특히, 영상 및 비디오 정보를 색인 또는 검색하기 위해서는 기존의 문자위주의 검색 방법은 한계가 있고 영상의

내용을 반영하여 색인하고 검색할 수 있는 영상 특징 기반 서술자가 필요하다. 이를 위해 멀티미디어 내용 서술 인터페이스(multimedia content description interface)를 표방하며 디지털 데이터의 내용을 부호화하여 표현함으로써 효율적인 검색을 가능케 하는 MPEG-7의 표준화가 시작되었다. 그 중 컬러와 질감에 대한 서술자의 CE(Core Experiments)는 아래와 같다^[1].

* 동국대학교 전자공학과
Dept. of electronic engineering, Dongguk Univ.

** 한국전자통신연구원
ETRI (Electronics and Telecommunications Research Institute)

- Color Space Histogram Quantizations (CT1)
- Compact Color Layout (CT2)

- Generalized Color Histogram(CT3)
- Spatial Image Intensity Distribution(non-homogeneous texture) (CT4)
- Homogeneous Texture (CT5)
- Parameterized Color Distribution (CT6)
- Group of Frames/Images Histogram (CT7)

위의 서술자 중 본 논문에서는 에지(edge) 및 비균질 질감(non-homogeneous texture)에 의해 특징 지워지는 Spatial Image Intensity Distribution (CT4) 서술자에 관한 것이다. 비균질 질감 서술자는 1999년 7월 캐나다의 벤쿠버 모임에서 컬러를 제외한 밝기 정보만을 사용한 질감 서술자에 대하여 CT4(비균질 질감 서술자)와 CT5(균질 질감 서술자)의 2가지 CE가 만들어졌다. 그 중 비균질 질감 서술자는 웨이브릿(wavelet) 기반 서술자[2], 국부 에지 기반 서술자^[3], 그리고 블록 기반 에지 히스토그램 서술자[4]를 제안한 3기관이 참여하여 CE를 수행하였다. 본 논문은 그 중 블록 기반 에지 히스토그램 서술자에 관한 것이다. 즉, 본 논문에서 제안한 히스토그램 특징 정보는 다음의 3가지 의미(semantic)를 갖는 에지 분포의 히스토그램 빈(bin)으로 구성되어 있다. 첫 번째는 영상공간 내의 전체적인(global) 에지의 분포를 나타내는 빈이고, 두 번째는 일정 크기의 부분 영상(sub-image)내 에지 분포를 나타내는 국부(local) 특성의 빈, 마지막으로 세 번째는 에지 혹은 객체의 윤곽선의 수평 및 수직 이동에 대해 강인성을 주기 위해 일정 열(column)과 행(row) 단위의 부분 영역(semi-global) 에지 분포를 나타내는 빈으로 구성되어

있다. 이들 세 가지 특징정보의 추출은 모두 픽셀단위가 아닌 블록단위의 에지 검출 기법을 사용하였다. 본 논문의 구성은 제 II 장에서 MPEG-7 비균질 질감 서술자에 제안된 알고리즘들을 소개하고, 제 III 장에서 본 논문이 제안하는 알고리즘을 설명하며, 제 IV 장에서 실험을 통한 각 알고리즘간 성능을 비교하고, 제 V 장에서 결론을 맺는다.

II. MPEG-7 비균질 질감 서술자에 제안된 알고리즘

MPEG-7에서 사용되는 서술자(descriptor)는 멀티미디어 데이터에서 추출되는 가장 기본적인 특징 정보들로 구성되어 있다. 그 중 비균질 질감(non-homogeneous texture)에 대한 서술자로써 CE에 참여했던 서술자^[1]에 대해 간략히 소개한다.

1. 웨이브릿 기반 서술자

웨이브릿 변환은 다해상도 신호 처리가 가능하여 영상 압축 및 다양한 응용에 사용되는 변환이다. 웨이브릿 변환 계수를 사용한 이 서술자^[2]는 원영상을 그림 1과 같이 3번의 2차원 웨이브릿 변환을 통하여 10개의 채널로 나눈다. 웨이브릿 필터를 통해 분해된 영역 중 고주파 영역에 해당되는 1~9 영역에 대하여 그림 2와 같이 동일한 크기로 변환 후 저주파 영역에 해당하는 1, 2, 3 영역과 중간 주파수

