

# 이진 부분영상을 이용한 영상 검색 기법에 관한 연구

## A Study of an Image Retrieval Method using Binary Subimage

정순영, 최민규, 남재열

Soon Young Jeong, Min Gyu Choi and Jae Yeal Nam

### 요 약

본 논문에서는 이진 영상의 2차원 히스토그램을 이용하여 추출한 형태 정보와 HSI 컬러 좌표를 이용한 색상 정보를 결합한 영상 검색 기법을 제안한다. 또한, 제안된 방식은 부분영상의 유사도 비교를 통한 영상의 위치 정보를 추출한다. 이 검색 기법을 형태 정보와 색상 정보에 활용함으로써 이진 영상으로 비교가 힘든 영역 정보의 검색도 가능하게 한다. 그 결과 기존의 색상기반 영상 검색 기법에 비해 제안된 기법은 Precision/Recall로 표현된 정량적 결과에서 훨씬 우수한 성능을 보임을 실험으로 확인할 수 있다. 특히, 제안된 검색 기법은 영상의 회전이나 객체의 이동 등이 발생한 영상에 대해서도 우수한 검색 효율을 보인다.

### Abstract

An image retrieval method combining shape information of 2-dimension color histograms with color information of HSI color histograms is proposed in this paper. In addition, the proposed method can find location information of image through the comparison of similarity among subimages. The suggested retrieval method applies the location information to shape and color information and can retrieve region information which is hard to distinguish in the binary image. Some simulation results show that it works very well in the behalf of precision/recall graph compare with conventional method which uses color histogram. Especially, the proposed method brought well effects such as rotations and transitions of the objects in an image was found.

**Keywords** : Image retrieval method, binary subimage

### I. 서 론

현재 시대는 인터넷이 점점 생활의 일부분이 되어 가고 있다. 아울러 초고속 인터넷의 등장과 그 보편화로 인하여 인터넷 상에서의 데이터의 유행도 기존의 텍스트 위주에서 점점 멀티미디어 위주로 변화하고 있다. 따라서, 수많은 데이터 중 자신이 원하는 데이터를 효율적으로 찾기 위하여 멀티미디어 데이터에 대한 검색 기법이 절실하게 요구되고 있고 그에 대한 결과로 MPEG-7의 표준이 제정되고 있는 실정이다. 이에 맞춰 여러 가지 검색 프로그램[1-5]과 알고리즘[6-11]에서

색상 정보와 형태 정보, 패턴 정보 등을 이용하여 내용 기반의 영상 검색 기법을 제시하고 있다. 하지만 아직까지는 영상의 내용을 정확하게 분석하여 어떤 형태를 추려내기 위해서는 많은 계산이 필요하게 되고, 그에 따른 일관된 인덱스 파일의 생성도 결코 쉬운 일이 아니다. 더욱이, 여러 특성중 한 가지 특성만을 이용한 검색 기법에서는 영상 검색에 있어서 많은 한계를 드러내게 된다[3]. 영상의 특징을 추출할 경우에 최소한의 간략한 계산으로 영상의 대표적인 정보를 효율적으로 추출해 내는 것이 중요하다. 이러한 영상의 내용을 추려내기 위하여 컬러 히스토그램이

나 윤곽선 추출, 웨이블릿, 컬러쌍, 영역 기반 색상 검출 등 다양한 방법이 나와 있다. 하지만 그 정보를 어떻게 추출하고, 정량화 하느냐에 따라 비슷한 검색 기법을 사용하더라도 실제 검색 결과는 많은 차이가 나게 된다. 여러 가지 특성을 이용할 경우에도 그 사이의 가중치나 상관관계를 어떻게 하느냐에 따라 많은 차이가 나게 된다. 따라서 본 논문에서는 영상의 특징을 크게 두가지, 즉 색상 정보와 형태 정보로 나누어 각각의 특징을 구하고 그 정보를 결합한 검색 기법을 제안한다. 유사한 영상의 판별 기준이 크게 위 두 가지 데이터의 조화로 이루어지기 때문에 두 특징 사이의 관계를 이용한 검색 결과를 도출한다. 아울러, 영상의 특징을 구별짓는 성분 중 하나인 영상 내에서의 위치정보를 이용해 위에서 제시되고있는 기법의 단점을 보완하는 검색 기법을 제시한다.

2장에서는 이러한 연구의 배경이 되는 검색 기법을 알아보기 위하여 영상의 주된 특징이 되는 컬러 모델과 컬러 히스토그램에 대하여 서술하고, 3장에서는 제안된 영상 검색 기법에 대해 기술하였다. 4장에서는 기존 색상 히스토그램 기반 기법과 제안된 기법의 실험 결과의 비교를 통하여 제안된 영상 검색 시스템의 성능을 평가하였고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 컬러 정보의 추출

영상의 일반적인 특징은 디스플레이 혹은 인쇄상의 편의성을 위해 RGB 컬러 좌표로 구성되어 있는 경우가 많다. 하지만, 일반적인 “색깔(Color)”의 인식에 있어서는 RGB 각각의 성분으로 분리하여 인식하는 것이 아니라 색상(Hue) 성분을 위주로 인식하기 때문에 영상의 검색 분야에 RGB 컬러 좌표를 이용하게 되면 세 가지 성분에 대하여 모두 값을 일일이 고려해야 하는 단점이 생긴다. 따라서, 본 논문에서는 영상을 색상(Hue), 채도(Saturation), 명암도(Intensity) 세 가지로 분석할 수 있는 HSI 컬러 좌표를 이용하였다[14].

