

색상과 형태를 이용한 내용 기반 영상 검색

하정요*, 최미영*, 최형일**

Content-based Image Retrieval Using Color and Shape

JeongYo Ha*, Miyoung Choi*, Hyungil Choi**

요약

본 논문에서는 색상정보와 형태정보를 이용한 내용기반 영상 검색방법을 제안한다. 이미지의 한 가지 특징만을 고려한 내용 기반 이미지 검색은 두 가지 이상의 특징 정보를 이용했을 때와 비교하여 정확도가 떨어져 성능을 저하시킬 수 있다. 따라서 여러 검색 시스템에서는 색상이나 형태, 질감 등과 같은 이미지의 다양한 특징들을 혼합하여 검색에 이용하고 있다. 본 연구는 각 영상의 Hue값에 대한 색상정보와 CSS(Curvature Scale Space)를 이용한 형태정보를 사용한다. 각 영상들의 특징 정보와 데이터베이스에 저장된 영상들의 특징 정보들을 비교하여 유사도 순위에 따라 후보영상들이 검색된다. 실험 결과 색상정보나 형태정보 한가지의 특징만을 사용한 경우보다 정확도와 재현율면에서 사용자가 원하는 이미지와 보다 유사한 결과를 검출할 수 있었다.

Abstract

We suggest CBIR(Content Based Image Retrieval) method using color and shape information. Using just one feature information may cause inaccuracy compared with using more than two feature information. Therefore many image retrieval system use many feature informations like color, shape and other features. We use two feature, HSI color information especially Hue value and CSS(Curvature Scale Space) as shape information. We search candidate image form DB which include feature information of many images.

When we use two features, we could approach better result.

▶ Keyword : CBIR, CSS, HSI, Histogram Intersection.

• 제1저자 : 하정요

• 접수일 : 2007. 12. 4, 심사일 : 2008. 1. 7, 심사완료일 : 2008. 1. 25.

* 숭실대학교 IT대학 미디어학과 박사과정 ** 숭실대학교 IT대학 미디어학과 교수

※ 이 연구는 서울시 R&BD 프로그램의 지원 받아 수행하였음. (10581cooperateOrg93112).

1. 서론

최근 컴퓨터 하드웨어와 네트워크 기술의 급속한 발달로 인하여 인터넷을 이용한 대용량의 멀티미디어 정보의 전송이 보편화 되면서 정보 통신망 사용자들은 유비쿼터스 기술과 같은 시간과 장소에 상관없이 언제, 어디서든 다양한 정보에 접근할 수 있게 되었으며 이용할 수 있는 멀티미디어 정보의 양도 폭발적으로 증가하게 되었다. 그러나 정보량이 늘어날수록 원하는 데이터의 검색은 더욱 어려워져 멀티미디어 정보의 검색, 저장, 관리 기술에 대한 요구가 증가하게 되었다. 이미지의 경우 대규모 데이터베이스를 이용하여 원거리 감지를 위한 항공/위성사진, GIS(지리정보시스템), 의료 이미지 정보 시스템, 법의학에서의 지문인식, 범죄인식, 백과사전, 박물관, 캐릭터 이미지, 상표와 로고 등록에서와 같이 다양한 분야에서 널리 개발 및 연구되고 있다[1]. 따라서 대용량 데이터베이스에서 원하는 정보를 빠른 시간 내에 효과적으로 검색, 저장, 관리할 수 있는 검색 방법이 필요하게 되었다.

영상 검색 기법의 가장 큰 목적은 사용자가 찾고자하는 유사영상 또는 사용자가 그린 질의영상을 입력하여 데이터베이스 내에서 가장 유사한 영상을 검색해 내는 것이다. 이런 질의영상에 의한 검색 기법은 질의 영상의 내용을 기반으로 유사도를 측정한다. 영상의 특징은 크게 색상정보를 이용한 방법과 형태정보를 이용한 방법으로 나눌 수 있다. 색상정보를 이용하는 가장 범용적이고 대표적인 방법은 Swain 등이 제안한 히스토그램 인터섹션(Histogram intersection) 기법이 있고 형태 정보를 이용한 기법은 일반적으로 널리 알려진 경계선 검출 기법이나 이진영상을 이용한 기법 등을 들 수 있다.