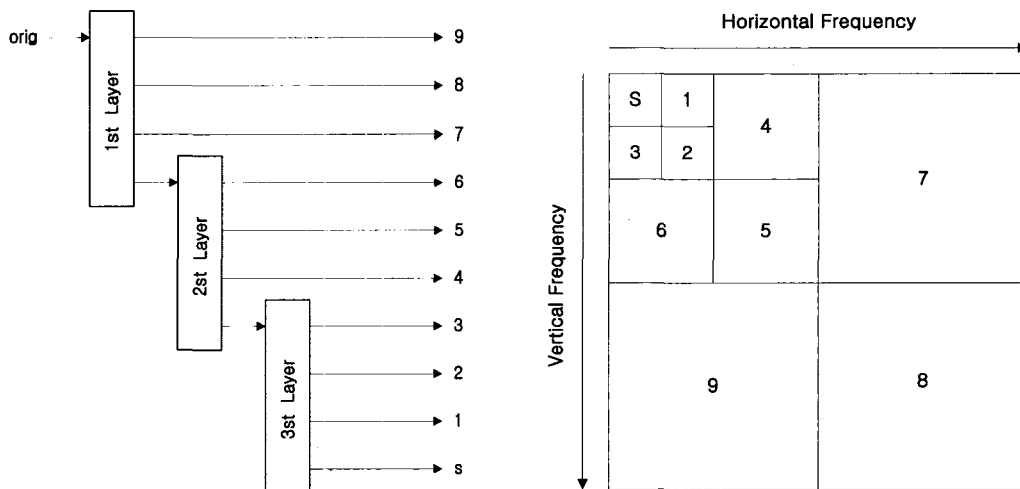


그림 1. 세 단계로 분해한 2차원 주파수 영역의 구조
Fig. 1. 2D frequency decomposition of the three-level system*

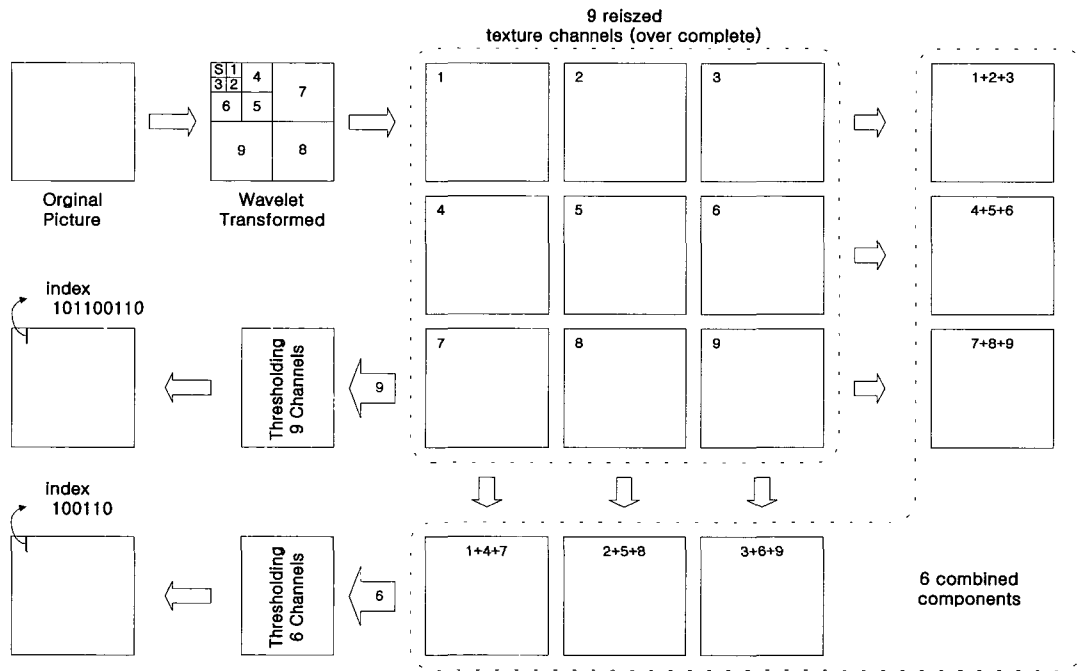


그림 2. 웨이브릿 각 채널별 특징 추출 블록도
Fig. 2. Block diagram of the wavelet channel feature extraction

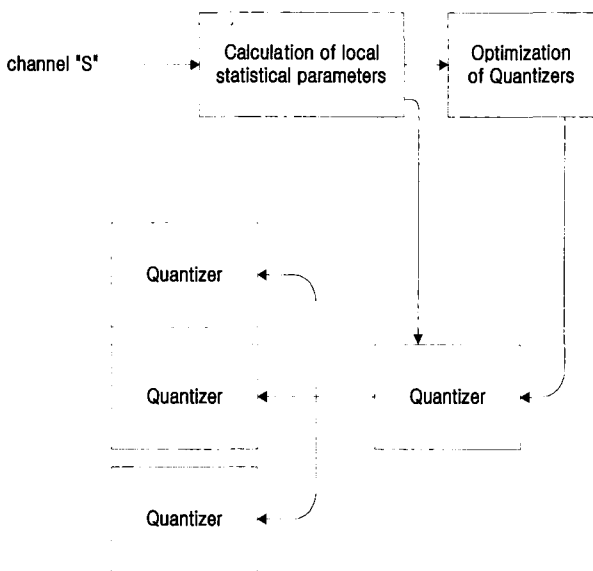


그림 3. 스케일링 채널에 대한 특징 정보 추출 블록도
Fig. 3. Block diagram of the scaling channel feature extraction