영상 혹은 동영상의 특징을 추출하여 인덱스화하는 가장 대표적인 기법은 히스토그램을 이용하는 방법이다[6, 12]. 자연계에는 상당히 많은 컬러가 존재하지만, 인간이 컬러의 작은 변화에는 차이를 쉽게 구분하지 못하는 점을 이용하여 일

반적으로 전체 컬러의 범위를 양자화하여 일정한 크기의 집단(bin)으로 나누게 된다. RGB 컬러 모델에서는 3차원 공간 상에서 직접 bin(bin)으로 나누는 기법을 많이 사용하지만 HSI 좌표에서는 Hue 정보의 특징을 보존하기 위하여 각각의 축에 대하여 독립적으로 bin을 나눈다. 이렇게 나눈 bin 내에 포함되는 화소의 개수를 누적하여 컬러 히스토그램을 구하게 된다.

추출한 히스토그램을 이용하여 두 영상간의 유사도를 판별하기 위하여 일반적으로 Swain과 Ballard가 제안한 Histogram Intersection 기법을 많이 이용한다[12]. 이 기법은 패턴 인식 기법과 같은 다른 비교 기법에 비해 매우 적은 계산량으로 컬러 분포에 대한 유사성을 효율적으로 비교할 수 있다. 여기서 두 히스토그램간의 Intersection은 다음 식 (1)과 같이 정의된다.

$$h_{c_i}(Q \cap I) = \frac{\min\{H_{c_i}(Q), H_{c_i}(I)\}}{|Q|} \quad (1)$$

여기서 Q와 I는 각각 질의영상과 데이터베이스 내에 있는 비교영상이 되고,  $H_{c_i}(Q)$ 와  $H_{c_i}(I)$ 는 질의영상과 비교영상의 컬러  $c_i$ 에 대한 픽셀의 개수가 된다. 따라서, 수식의 결과는 전체 질의영상의 크기( $|Q|$ )를 분모로 두고 질의영상과 비교영상의 양자화 단계에 따른 히스토그램 중 작은 부분의 값을 분자로 두어 두 히스토그램 모두 가질 수 있는 중복값(교집합)을 구하게 된다.

## III. 영상 검색 시스템 설계

인간이 영상의 유사도를 구분하는 것은 크게 두 가지 기준으로 나눌 수 있다. 먼저 첫 번째 방법은 영상 전체의 색상 정보를 이용해 전체 컬러 톤을 이용하여 유사도를 구분한다. 다음 두 번째 방법은 영상의 개략적인 형태를 분석하여 영상의 전체적인 모양을 이용하여 영상의 유사도를 구분하게 된다. 이 특징을 이용하여 본 영상검색 시스템은 영상의 특징을 형태 정보와 색상 정보로 각각 추출하여 그에 대한 상관도를 이용한 유사도를 계산한다. 이 과정을 수행하기 위해서 각각의 영상의 크기를 512×512로 정규화 한 다음에 색상정보와 형태정보를 추출하게 된다.

1. 색상 정보의 추출

본 논문에서는 영상의 색상 포맷을 HSI 컬러 좌표로 변환한 후 Hue와 Intensity 정보를 이용해 컬러 히스토그램을 생성한다. HSI 컬러 모델에서 실질적으로 영상의 구분을 위한 요소는 Hue와 Intensity이다. Saturation은 영상의 선명도나 탈색 등에 의해 많은 변화가 있기 때문에 본 논문에서는 제외하였다. HSI 컬러 모델의 H는 0° ~ 360°의 각도로 값이 나온다. 0°는 빨간색(Red)이고 60°는 노란색(Yellow), 120°는 초록색(Green)이다. 360°는 다시 빨간색(Red)이 된다. H값은 원형 값이기 때문에 18단계로 양자화한다. 이 때 0°와 360°는 실제로 같은 빨간색이다. 따라서 18단계중 0값은 0°를 중심으로 ±10°까지이고 1값은 20°를 중심으로 ±10°범위가 된다. 이런 방법으로 360°까지의 전체 범위를 그림 1과 같이 18개의 색상으로 양자화를 한다.

Intensity는 0~255의 값을 16단계로 그림 2와 같이 양자화한다. 색상 정보에서 실제 색상값이 없는 Intensity 정보를 넣은 이유는 영상이 컬러정보가 없는 회색도 영상일 경우 순수하게 Intensity값만으로 비교를 수행하기 때문에 Hue 정보만으로 검색을 수행할 때 판별할 수 없는 영상 전체의 밝기 정보를 포함하기 때문이다. 실제 Hue와 Intensity에 대한 히스토그램의 예시를 그래프로 나타내어 보면 그림 3과 같다.