히스토그램 인터섹션 기법은 그 동안 계산상의 용이성과 영상의 회전 및 이동 등에 강한 특성, 영상의 노이즈에 민감하지 않는 성질 등으로 색상을 기반으로 한 대부분의 영상 검색 기법에서 많이 이용되어 왔다.

본 논문에서는 영상의 모양 정보를 이용하여 영상을 비교하고 검색하는 여러 방법 중 하나인 CSS(Curvature Scale Space)[2] 방법과 HSI 색상 모델을 이용하여 색에 가장 적합한 컬러와 모양 정보를 동시에 표현하는 복합 특징량을 제안한다.

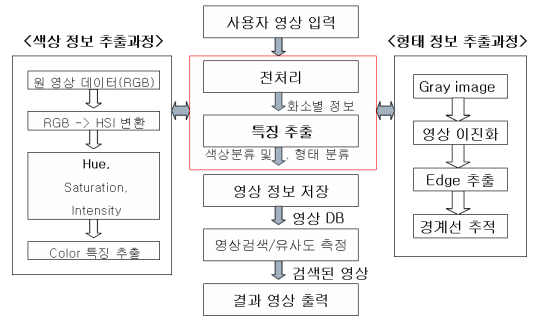


그림 1.전체 시스템 구성도
Fig. 1 : Overall system configuration

〈그림 1〉은 본 논문에서 제안하는 시스템 구성도이다. 전처리, 특징 추출, 영상의 정보 저장, 영상 검색과정으로 크게 네 단계로 이루어진다. 전처리 과정에서는 후속 단계인 특징 추출을 위해 기본적인 영상 처리과정을 수행한다. 색상 특징을 위해서 화소(pixel)별 RGB 색상 정보를 추출하며, 형태 특징을 위해서는 화소별 gray-level 정보를 추출을 한다. 두 번째 단계인 특징 추출 단계에서는 시각적인 특징을 추출한다. 특징 추출 기법은 검색을 위한 유사성 정도를 측정 할 수 있는 기준으로 색상, 형태 등의 기본적인 특징들을 설정하여 특징 벡터를 구성한다. 세 번째 단계인 영상 정보 저장과정에서는 영상의 특징 정보를 효율적으로 저장/관리하게 되며, 한 영상에 포함된 물체들의 특징 벡터 구성 요소들을 체계적인 인덱싱 과정을 통해 저장하고 영상 파일과의 연결을 갖는다. 그리고 마지막 단계인 영상 검색 과정에서는 주어진 조건에 가장 유사한 영상들을 추출하여 보여주게 되는데 사용자가 예제 영상을 가지고 질의를 하면 예제 영상의 특징 벡터와 영상 데이터베이스에 저장된 특징 벡터간의 유사도들을 계산하여 유사도가 큰 순위대로 영상들을 출력하게 된다.

II. 관련 연구

2.1 색상정보를 이용한 내용기반 이미지 검색

내용 기반 이미지 검색을 위한 방법으로 초기에는 색 분포를 이용하는 방법이 많이 사용되었다. 이는 전체적인 영상의 컬러 분포를 의미하는데, 계산이 쉽고 물체의 회전이나 작은 이동과 같은 기하학적인 변화에 강건한 장점이 있다. 그러나 인지적으로 비슷하지 않은 이미지도 동일한 색 분포를 가질 수 있고, 특징량이 많아 검색 시 많은 시간이 소요된다는 문

제점이 제기되었다. 이를 해결하기 위한 방법으로 색상 정보와 공간 정보를 함께 적용한 여러 방법들이 제안되었다.

Stricker[3]는 모멘트(Moment)를 이용한 방법을 제안하였다. 이 방법은 이미지를 5개의 부분적으로 겹쳐진 영역으로 나누고, 각 영역의 색 분포를 3차 모멘트(Moment)까지를 사용하여 색 정보와 공간 정보를 결합하였다. Pass[4]는 이미지 내에서 같은 색상의 응집 여부를 이용한 CCV(Color Coherence Vectors)를 제안하여 기존의 색상 히스토그램 방법을 개선하였으나, 공간 정보가 극히 적다는 단점이 지적되었다. M. K. Mandal[5]은 색 정보를 반영하기 위해서 색상 히스토그램에 대한 모멘트를 이용하였고, 공간 정보 반영을 위해 wavelet 부이미지를 가우시안 분포로 근사한 뒤 그 계수를 사용하였다. 이 방법은 특징량의 수가 적어 색인에는 용이하지만, 물체나 배경의 큰 변화 등에 강인하지 못하다는 단점을 나타내었다. 또한 특징량 추출 시 색 정보와 공간 정보를 분리해 다루었기 때문에 이미지 간 유사도 정의 시 실험에 의해 각 특징량의 가중치를 결정해야 하는 단점이 있었다.