에 해당하는 4, 5, 6 영역, 그리고 고주파 영역에 해당하는

7, 8, 9 영역에 대하여 계수의 절대값 합으로 주파수 대역별 3개의 새로운 영역을 만든다. 그리고 수직 에지의 성분으로 구성된 1, 4, 7 영역과 대각선 에지의 성분을 포함한 2, 5, 8 영역, 수평 에지 성분인 3, 6, 9 영역을 가지고 에지의 방향성 특징을 반영하는 3개의 새로운 영역을 만들고 이들 6개의 영역에 대하여 임계값을 적용 후 각 계수들을 26가지 조합 중 하나로 인덱싱 한다. 또한, 1~9 영역을 각각 사용에서 29가지 조합을 만들 수 있다. 그리고, 원영상을 축소해 놓은 것과 같은 스케일링 채널(channel "S")에 대하여 그림 3과 같은 양자화를 통하여 3종류의 특징을 추출하게 된다.

2. 국부 에지 기반 서술자

국부 에지 기반 서술자^[3]는 그림 4와 같이 입력된 영상을 정방향의 일정한 크기로 변환 후 Canny 에지 연산자^[5]를 통하여 픽셀 단위의 에지를 검출하고 에지의 방향성 정보를 이용하여 4가지 종류의 에지로 구분하게 된다. 그 후, 각 방향성 에지에 대하여 $m \times n$ 개의 부분 영상으로 나눈 후 각 영역별로 에지 픽셀의 개수를 구하고

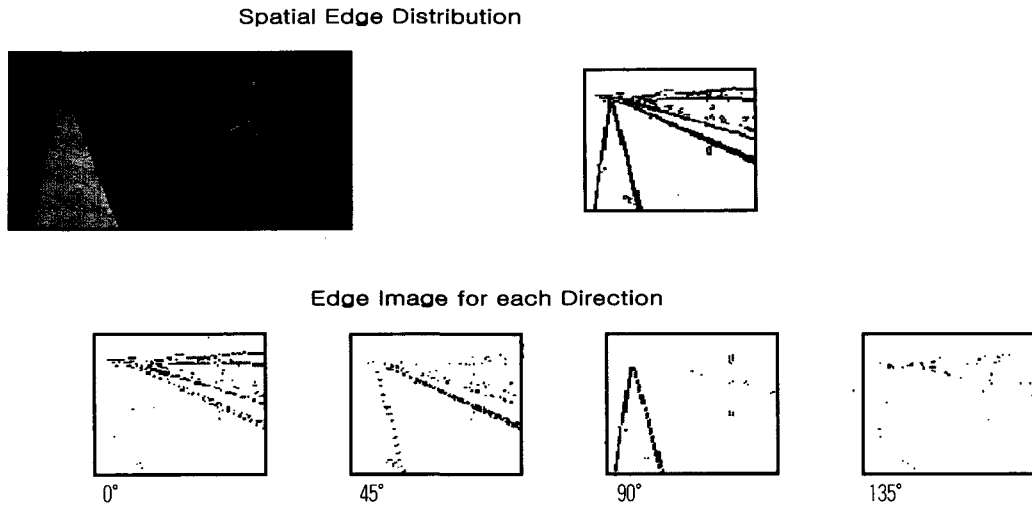


그림 4. IMG00783에서 4가지 에지를 추출하기 위한 이진 영상
 Fig. 4. Binary images for four edges extracted from IMG00783

영역별 에지 픽셀의 총 수로 정규화 하여 특징 정보를 추출한다.

3. 블록 기반 에지 히스토그램 서술자

블록 기반 에지 히스토그램 서술자^[4]는 블록 단위의 에지 특징 추출과 분할된 영상의 위치적 특성을 고려한 다양한 에지 히스토그램을 생성한다. 자세한 알고리즘은 제 III 장에서 설명한다.

III. 블록기반 에지 히스토그램 서술자

본 논문에서 제안하는 에지 히스토그램 서술자는 블록 단위로 특징을 추출하여 영상 내 에지의 위치를 고려한 히스토그램을 생성한다. 특히 블록단위의 특징 추출이 가능하기 때문에 MPEG-1, 2 와 같은 압축 비트스트림에서 매크로블록 단위로 직접 에지 특징 추출이 가능한 장점이 있다^[6]. 본 장에서는 에지의 추출 방법과 추출된 에지를 사용하여 3종류의 히스토그램 생성 및 히스토그램의 정규화 방법, 그리고 유사도 측정을 위한 매칭 방법을 설명한다.