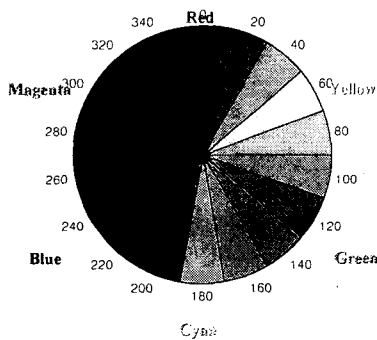


그림 1. Hue의 양자화  
Fig. 1. Hue quantization

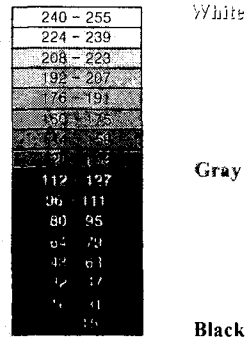


그림 2. Intensity의 양자화  
Fig. 2. Intensity quantization

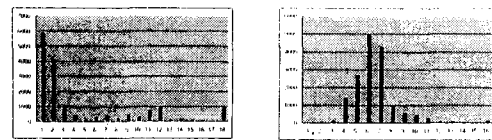


그림 3. Hue와 Intensity의 히스토그램 예시  
Fig. 3. An example of hue and intensity histogram

이렇게 구한 질의영상  $f_m$ 과 비교영상  $f_n$ 의 히스토그램  $H(f_m, i)$ 와  $H(f_n, i)$ 를 Histogram Intersection기법을 이용하여 구한 유사도  $S_h$ 는 아래 식 (2)와 같다.

$$S_h = \frac{\sum_{i=0}^N \min(H(f_n, i), H(f_m, i))}{\sum_{i=0}^N H(f_m, i)} \quad (2)$$

2. 형태 정보의 추출

형태정보를 위해 윤곽선을 추출하는데 복잡도가 높은 계산을 수행하지 않고 영상을 이진영상으로 만들어서 비교를 수행한다. 보통 일반영상을 이진영상으로 만들어도 영상의 형태, 모양을 구분하는 데는 전혀 지장이 없다. 단, 이진화를 수행할 때 일반적인 근사값 이진화를 수행할 경우는 그 형태정보가 제대로 추출되지 않을 수 있으므로 그림 4와 같이 영상 전체의 평균 명암도를 이용한 이진화를 수행한다. 이진화 수행과정은 전체

영상의 명암도의 평균을 구해 평균을 기준으로 평균 명암도보다 크면 1, 작으면 0인 이진영상을 만든다. 이 이진영상을 각각의 화소 단위로 비교를 수행하는 것은 너무 많은 계산량을 필요로 한다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 본 논문에서는 2차원 히스토그램을 이용한다. 이때 영상을 이미 512×512로 정규화를 하였기 때문에 다음절에 나올 16개의 부분영상으로 분할하게 되면 128×128 크기의 부분영상으로 나뉘어져서 각각의 부분영상에 대하여 128단계의 빈(bin)으로 구성된 히스토그램 값이 X축과 Y축에 대하여 산출된다.

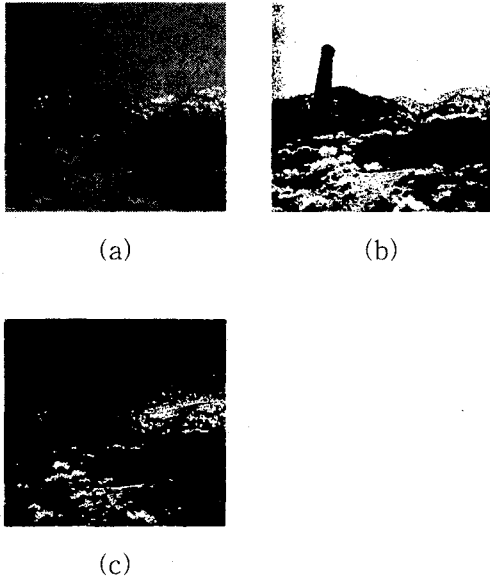


그림 4. 영상의 이진화  
(a) 원본 영상 (b) 평균값을 이용한 이진화 (c) 근사값을 이용한 이진화

Fig. 4. Generation of binary image  
(a) Original image (b) Binary image using the mean (c) Binary image using the nearest value

하지만, 2차원 히스토그램의 경우 그 특성상 질의영상과 비교영상 사이에 포함관계가 발생할 수도 있다. 따라서 본 논문에서는 2차원 히스토그램의 유사도 측정을 위한 새로운 유사도를 제안하였다. 따라서  $N$ 단계로 양자화한 이진 영상  $f$ 의  $x$ ,  $y$  각축을 기준으로 밝은 부분( $j=1$ )과 어두운 부분( $j=0$ )의 유사도를 각각 구하여 더하는 식은 아래 식 (3), (4)와 같이 정의된다.

$$S_x = \sum_{j=0}^1 \left\{ \frac{\sum_{i=0}^N (\min(H(f_{nx}, j, i), H(f_{mx}, j, i)))}{\max(\sum_{i=0}^N H(f_{nx}, j, i), \sum_{i=0}^N H(f_{mx}, j, i))} \right\} \quad (3)$$

$$S_y = \sum_{j=0}^1 \left\{ \frac{\sum_{i=0}^N (\min(H(f_{ny}, j, i), H(f_{my}, j, i)))}{\max(\sum_{i=0}^N H(f_{ny}, j, i), \sum_{i=0}^N H(f_{my}, j, i))} \right\} \quad (4)$$

여기서  $S_x$ 를  $x$ 축을 기준으로 이진 히스토그램을 구한 값이라 하고,  $S_y$ 를  $y$ 축을 기준으로 이진 히스토그램을 구한 값이라고 할 때, 영상  $f$ 에 대하여  $i$ 단계의 히스토그램을 생성했을 경우, 어두운 부분의 히스토그램을  $H(f, 0, i)$ 로 두고 밝은 부분의 히스토그램을  $H(f, 1, i)$ 로 두어 위의 식을 구하게 된다. 이 식에서처럼 각각의 양자화 단계에서의 질의영상과 비교영상 중 작은 값을 누적한 결과를 질의영상과 비교영상 중 전체의 값을 누적한 결과중 큰 값으로 나눈 결과를 유사도로 채택함으로써 포함관계에 있는 히스토그램에서 올 수 있는 오류를 방지할 수 있다.