J. Huang[6]은 Color Correlogram이라는 새로운 방법을 제안하였다. 이 방법은 이미지 내의 화소로부터 특정 거리만큼 떨어진 점들에 대해 해당 화소의 빈도수를 표시한 히스토그램으로 이미지를 비교하는 것으로, 색상 정보와 공간 정보를 효과적으로 결합하였으나, 다른 컬러와의 상관관계를 고려하지 않은 단점이 있다.

최근 색상 정보의 가장 보편적으로 사용되는 이미지 정보 추출 방법은 영상의 칼라 히스토그램을 사용함으로써 정보를 표현할 수 있다. 이 방법은 각 칼라에 대해 이미지 픽셀 빈도를 나타내는 방법으로 칼라 히스토그램은 칼라에 대한 빈도수만으로 표현하므로 이미지의 회전이나 크기 및 위치 변화, 적은 시야변경에 대해 유사성을 잃지 않는 장점을 가진다. 그러나 칼라 히스토그램방식은 모든 칼라에 대해 그 빈도수를 가지게 되므로 정보의 차원이 높다는 문제점을 가진다. 국내의 몇몇 논문[7][8]에서는 색상을 기반으로 위치 정보와 영역 정보를 추출하여 같은 색상을 가지는 부분에 대한 정보를 비교하는 방법을 사용하고 있다.

2.2 형태 정보를 이용한 내용기반 이미지 검색

색상 정보와 더불어 특징 추출 기법에 이미지 내에 포함된 객체의 모양, 위치, 질감 정보가 많이 사용된다. 또한 객체의 윤곽을 도형화하여 선분으로 표현하여 이를 검색에 이용한 기법도 제안되었다. 색상 정보가 이미지 전체의 색상 분포를 이용한 방법이라면 모양, 위치, 질감 정보를 이용한 방법은 이미지 전체보다는 이미지 내에 속한 객체들의 특징을 이용한

방법이라고 할 수 있다. 형태정보에 의한 방법은 크게 두 가지로 구분 할 수 있다. 윤곽선 형태를 이용하는 방법과, 방향에 관계없이 객체들이 지니는 고유한 형태를 이용하는 방법이다. 전자의 경우 형태 정보의 추출이 용이한 반면, 같은 물체에 대해 보는 각도에 따라 다른 형태의 윤곽선 추출이 이루어질 수 있다는 단점이 있다. 우선 이미지 내에 포함된 객체의 모양을 판별하기 위해서는 우선 윤곽선 정보를 얻어야 한다. 이러한 외곽선 정보는 Edge Detection 과정을 통하여 얻을 수 있다. 얻어진 Edge를 대상으로 전체 화소 중 Edge가 차지하는 비율이나 외곽선의 전체적인 모양을 특징 벡터로 이용하게 된다. 또한 이미지를 $M \times N$ 으로 분할하여 각 분할된 이미지에서 전체 화소와 비교하여 Edge가 차지하는 비율이나 Edge의 수, 또는 전체 Edge의 수와 비교하여 각 분할된 이미지에서 차지하는 Edge의 비율 등을 특징 벡터로 추출이 가능하다. 분할은 $M \times N$ 과 같은 방식으로 동일한 크기로 분할하는 방법 이외에 Edge가 복잡한 부분은 조금 더 세밀하게 분할하고 Edge가 별로 없는 부분은 크게 분할하는 기법도 제안되었지만 배경이 복잡할 경우 불필요한 배경을 세밀하게 분할함으로써 검색 효율을 떨어뜨리는 단점이 있다. 후자의 경우는 보는 각도, 크기, 위치 변화에 독립적이나 형태의 추출과 검색과정이 복잡하다.

위치 정보에 의한 방법은 영상 내의 객체들이 갖는 위치를 검색 정보로 사용하는 방법으로 정확한 객체 분할이 선행된 후에 인접, 겹침, 포함 등의 각 객체간의 공간적, 위상적 관계에 의한 질의를 함으로 영상을 검색한다.