1. 블록단위의 특징 추출

영상 공간을 겹치지 않는 작은 정방형 블록으로 나눈 후

각 블록단위로 에지 정보를 추출한다. 특히, 영상의 크기에 비례한 블록 크기를 결정함으로써 전체 영상에 대하여 고정된 개수의 블록을 발생시키도록 하였다. 그림 5는 영상 내 블록의 크기를 결정하는 방법이다. 즉, 영상 내 에지를 추출할 블록의 개수가 입력된 영상의 크기와 무관하게 일정한 값이 되도록 정방형의 블록 크기를 결정한다. 영상 내에서 발생시키고자 하는 블록의 최대 수를 지정하면 영상의 가로 세로 크기에 맞추어 그 수에 가장 근접하게 발생시킬 수 있는 블록 크기를 찾아내게 된다. 한편, 블록 내 에지의 검출은 블록을 다시 4개의 서브블록으로 나누어 실행하므로 블록의 크기(block_size)는 가능한 2의 배수(짝수)가 되도록 하는 것이 좋다. 그러나 홀수 크기의 블록에 대해서도 비록 4분할된 서브블록의 크기가 약간씩 달라질 수 있지만 에지를 검출하는데는 큰 무리가 없다.

그림 5와 같이 구한 블록의 크기를 사용하여 영상을 겹

```

x = sqrt(width*height/desired_number_block);
block_size = (int)x / 2 * 2;

여기서 width ; 입력 영상의 폭
      height ; 입력 영상의 높이
      desired_number_block ; 원하는 최대 블록
      수
      block_size ; 정방형 블록의 폭, 높이
    
```

그림 5. 블록의 크기 결정
 Fig. 5. Decision of a block size

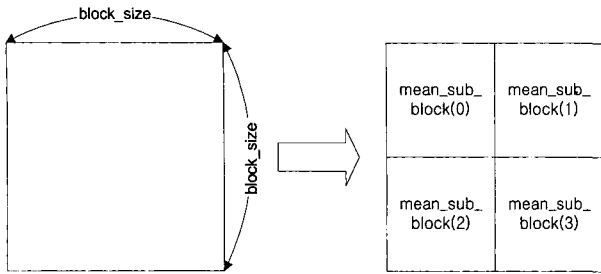


그림 6. 에지 검출을 위한 4개의 sub-block 설정
Fig. 6. Four sub-blocks for edge detection

치지 않는 블록으로 잘게 나누고 각 블록에 대하여 에지 정보를 다음과 같이 추출한다. 즉, 블록 내 에지 특징 정보의 검출은 그림 6과 같이 블록을 다시 4 개의 서브블록으로 나누어 각 서브블록의 평균값(mean_sub_block(i))으로 에지를 검출한다. 각 블록의 평균값들은 그림 7과 같은 계수를 갖는 방향성 필터를 사용하여 식 (1)~(5)과 같이 각 방향성 에지의 강도를 구하고, 5 개의 에지 강도 값 중 가장 큰 값이 식(6)과 같이 임계값(Thedge)보다 크면 그 블록이 해당 에지를 갖는 것으로 판정한다. 그림 7에서 제시한 각 방향성 필터의 계수 값은 훈련 영상(training image)에서 실험적으로 구한 것이다.

$$edge90 = \sum_{i=0}^3 | mean_sub_block(i) \times edge90_filter(i) | \quad (1)$$

$$edge0 = \sum_{i=0}^3 | mean_sub_block(i) \times edge0_filter(i) | \quad (2)$$

$$edge45 = \sum_{i=0}^3 | mean_sub_block(i) \times edge45_filter(i) | \quad (3)$$

$$edge35 = \sum_{i=0}^3 | mean_sub_block(i) \times edge35_filter(i) | \quad (4)$$

$$complex_edge = \sum_{i=0}^3 (mean_sub_block(i) \times complex_edge_filter(i)) \quad (5)$$

$$\max\{edge0, edge45, edge90, edge135, complex_edge\} > Th_{edge} \quad (6)$$

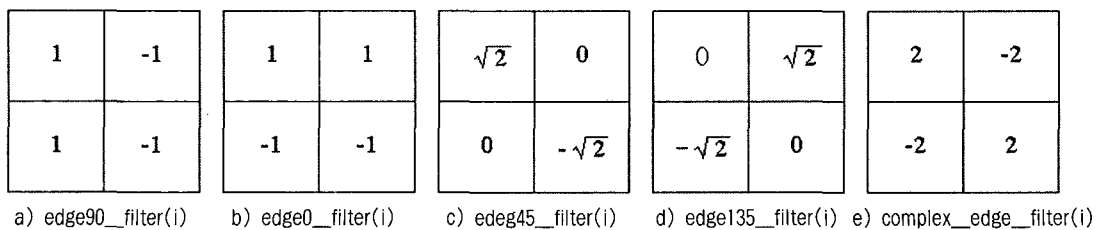


그림 7. 에지 검출을 위한 필터들
Fig. 7. Filters for edge detection

블록의 에지 유무와 에지 방향 결정, 그리고 단순 밝기로 이루어진 블록의 구별의 순서도는 그림 8에 제시하였다. 순서도에서 알 수 있듯이 각 방향성 에지의 강도를 측정 후 가장 강한 방향성 에지를 결정하게 되고, 만약 그 강도가 임계값(Thedge) 이하일 경우 에지가 없는 블록으로 결정한다.