이진 영상을 이용한 유사도  $S_b$ 는 위의 식 (3)과 (4)에서 구한 유사도를 평균하여 산출한다. 식 (3)과 (4)에서 이진영상의 검은 부분과 흰 부분,  $x$ 축과  $y$ 축 각각에 대하여  $[0, 1]$  범위의 값을 각각 더했기 때문에 평균화를 위하여 4로 나누어 준다.

$$S_b = \frac{S_x + S_y}{4} \quad (5)$$

이러한 유사도 측정 방식을 이용함으로써 2차원 히스토그램은 전체 히스토그램값의 합이 동일하지 않거나 포함관계에 있는 히스토그램간의 유사도도 제대로 측정할 수 있다.

### 3. 위치 정보의 추출

위에서 산출한 영상의 히스토그램은 전체영상의 분포도를 나타내는 것이지 영상의 색상이나 명암도의 위치 정보는 전혀 담고 있지 않다. 이러한 히스토그램의 단점을 보완하기 위해 그림 5와 같이 영상을 16개의 부분영상으로 나눈 다음 각각의 부분영상에 대해 독립적으로 히스토그램을 생

성하여 비교를 수행한다. 색상정보를 이용할 때는 먼저 영상을 부분영상으로 분할하고 난 후 각각의 부분에 대하여 Hue와 Intensity의 값을 구한다. 하지만, 이진영상일 경우에는 부분영상을 이진영상으로 만들 경우 각각의 부분영상에 대한 평균값이 달라지므로, 이 때는 그림 5에서 보여지는 것처럼 영상을 먼저 이진화 한 후 이진영상을 부분영상으로 나눈다. 이 때, 단순히 각각의 부분영상의 위치에 대하여 그대로 비교를 수행할 경우 영상의 회전이나 위치 변화 등에 민감하게 반응해 유사한 영상을 서로 다른 영상으로 판별하게 되는 오류가 발생할 수 있다. 따라서, 영상의 위치를 단순히 1:1로 비교하는 것이 아니라 질의영상의 각각의 부분영상에 대하여 비교영상의 16개 부분영상을 한번씩 비교해서 그 중 유사도가 가장 큰 값과 원 위치의 유사도 값을 비교하여 적절한 유사도를 산출하는 방법을 사용하였다.

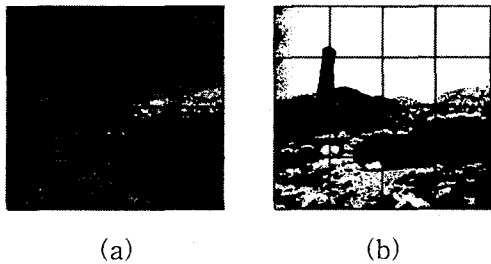


그림 5. 부분 영상으로의 분할  
(a) 색상 정보를 위한 부분영상 (b) 형태 정보를 위한 부분영상

Fig. 5. Partitioning into subimages  
(a) Subimage for color information (b) Subimage for shape information

질의영상과 비교영상의 각각의 부분영상을  $f_{mi}$ ,  $f_{ni}$ 라 하고, 그 부분영상간의 유사도를  $S(f_{mi}, f_{ni})$ 라 했을 때 전체 유사도를 구하는 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다. 여기서, 식  $S(f_{mi}, f_{ni})$ 는 위에서 설명한 색상정보에 관한 식 (2)와 형태정보에 관한 식 (3, 4, 5)에 각각 적용하여 값이 결정된다.

$$S = \sum_{i=0}^M \{ \max(S(f_{mi}, f_{ni})) + wS(f_{mi}, f_{ni}) \},$$

for each  $i: j = 1, 2, \dots, M$  (6)

여기에서 가중치  $w$ 를 어떻게 주느냐에 따라 영상 검색의 방법이 약간 달라진다. 본 논문에서는  $w$ 를 0.5로, 즉 원 위치의 유사도보다 최대 유사도의 가중치를 좀 더 높게 주는 방법을 채택하였다. 실험결과 이 값이 영상의 회전이나 이동에 더 강한 면을 보였기 때문이다. 위에서 설명한 알고리즘을 이용하여 구성한 제안된 영상검색 시스템의 전체적인 흐름도는 그림 6과 같다.