모양 및 위치 정보와 더불어 같이 사용될 수 있는 특징 가운데 객체의 수와 객체들간의 상호 관계를 들 수 있다. 객체가 무엇을 나타내는지 정확하게 인식하는 것은 현재의 기술로는 아직 불가능하지만 객체가 몇 개인지 각 객체가 어떤 형태로 위치해 있는지는 알 수 있다. 이러한 기법의 단점은 Edge가 복잡하여 객체를 정확히 구분하기 어려운 경우에는 객체의 모양 정보와 이미지에 포함된 객체의 수를 정확하게 추출하기 어렵다는 단점이 있다.

III. 복합특징 정보의 추출 방법

기존의 영상 기반의 검색들은 예를 들어 지구와 축구공의 영상처럼 현격히 다른 영상임에도 불구하고 같은 형상적인 특징을 가지기 때문에 같은 영상으로 분류하여 유사도 비교 시에 정확도가 감소하는 문제점이 있다.

배경 영역의 불확실한 정보를 모두 포함하여 내용 특징으로 인식하기 때문에 사용자 질의 영상과의 정합을 통한 유사

도 측정 시, 사용자가 인지하는 유사성 판단 기준과는 큰 차이를 보인다. 따라서 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하기 위하여 색상정보의 히스토그램 교차법(Histogram Intersection)을 제안하는 방법을 기술한다.

사용자가 질의 이미지를 요청하게 되면 첫째로 질의 이미지의 윤곽선 정보를 추출하고, 비교하여 형태 정보 데이터베이스에 저장한다. 그 후 데이터베이스에 저장된 형태 후보의 이미지들 중 색상 정보를 추출하고, 색상의 유사성을 비교하여 색상 정보 데이터베이스에 저장한 후 최종 후보이미지들을 선별하여 최종적으로 이미지들을 출력한다.

〈그림 2〉는 본 논문에서 제안하는 사용자 질의 처리과정을 보여준다.

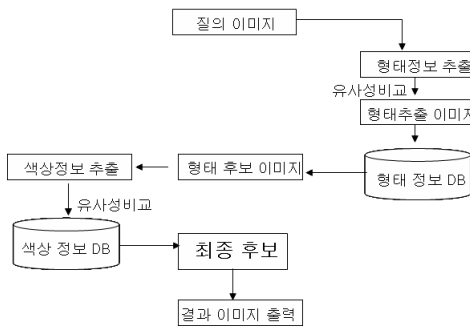


그림 2. 사용자 질의 처리과정
Fig. 2: On processing by user's query

3.1 형태 특징벡터 추출

본 논문에서는 색상 정보와 모양 정보를 효율적으로 추출할 수 있고 이미지 검색을 효율적으로 하기 위하여 CSS 방법과 HSI 컬러 모델을 사용하였다.

모양 정보의 추출 방법은 모양 정보 사용해서 영상을 검색하는 여러 가지 방법 중의 하나인 CSS(Curvature Scale Space)를 사용하여 모양 정보를 추출한다. 이미지상의 윤곽선 정보를 이용하여 다른 영상과의 유사도를 비교한다. CSS는 크기, 이동, 회전 등의 Affine 변형에 강건하다는 장점이 있다. 전처리 과정으로 Gaussian blurring을 이용하여 이미지의 미세한 모양의 변화에 대한 윤곽을 부드럽게 하고, 패턴 내의 미세한 구멍 같은 것을 채우게 한 다음, 이미지의 모양에 대한 영역을 얻기 위하여 이진 이미지로 변환한다. 그 변환된 이미지가 이동, 크기 및 비틀림에 변화에 불변하기위해 이미지를 정규화 한다. 영상에서 객체를 추출한 다음 윤곽선 정보를 사용하여 CSS 영상을 얻는데 사용하며 보통 한 객체의 윤곽선은 몇 백에서 몇 천개의 점으로 이루어진다. 그 점을 대략 250개 정도로 정규화를 시킨다. 정규화 된 각 점은

x, y의 좌표로 표현되며 Curvature function 식(1)에 모든 좌표 값을 대입한다. 시그마 값을 0.1 씩 증가시켜 가면서 영 교차점이 사라질 때까지 윤곽선을 평활화 시킨다.

$$k(u, \sigma) = \frac{X_u(u, \sigma)Y_{uu}(u, \sigma) - X_{uu}(u, \sigma)Y_u(u, \sigma)}{(X_u(u, \sigma)^2 + Y_u(u, \sigma)^2)^{3/2}} \dots (1)$$

제안하는 형태특징추출 방법은 다음과 같다.