2. 전체, 부분 영역, 국부 에지 히스토그램의 생성

본 절에서는 1 절에서 블록 단위로 추출된 에지 정보를 사용하여 영상 내에서 추출된 에지의 위치에 따른 전체(global), 부분 영역(semi-global), 그리고 국부(local) 에지 히스토그램의 생성 방법을 설명한다. 그림 9는 3종류 에지

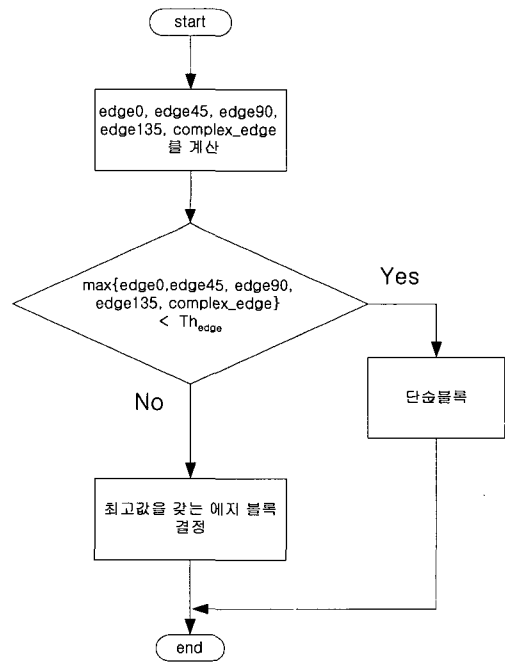


그림 8. 블록 분류 방법의 순서도
Fig. 8. Flowchart of block classification

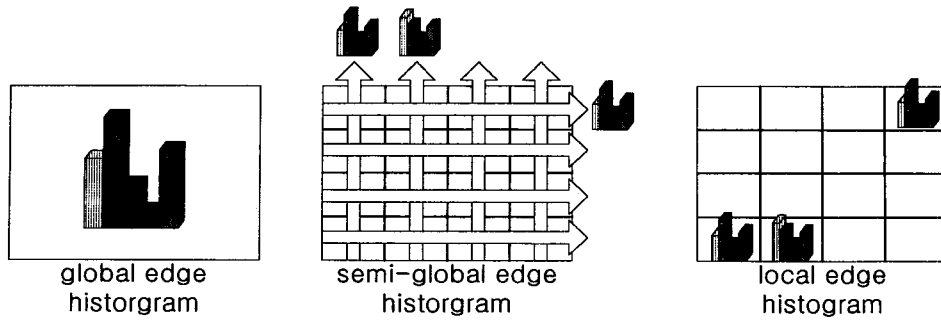


그림 9. global, semi-global 및 local 에지 히스토그램
 Fig. 9. Global, semi-global, and local histogram

히스토그램의 한 예로 전체 영상 공간을 4×4의 16개 부분 영상으로 분할한 후 각 영역별 에지 히스토그램의 분포를 나타낸 것이다. 여기서 부분 영역(semi-global) 히스토그램은 16개의 부분 영상에 대하여 화면의 가로, 세로 방향에 대한 8종류(가로 방향 4, 세로 방향 4)의 부분 영역을 정의하고, 각 부분 영역에 대하여 에지 종류별 누적값을 사용하여 특징정보를 생성한다. 각 부분 영역마다 특징정보는 5가지 에지를 나타내는 bin(bin)으로 이루어졌으므로 부분 영역 히스토그램의 총 bin의 수는 8×5=40개이다. 그리고, 국부 히스토그램은 각 부분 영상마다(4×4=16개) 카운트된 특징정보를 해당 위치의 5가지 히스토그램 bin의 업데이트에 사용한다. 따라서 부분 영역 히스토그램이 가지는 총 bin의 수는 16×5=80개이다. 전체 히스토그램은 전체 영상 내 발생된 에지의 전부를 5가지 종류에 따른 히스토그램을 구성한 것이다. 한편, 에지가 존재하지 않는 단순 블록으로 결정된 경우 에지 히스토그램의 갱신을 하지 않으므로 3절에서 설명될 히스토그램 정규화 과정 후 영역별 에지의 절대적 양을 히스토그램에 반영할 수 있다.