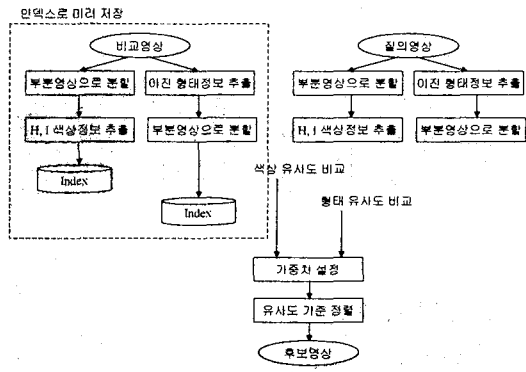


그림 6. 시스템 흐름도  
Fig. 6. System flowchart

처리 순서는 먼저 비교영상을 부분영상으로 분할하여 색상정보를 추출해 내어 인덱스로 저장해 두고, 다시 원본비교영상을 이진영상으로 변환하여 부분영상으로 분할한 다음 형태정보를 추출해 내어 인덱스로 저장해 둔다. 이런식으로 모든 비교영상을 데이터베이스 내에서 인덱스로 미리 저장해둔 다음 질의영상이 들어오면 비교영상과 마찬가지로 색상정보와 형태정보를 추출하여 각각의 유사도를 비교하여 가중치에 따른 유사도를 추출하여 그 기준으로 후보영상을 순서대로 표시하게 된다.

IV. 실험 및 평가

1. 구현  
본 논문에서 제안된 내용기반 영상검색 시스템은 팬티엄III PC상에서 Microsoft Visual C++ 6.0을 이용하여 구현하였다. Test Sequence로는

MPEG-7 표준 제정을 위한 Photo CD Image 중 S1과 S2 항목의 300개 영상[15]을 이용하여 전반적인 검색 효율을 비교하였다. MPEG-7 데이터의 특성상 풍경이나 인물 등 인덱싱이 가능한 데이터 위주로 되어 있어서 다른 영상과의 유사도를 비교하기 쉬운 풍경 영상을 중심으로 검색을 진행하였다.

2. 검색 효율 측정

성능을 평가하기 위한 척도로 Precision / Recall 기법을 이용하여 기존 색상기반 검색기법 [12]과 제안된 알고리즘과의 검색 효율을 비교하였다[7]. 그 개념은 다음과 같다.

$$precision = \frac{\text{retrieved and relevant number}}{\text{number retrieved}} = \frac{|A \cap B|}{|B|} \quad (7)$$

$$recall = \frac{\text{retrieved and relevant}}{\text{all relevant in the database}} = \frac{|A \cap B|}{|A|} \quad (8)$$

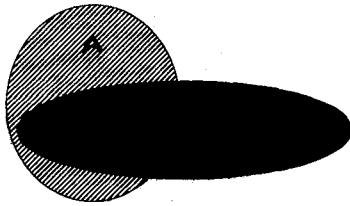


그림 10

그림 7. Precision 과 Recall의 관계

Fig. 7. Relationship between precision and recall

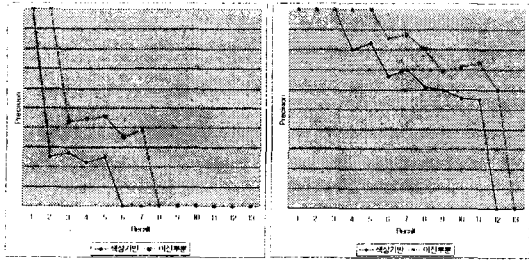
식 (7)에서 보여지는 “precision”은 “현 시점”까지 검색된 영상 중 관련이 있는 영상이 몇 개 있는가를 나타내는 수치이고, 식 (8)에서 보여지는 “recall”은 데이터베이스 내의 관련된 영상을 “현 시점”까지 몇 개나 찾았는가를 나타내는 수치이다. 위의 식을 포함관계로 나타낸 다이어그램이 그림 7에 나타나 있다. 여기에서 A가 검색의 결과로 나타난 데이터의 집단이고 B가 검색되어야 할 대상의 집단이라고 했을 때 두 집단의 교집합 부분이 Precision / Recall 그래프의 값이 된다. 이 결과를 적용하기 위해서는 사용자가 미리 질의영상을 주었을 경우 검색이 되길 희망하는 영상을 선택하여야 한다. 본 논문에서는 검색 대상의 선정에 있어서 인물영상의 경우 동일한 인물 혹은 유사한 의상을 입은 인물이 포함된 영상을 선정하였다. 풍경영상의 경우는 전체적인

컬러 톤, 즉 푸른 하늘과 적갈색 땅을 가진 영상을 우선 선정하고 그 중 하늘과 땅이 수평선을 이루는 영상을 검색의 대상으로 선정하였다. 위의 방식을 이용한 결과가 그림 8에 Precision / Recall 그래프로 표시되어 있다.

결과에서 볼 수 있듯이 기존 색상기반 검색 결과와 비교할 때 복잡도가 높은 인물영상이나 객체의 특징이 뚜렷한 풍경 영상 모두에서 제안된 방법이 훨씬 더 나은 결과를 보여줌을 알 수 있다. 전체적인 검색 효율도 증가하지만, Precision / Recall 그래프에서 보여지듯이 유사도가 가장 높은 영상의 Precision 결과가 앞쪽에 많이 나오는 것을 알 수 있다.

제안한 검색 기법을 이용한 결과가 그림 9, 10, 11에 나와 있다. 화면은 왼쪽 윗부분의 질의 영상에 대한 결과로 20개의 후보영상 중 왼쪽 맨 윗부분에 가장 유사한 영상이 위치하게 되고, 그 바로 오른쪽이 두 번째로 유사한 영상이 위치하게 된다. 그렇게 맨 윗줄에 1위에서 5위까지의 영상이 위치하게 되고, 다음 두 번째 줄에 6위부터 10위까지의 영상이 위치하게 된다.