- 1) 전처리 단계에서 추출된 화소별 RGB 컬러 정보를 gray-level 정보로 변환한다. 변환 후 이진화를 한다.
- 2) 영상을 LOG(Laplacian of Gaussian) 알고리즘[9]을 적용하여 영상의 외곽선을 추출한 후 Contour Tracing을 한다.
- 3) 외곽선 추적 후 식(2)를 이용하여 원형의 정도(Circularity)를 구한다.
- 4) 외곽선을 순차적으로 스무딩해 가면서 더 이상 변곡점이 생기지 않을 때까지 스무딩을 한다.

〈그림 3〉은 형태 특징을 추출하기 위한 전처리 과정과 특징점을 추출하는 것을 보여준다.

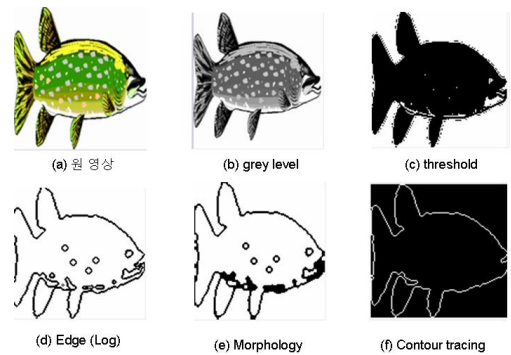


그림 3. 전처리 및 특징점 추출 과정
Fig. 3: Pre-Processing and Feature Extraction

$$Circularity = \frac{(Border\ length)^2}{Area} \dots (2)$$

식(2)에서 Circularity는 원형의 정도를 나타내며, Border length는 객체둘레의 길이이며, area는 객체의 넓이를 나타낸다.

〈그림 4〉는 전처리의 과정을 거쳐 추출된 윤곽선으로부터 형태 특징점의 추출한 전체적인 결과를 보여주며, 추출된 6개

의 특징점과 그 특징점에 대응하는 그래프를 보여주는 그림이다. (d)그림의 y축은 시그마 값이고, x축은 arc length로 윤곽선을 250개의 점으로 정규화 시켜 펼쳐놓은 것이다. 그래프는 시그마의 값이 상승함에 따라 영교차점이 이동하는 궤적을 나타낸 것으로 극대점은 한 커브의 영교차점이 서로 만나서 없어지는 점을 의미한다.

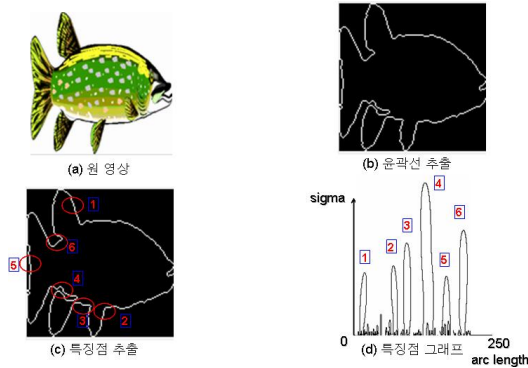


그림 4. 형태 특징점 추출 결과
Fig. 4: Feature Extraction and Feature Graph

3.2 색상 특징벡터 추출

컬러 이미지에 대한 특징량을 추출하는 과정에서 우선적으로 검토되어야 할 사항은 어떤 컬러 모델을 적용 할 것인가에 대한 검토가 필요하다. RGB가 영상의 색생성(칼라 카메라에 의한 영상의 획득 혹은 모니터 화면에서의 영상 출력)에 이상적이다 라는 말로 요약할 수 있으나 색의 기술을 위해 RGB를 사용하는 것은 매우 제한되어 있지만 HSI는 색의 기술에 매우 효과적인 방법이다. 영상처리에 많이 사용하는 Color model인 HSI 모델은 가장 많이 사용되는 모델로 색상(hue), 채도(saturation), 명도(Intensity)를 갖는 HSI 모델은 사람이 지각할 수 있는 컬러와 연관된 모델이다. 즉 서로 다른 물체들의 컬러를 식별하는 데 HSI 컬러 공간을 사용한다. 히스토그램 연산, 명도 변환, 회선과 같은 영상처리 어플리케이션들은 오직 영상의 명도에 대해서만 연산을 한다. 이러한 연산들은 영상이 HSI 컬러 공간으로 되어 있는 것일 수록 다루기가 더욱 쉽다.