전체 히스토그램은 영상 전체에 각 방향성 에지량을 나타내고, 국부 히스토그램은 영상 내 객체의 위치를 고려한 국부적인 에지 분포를 나타낸다. 그리고, 부분 영역 히스토그램은 영상 내 객체의 윤곽선 과 에지의 이동에 강인

하도록 수평 및 수직방향의 부분 영역에 대한 히스토그램을 누적하여 설정하였다.

부분영역(Semi-global)과 전체(global)영역에 대한 히스토그램은 국부(local)에지 히스토그램으로부터 계산할 수 있으므로 실제 MPEG-7의 표준화(Normative Part)에 포함되는 것은 80개의 bin을 갖는 국부 에지 히스토그램이다. 따라서 부분영역과 전체영역에 대한 히스토그램은 표준화에 포함되지 않으며(Non-Normative Part) 사용자에 의해 다양하게 생성된 부분영역 및 전체영역의 히스토그램을 매칭시에 적용하여 성능향상을 시킬 수 있다.

3. 히스토그램의 정규화

본 논문에서 제안한 전체적인 히스토그램은 그림 10과 같은 구조를 갖는다. 5개의 에지 bin으로 구성된 전체(global) 히스토그램은 5개의 bin으로 구성되고, 각 부분 영상마다 5개의 에지 정보로 표현한 국부(local) 에지 히스토그램은 80개의 bin이 된다. 그리고, 4×4 부분 영상의 종·횡 방향 특징정보 합인 부분 영역(semi-global) 히스토그램은 40개의 bin으로 구성된다.

전체, 국부, 그리고 부분 영역별 히스토그램의 bin은 식 (7)(8)(9)에 의해 정규화 된다. 각 히스토그램의 정규화

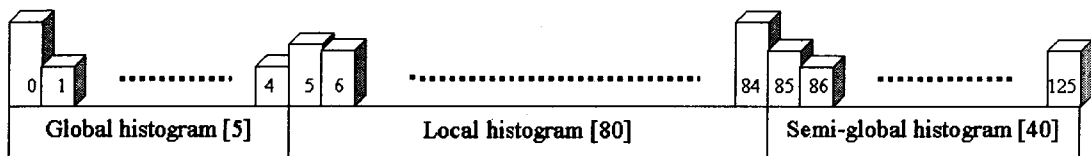


그림 10. 전체 bin의 구조
 Fig. 10. Structure of histogram bin

과정은 다음과 같다. 첫째, 전체(global) 히스토그램의 빈에 대하여 인덱스(i)가 0~4를 가진다고 할 경우 각 히스토그램 빈(global_histogram_value[i])을 그림 5에서 구한 블록의 크기로 발생된 블록의 개수(global_number_block)를 가지고 식(7)과 같이 정규화 한다.

$$normalize_histogram[i] = \frac{global_histogram_value[i]}{global_number_block} \quad (7)$$

, $0 \leq i \leq 4$

둘째, 국부(local) 에지 히스토그램의 인덱스(i)가 5~84를 가진다고 할 경우 각 히스토그램 빈(local_histogram_value[i])을 부분 영상에서 발생된 블록의 개수(local_number_block)로 식(8)과 같이 해당 부분 영상 단위로 정규화 한다.

$$normalize_histogram[i] = \frac{local_histogram_value[i]}{local_number_block} \quad (8)$$

, $5 \leq i \leq 84$

셋째, 부분 영역(semi-global) 에지 히스토그램의 인덱스(i)가 85~124를 가진다고 할 경우 각 히스토그램 빈(semi_global_histogram_value[i])을 각 행 또는 열 방향에 포함된 총 블록의 개수(semi_global_number_block)로 식(9)와 같이 해당 행 또는 열의 영상 단위로 정규화 한다.

$$normalize_histogram[i] = \frac{semi_global_histogram_value[i]}{semi_global_number_block} \quad (9)$$

, $85 \leq i \leq 124$

이렇게 정규화 하였을 경우 각 정규화된 히스토그램 빈(normalized_histogram[i])은 해당 영역의 방향성 에지의 상대적 분포와 절대적인 에지량을 나타내게 된다.

4. 유사도 판정

본 논문에서 제안한 히스토그램을 사용하여 질의영상(Q)에서 구한 히스토그램 HQ(i)와 데이터 베이스화된 검색영상(D)의 히스토그램 HD(i) 사이의 유사도는 식(10)과 같이 절대 오차의 평균(mean absolute error)을 통하여 결정한다.

$$sim(Q, D) = 1 - \frac{\sum_{i=0}^{124} |H_Q(i) - D_Q(i)|}{2 \times 25} \quad (10)$$

여기서 히스토그램은 5개의 히스토그램 방향에 대하여 그룹을 만들어 각각 정규화하였기 때문에 25개의 그룹(global 1개, local 16개, semi-global 8개) 전체에 대하여 정규화하여 유사도를 결정하였다.