그림 9를 보면 부분영상을 이용할 경우의 단점을 보완한 결과를 볼 수 있다. 기존 컬러 히스토그램을 이용한 (a)의 경우는 비슷한 색상 분포를 가지는 영상이면 동일한 영상으로 판별하기 때문에 질의영상을 회전하여 이동한 19번 영상을 제대로 검색해 낼 수 없는 단점이 존재한다. (b)에서는 각각의 부분영상에 대하여 식 (6)을 적용하지 않고 현재 부분영상의 위치와 동일한 위치에 있는 부분영상과의 유사도만을 고려한 결과이다. 이 그림에서 보면 영상의 회전이 발생한 경우 유사영상을 20개의 후보영상 범위 내에서 검색해 낼 수 없었지만 식 (6)을 적용한 (b)와 (c)의 결과를 보면 영상의 회전이나 이동 등이 있을 경우에도 유사영상을 검색해 낼 수 있음을 알 수 있다. w의 값이 1.0일 경우, 즉 동일한 위치에 있는 질의영상과 비교영상의 부분영상 유사도와 질의영상과 가장 비슷한 값을 가지는 비교영상의 부분영상 유사도를 동일한 가중치로 적용하였을 경우에는 회전영상 등의 검색 효율이 조금 개선되지만 0.5 정도의 가중치를 가질 경우 좋은 검색 결과를 보인다.



(a) (b)

그림 8. Precision / Recall 그래프로 나타낸 검색 결과

(a) 인물영상 검색결과 (b) 풍경영상 검색결과

Fig. 8. Results of precision / recall graph

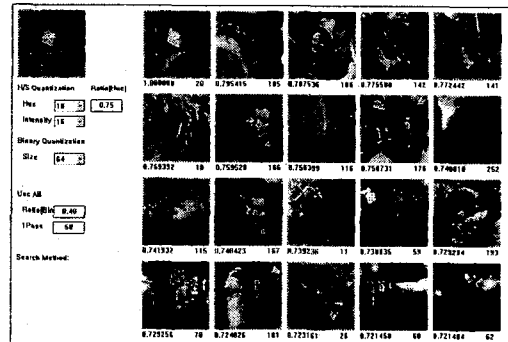
(a) Retrieval result of human image (b) Retrieval result of outdoor image

그림 10에서는 인물영상의 검색에 있어서 기존 컬러 히스토그램 기법과 제안된 기법을 이용한 결과를 보여주고 있다. 그림에서 붉은 원으로 표시된 영상이 질의영상과 유사하다고 판별되는 영상이다. (a) 그림과 (b) 그림을 비교해 보면 기존 검색 기법이 20개의 후보영상 중 5개의 유사한 영상을 검색한 반면, 제안된 검색 기법은 7개의 유사영상을 검색해 낼 수 있었다. 검색 순위도 기존 검색기법은 자기자신과 동일한 영상을 제외하고는 8번째에 가서야 유사한 영상을 찾아낼 수 있었던 반면에 제안된 검색 기법은 2번째에 바로 유사한 영상을 검색해 낼 수 있었다.

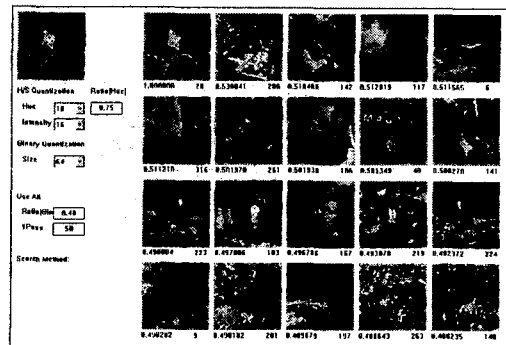
그림 11에서는 풍경영상을 이용한 검색 결과를 보여주고 있다. 이 중 특히 81번 영상을 비교해 보면 실제로는 두 영상이 매우 유사함에도 불구하고 기존 색상 기반 검색 기법을 이용한 경우 10번째로 유사한 결과가 나온 반면 제안된 검색 기법을 이용할 경우 3번째 유사한 영상으로 검색됨을 알 수 있었다.

기존 색상 정보를 이용한 검색 결과와 비교할 때 본 논문에 제안된 방법은 형태 정보를 이용한 영상의 윤곽을 추가함으로써 수평선이나 산, 굴뚝 등과 같은 형태를 이용한 검색에 좋은 효율을 보이는 것으로 나타났다. 특히, Precision / Recall 그래프에는 나타나지 않지만, 유사영상으로 결정된 영상 사이에서도 좀 더 유사한 영상들이 검색 효율의 앞부분에 나타나는 것을 볼 수 있었다. 부분영상을 이용한 검색에서도 단순히 부분영상

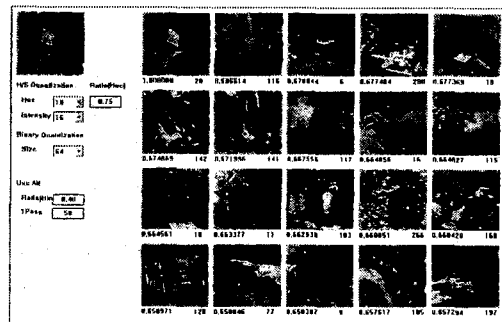
의 위치만을 가지고 비교를 수행할 경우 회전이 일어난 영상이나 객체의 위치가 바뀐 영상 등을 검색해 낼 수 없는 경우가 발생했지만 부분영상을 반복해서 검색할 경우에는 이런 상황에도 적절한 데이터를 검출해 낼 수 있었다.