HSI모델은 색채 요소(H 와 S)와 명암 요소(I)를 분리하여 명암 요소를 제거함으로써 영상 획득시의 조명 변화의 영향을 줄일 수 있는 장점이 있다. S는 H에 대한 색상의 세기 즉, 채도를 나타낸 것으로 0~1의 값을 가지고 있다. 채도 값이 1에 가까울수록 높은 순도의 색상 값을 가지며, I값은 명도로 색상의 명암을 나타내고 0에 가까울수록 어두운 색

즉,black에 가깝게 되며, 1에 가까울수록 밝은 색 즉, white에 가까워진다.

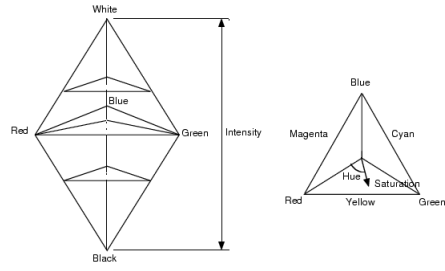


그림 5. HSI 컬러 Space 에서의 컬러표현
Fig. 5: HSI Color Space

특징 벡터 추출 단계에서는 전처리 단계에서 추출된 화소별 RGB 색상 정보 및 gray-level 정보를 가지고 영상들의 시각적인 특징들을 추출한다. 색상특징으로는 RGB모델을 HSI모델로 변환하여 얻은 H,S,I 값을 추출하여 히스토그램의 교집합을 사용한 히스토그램 인터섹션(Histogram Intersection)을 사용하였다. 객체는 전경주위의 화소들과는 다른 밝기를 가지므로 먼저 밝기 값으로 임계값을 구한다. 비슷한 밝기를 가진 경우 객체 주위 부분과 객체가 가진 색상은 차이가 난다.

본 논문에서는 색채 히스토그램을 구성하기 위해서는 HSI 요소 중 색상요소(H)를 사용한다. H 와 S 만을 사용함으로써 명암(I)변화에 둔감할 수 있다는 장점이 있다. 또한 이차원 평면상의 히스토그램을 사용할 수 있으므로 메모리와 계산상 효율적이다.

제안하는 방법은 다음과 같다.

- 1) 전처리 단계에서 추출된 화소별 RGB 컬러 모델로 표현된 화상을 HSI 컬러 모델로 변환하여 색채 히스토그램을 구성한다. S와 I성분보다 H의 변화에 더 민감하게 반응을 하기 때문에 양자화 과정에서 더 세밀하게 분할하였다. 따라서 H는 60° 단위인 red, yellow, green, blue, cyan 그리고 magenta 총 6개 그룹으로 양자화 하였으며, S는 2개의 그룹 low와 high로 분할하였다. 그리고 I는 3개의 그룹 black, gray, white로 양자화 하여 총 36개 그룹에 대하여 색상 히스토그램을 추출한다. 다음 식은 영상데이터의 RGB컬러 공간에서 HSI 컬러 공간으로의 컬러 변환식이다. [9]

$$H = \begin{cases} \theta & \text{if } B \leq G \\ 360 - \theta & \text{if } B \geq G \end{cases}, \quad \theta = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2}[(r-g) + (r-b)]}{\sqrt{[(r-g)^2 + (r-b)(g-b)]}} \right\}$$

..... (3)

$$S = 1 - \frac{3}{(r+g+b)} [Min(r, g, b)] \quad \text{..... (4)}$$

$$I = \frac{1}{3}(r+g+b) \quad \text{..... (5)}$$

2) 히스토그램 인터섹션 기법은 영상이나 동영상의 검색에서 Swain등이 제안한 히스토그램 인터섹션 기법은 서로 유사도가 높은 영상은 컬러의 분포에 있어서도 서로 유사성이 높을 것이라는 가정 하에 히스토그램의 컬러 오브젝트를 비교함으로써 유사도가 결정된다. 유사도는 두 히스토그램의 교집합으로 나타내는데 HSI 컬러 중에서 H 성분의 히스토그램을 식(6)과 (7)의 히스토그램 교차법(Histogram Intersection)을 이용하여 질의 이미지의 히스토그램과 후보이미지의 히스토그램 교집합을 찾는다.

$$d(H(im_m), H(im_n)) = \sum_{i=1}^N |H(im_m, i) - H(im_n, i)| \quad \text{..... (6)}$$

$$d(H(im_m), H(im_n)) = \sum_{i=1}^N \min(H(im_m, i) - H(im_n, i)) \quad \text{..... (7)}$$

3) 히스토그램 교차법을 이용하여 찾아진 이미지들을 최종적으로 유사한 영상의 우선순위의 순서대로 검출한다.