IV. 실험결과

본 제안의 실험에서는 영상 내 에지 추출의 기본이 되는 블록의 요구 개수(desired_number_block)를 1100으로, 에지 결정 임계값(Theedge)은 10으로 두어 히스토그램을 생성하였다. 실험에 사용한 데이터베이스 영상 11639개와, 질의영상 51개, 그리고 각 질의영상에 대한 유사영상(ground truth image)은 CE에서 정한 것을 사용하였다^[7].

검색 정확도를 구하기 위하여 식(11)(12)(13)(14)을 통하여 ANMRR(Average Normalized Modified Retrieval Rank)를 구하였다^[8].

$$AVR(q) = \frac{NG(q)}{\sum_{k=1}^{NG(q)} Rank(k)} \quad (11)$$

$$MRR(q) = AVR(q) - 0.5 - \frac{NG(q)}{2} \quad (12)$$

$$NMRR(q) = \frac{MRR(q)}{K + 0.5 - 0.5 * NG(q)} \quad (13)$$

여기서 NG(q)는 질의영상 q의 유사영상(ground truth image)의 개수를 나타내고 Rank(k)는 유사영상이 검색된 순위를 나타내다. K는 NG(q)의 4배를 사용하나 제일 많은 수의 유사영상을 가지는 질의영상의 유사영상 수의 2배를 넘지 않도록 한다.

NMRR은 질의영상 q를 주었을 경우 유사영상 모두 상위순위로 검색하였을 경우 0의 값을 가지게 되고 모두 검색에 실패하였을 경우 1의 값을 가지게 된다.

$$ANMRR = \frac{1}{Q} \sum_{q=1}^Q NMRR(q) \quad (14)$$

표 1은 3가지 방법에 대한 검색 성능으로 51개(Q)의

표 1. 검색 성능 비교

Table 1. Comparison of retrieval performance

	웨이브릿 변환 기반 서술자	국부 에지 기반 서술자	제안된 방법
ANMRR	0.423	0.398	0.289
11639개 영상에서 특징 추출 시간 (Pentium-II 450)	168분	73분	17분