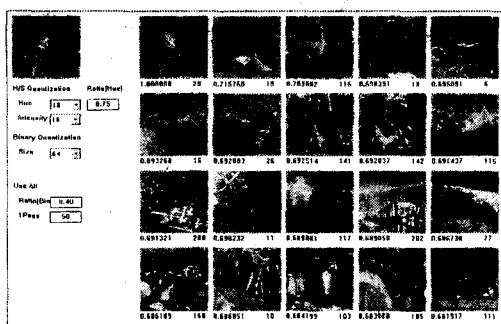
(a)



(b)



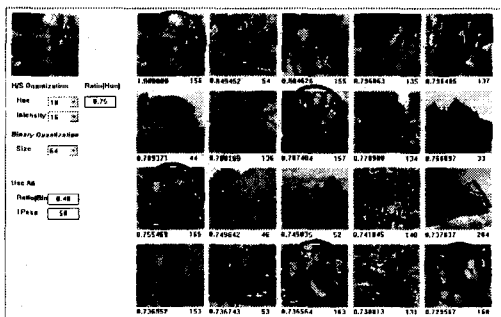
(c)



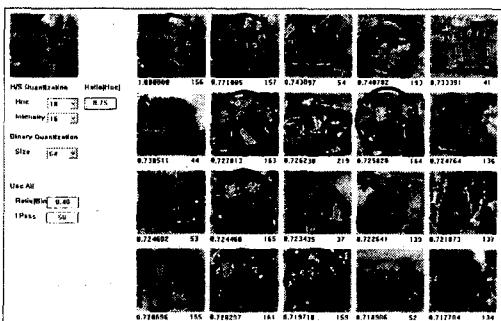
(d)

- 그림 9. 가중치에 따른 검색 결과  
 (a) 컬러 히스토그램을 이용  
 (b) 부분영상만을 이용  
 (c)  $w=1.0$  일 경우  
 (d)  $w=0.5$  일 경우

Fig. 9. Results of weight  
 (a) Used color histogram  
 (b) Used only subimage  
 (c) Set to  $w=1.0$   
 (d) Set to  $w=0.5$



(a)

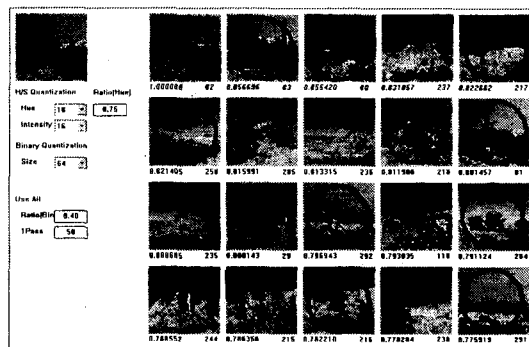


(b)

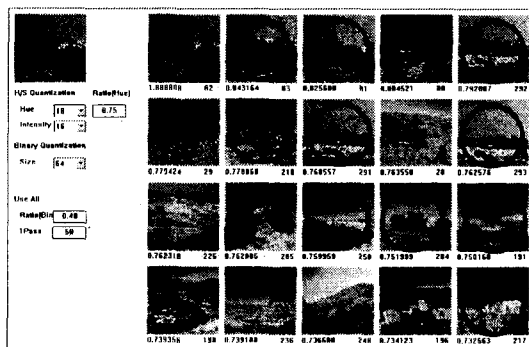
그림 10. 인물영상에 대한 검색 결과  
 (a) 색상기반 검색 결과 (b) 제안된 검색 결과

색 결과

Fig. 10. Retrieval results of human image  
 (a) Retrieval results by color method  
 (b) Retrieval results by proposed method



(a)



(b)

그림 11. 풍경영상에 대한 검색 결과  
 (a) 색상기반 검색 결과 (b) 제안된 검색 결과

Fig. 11. Retrieval results of outdoor image  
 (a) Retrieval results by color method  
 (b) Retrieval results by proposed method

V. 결론

본 논문에서는 기존 색상 기반 검색 기법의 단점을 보완하기 위해 인간의 영상 인식기법을 응용해서 형태정보를 추출하는 기법을 이용한다. 이 방법에서 제시된 이진영상을 이용한 형태정보 추출은 영상의 이진화와 이진영상의 히스토그램 산출 등 간단한 계산을 이용하는데 반하여 기존 경계선 검출 기법의 경우는 에지 마스크에 의한



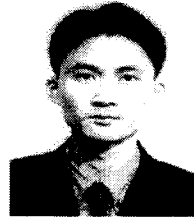
상승 적분 과정을 수행해야 하고, 객체 추출 기법 같은 형태정보 분석 기법 등도 영상 전체에서 객체가 차지하는 면적 등을 고려해야 하므로 이진영상에 비해 훨씬 많은 계산이 필요하게 된다. 이에 비해, 제안된 기법은 적은 계산량으로 효율적인 정보를 추출해 낼 수 있다. 그리고, 영상 전체의 분포에 따른 위치 정보를 추가하기 위해 영상을 부분영상으로 나누어 각각의 부분영상에 대한 유사도를 비교하는 방법을 제안하였다. 이 방법에서도 부분영상을 위치좌표 그대로 비교할 경우 회전된 영상 등의 유사도를 낮게 판별하는 오류를 보정하기 위하여 각각의 부분영상을 반복하여 유사도를 비교하는 기법을 사용하였다. 이 경우 약간의 계산량이 증가하지만 실제 대부분의 계산이 형태 및 색상 정보 추출에 사용되고, 부분영상을 반복 비교하는 경우는 간략화된 데이터를 이용한 반복계산을 수행하기 때문에 실제 계산시간이 많이 증가하지 않으면서도 검색 효율의 개선을 가져오게 된다. 이 기법을 이용하여 DB를 구축하여 인덱스화 하면 훨씬 효율적이고 빠른 영상 검색이 가능하리라 본다.