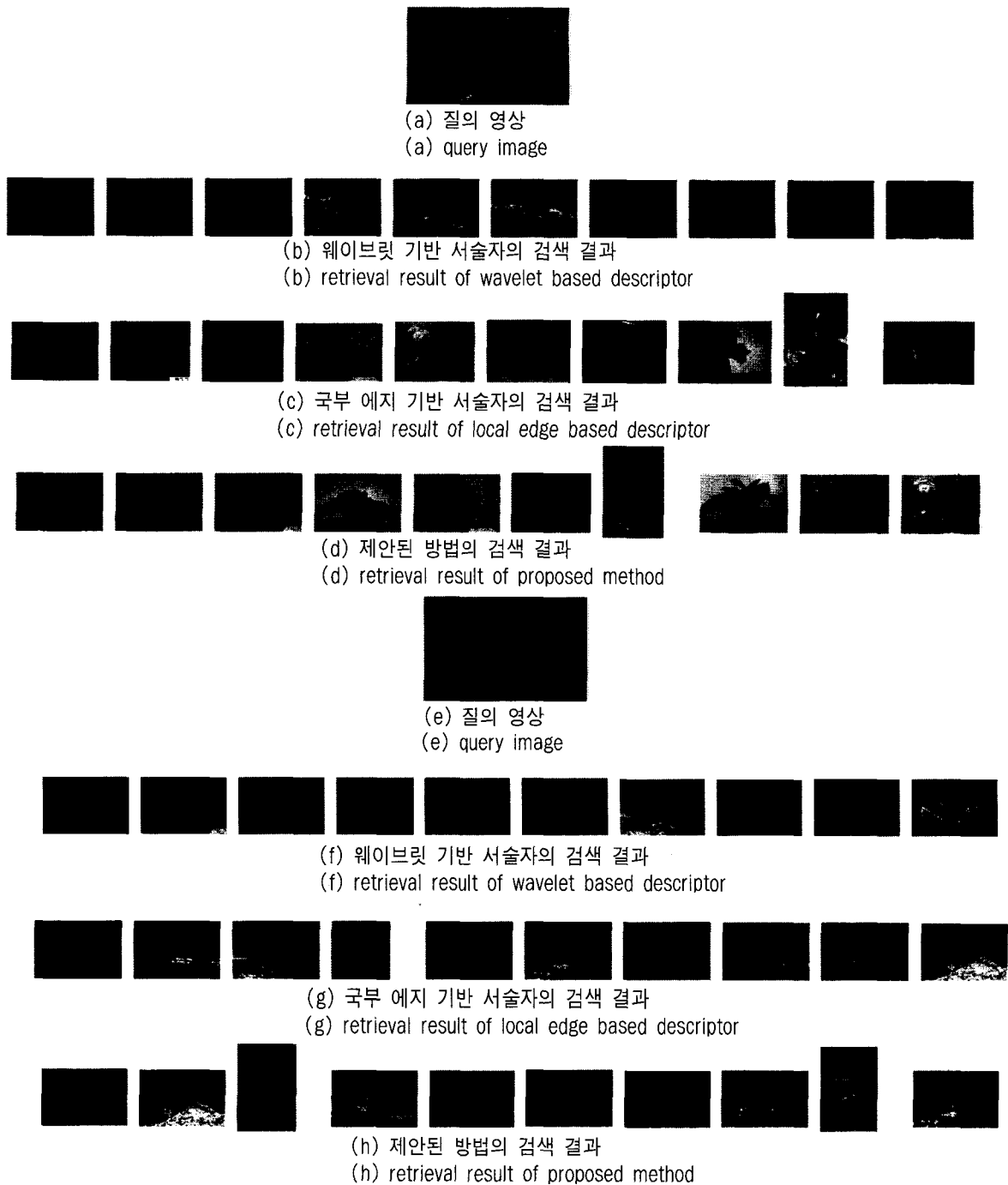


그림 11. 각 알고리즘에 대한 검색 결과의 예
Fig. 11. Example of retrieval results for each algorithm

질의영상에 대하여 평균 검색 결과(ANMRR) 와 11639개의 영상에서 특징을 추출하는데 걸린 시간을 나타낸 것이다. 그리고, 그림 11은 몇 가지 질의 영상에 대하여 각 방

법의 검색 결과 영상들이다. 실험결과 제안된 방법이 가장 좋은 검색 효율 및 빠른 특징 추출 속도를 나타냄을 볼 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서 사용한 블록단위 에지 히스토그램은 영상의 전체(global), 부분 영역(semi_global), 국부(local) 에지 특징정보를 사용하여 영상이 가지는 에지 특징의 분포를 잘 반영한다. 특히 영상의 크기에 비례하는 블록단위의 특징 정보 추출을 통하여 영상의 크기에 상관없이 동일한 해상도를 갖는 에지를 추출할 수 있고 특징 추출 속도가 빠르다. 또한 블록단위의 에지 추출을 사용함으로써 MPEG과 같은 압축 비트 열에서 매크로블록 단위의 직접적인 에지 추출을 적용할 수 있는 장점이 있다.

참고문헌

- [1] "Core Experiments on MPEG-7 Color and Texture Descriptors," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 : document no. N2819, Vancouver*, Jul. 1999.
- [2] "Proposal for MPEG-7 Still Image Descriptor," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, MPEG-7/p566, Lancaster*, Feb. 1999.
- [3] "Proposal for MPEG-7 Still Image Descriptor," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, MPEG-7/pp. 100(pp. 102)*, Lancaster, Feb. 1999.
- [4] Soo-Jun Park, Chee Sun Won, et. al., "Core Experiments on MPEG-7 Spatial Image Intensity Distribution descriptors(CT4)," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, document no. M5454, Maui*, Dec. 1999.
- [5] J. Canny, "A Computational Approach to Edge Detection," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 8, no. 6, 679-698, Nov. 1986.
- [6] Chee Sun Won, et. al., "Extracting Image Features from MPEG-2 Compressed Stream," *IS&T/SPIE Conference on Storage and Retrieval for Image and Video Databases VI*, vol. 3312, pp. 426-435, Jan. 1998.
- [7] Masajiro Iwasaki, Neil Day, "Core Experiment Results for Spatial Intensity Descriptor (CT4)," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, document no. M5374*, Dec. 1999.
- [8] "Color and Texture Core Experiments," *ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11, document no. N3090, Maui*, Dec. 1999.

저 자 소 개



박 동 권

1996년 2월 동국대학교 전자공학과 졸업
 1998년 2월 동국대학교 전자공학과 석사학위 취득
 1998년 3월 ~ 현재 동국대학교 전자공학과 박사과정
 주관심분야 : 영상검색, 영상분할, 비디오 브라우징



전 윤 석

1998년 2월 호남대학교 전자공학과 졸업
 1998년 3월 ~ 현재 동국대학교 전자공학과 석사과정
 주관심분야 : 영상 검색, 패턴인식



박 수 준

1991년 University of Iowa, B.S.

1994년 Lehigh University, Computer Science, M.S.

1994년~현재 한국전자통신연구원 지식정보검색팀 연구원

주관심분야: 멀티미디어 정보검색, MPEG-7, 한글처리, HCI 등



원 치 선

1982년 2월 고려대학교 전자공학과 학사

1986년 2월 Univ. of Massachusetts, M.S.

1990년 2월 Univ. of Massachusetts, Ph.D

1989.11-1992.8 (주)금성사 선임연구원

1992.8-현재 동국대학교 전자공학과 부교수