접수일자 : 2000. 9. 14 수정완료 : 2000. 12. 7

### 참 고 문 헌

- [1] M. Flickner, H. Sawhney, W. Niblack, J. Ashley, Q. Huang, B. Dom, M. Gorkani, J. Hafner, D. Lee, D. Petkovic, D. Steele and P. Yanker, "Query by Image and Video Content: the QBIC System," *IEEE Computer, Mag.*, vol. 28, no. 9, pp. 23-32, Sep. 1995.
- [2] V. E. Ogle and M. Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a relational database of images," *IEEE Computer, Mag.*, vol. 28, no. 9, pp. 40-48, Sep. 1995.
- [3] A. Pentland, R. W. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: Tools for content-based manipulation of image database," In *Proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database II*, vol. SPIE 2185, pp. 34-47, Feb. 1994.
- [4] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEK: a fully automated content-base image query system," *Proceeding of ACM International Conference Multimedia*, Boston, MA, pp. 87-98, Nov. 1996.
- [5] J. R. Bach, C. Fuller, A. Gupta, A. Hampapur, B. Horowitz, R. Humphrey, R. Jain, C.-F. Shu, "Virage image search engine: an open framework for image management," In *Proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database IV*, vol. SPIE 2670, pp. 76-87, Feb. 1996.
- [6] Xia Wan and C.-C. Jay Kuo, "A New Approach to Image Retrieval with Hierarchical Color Clustering," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 628-643, Sep. 1998.
- [7] Shih-Fu Chang, William Chen, Horace J. Meng, Hari Sudaram, and Di Zhong, "A Fully Automated Content-Based Video Search Engine Supporting Spatiotemporal Queries," *IEEE Trans. on Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 8, no. 5, pp. 602-614, Sep. 1998.
- [8] 류명분, 우석훈, 박동권, 원치선, "블록단위 특성분류를 이용한 컬러 영상의 검색," 전자공학회논문지, 제 34권 S편 제 12호, pp. 81-89, 1997년 12월.
- [9] Xia Wan and C.-C. Jay Kuo, "Color Distribution Analysis and Quantization for Image Retrieval," In *Proceeding of the SPIE Storage and Retrieval Image and Video Database IV*, vol. SPIE 2670, pp. 9-16, Feb. 1996.
- [10] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. Zhu and R. Zabih, "Image indexing using color correlograms," *Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 762-768, 1997.
- [11] G. Pass and R. Zabih, "Histogram refinement for content-based image retrieval," *Proc. IEEE Workshop on Applications of Comp. Vision*, pp. 96-102, 1996.

- [12] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color indexing," Int. J. of Computer Vision, vol. 7, no. 1, pp. 11-32, 1991.
- [13] J. Hafner, H. S. Sawhney, W. Equitz, M. Flickner, and W. Niblack, "Efficient color histogram indexing for quadratic form distance functions," IEEE Trans. on Pattern Anal. Machine Intell., vol. 17, no. 7, pp. 729-736, July 1995.
- [14] ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 : "Overview of MPEG-7 Standard," document no. N3445, Geneva, May/June 2000.
- [15] ISO/IEC/JTC1/SC29/WG11 : "Licensing Agreement for the MPEG-7 Content Set," document no. N2466, Atlantic City, Oct. 1998.



정순영(Soon Young Jeong)  
準會員  
1999년 계명대학교  
전자계산학과 학사  
1999년-현재 계명대학교 컴  
퓨터공학과 석사과정

관심분야 : 영상 압축, 영상 처리 및 검색  
멀티미디어 시스템



최민규(Min Gyu Choi)  
準會員  
1986년 경북대학교  
전자공학과 학사  
1999년 경북대학교  
전산공학 석사  
1986년-1994년 한국 휴렛팩  
카드 SE 과장

1994년-1999년 (주)웹컴정보시스템 대표이사  
2000년-현재 대구미래대학 컴퓨터게임  
제작과 교수

관심분야 : 영상처리, 온라인게임, 정보검색, 보안



남재열(Jae Yeal Nam)  
正會員  
1983년 경북대학교  
전자공학과 학사  
1985년 경북대학교  
전자공학과 석사  
1991년 Univ. of Texas at  
Arlington(UTA) 박사

1985년-1987년 한국전자통신연구소 연구원  
1988년-1991년 UTA RA/TA  
1991년-1995년 한국전자통신연구소 선임연구원  
1995년-현재 계명대학교 컴퓨터전자공학부  
조교수

관심분야 : 영상의 압축 및 전송, RTOS기반  
Digital TV 응용기술, 영상 검색  
영상 데이터의 인터넷 응용