IV. 실험 결과

본 논문에서는 제안된 방법을 이용하여 영상 객체를 검색하고, 영상을 고의적으로 변형하였을 경우 잘 검출되는지 실험하였다.

실험을 위하여 구성된 컴퓨터는 Intel Pentium IV 3.0Ghz CPU 와, 1GByte 의 메모리를 탑재한 Desktop PC를 사용하였고, OS는 Microsoft의 Windows XP professional을 사용하였으며, Visual C++ 6.0 사용하여 영상 검색 시스템을 제작하였다. 그리고 Microsoft의 Access를 이용하여 DB를 제작하였다. 또한 특징추출 편의를 위해 128 * 128 의 동일한 크기의 정규화 된 약 100여 개의 BMP 형태(format)의 영상으로 수정하여 특징추출을 통한 검색과 분류를 시행하였다. 제안된 알고리즘에 의한 검색 결과는 <그림 6> 에서 보여 주고 있는데 질의로 사용한 영상에 대한 결과이다.

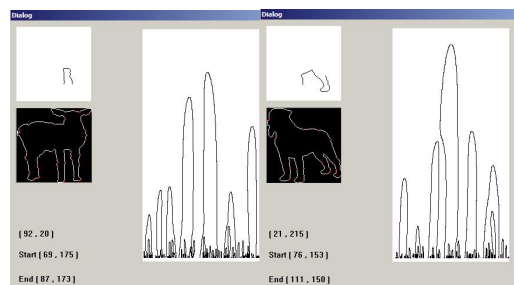
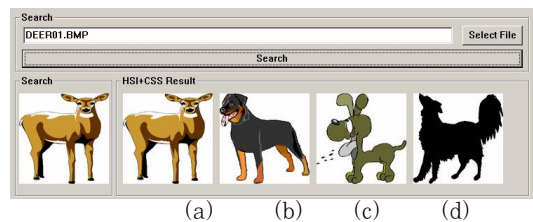


그림 6. 영상 검색 결과의 이미지
Fig. 6: Image Retrieval Result Image

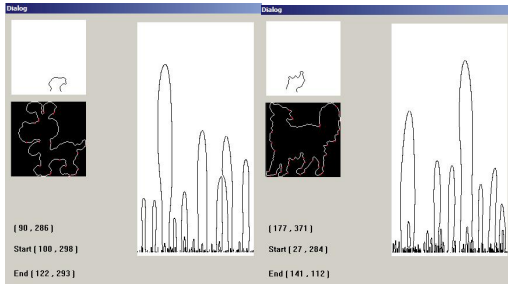
4.1 유사성 검색

<그림 7>의 (a), (b), (c), (d)는 각각의 영상에 추출된 특징점의 개수와 특징점그래프의 유사관계를 비교할 수 있도록 보여준다. 또한 <그림 8>에서는 단일의 형태 특징만을 사용하여 영상을 검색한 결과이고 <그림 9>는 논문에서 제안한 혼합 방법을 사용한 영상의 검색결과이다. <그림 9>는 <그림 8>의 결과보다 더 향상된 검색 결과를 보여주는 것을 확인 할 수 있다.

결과 영상의 검색 순위는 논문에서 제안된 CSS 방법을 이용한 형태특징과 HSI의 H값의 히스토그램 교차법을 이용한 색상특징을 혼합하여 유사도가 가장 높은 순서대로 나열한 것을 실험결과에서 보여준다. 결과의 영상으로 비슷한 영상의 이미지를 찾아낸 것을 확인 할 수 있다.



(a) 첫 번째 결과 영상 (a) First Image
(b) 두 번째 결과 영상 (b) Second Image



(c) 세 번째 결과 영상 (d) 네 번째 결과 영상
(c) Third Image (d) Fourth Image

그림 7. 형태특징을 사용한 이미지의 검색 결과
Fig.7: Feature-point and graph of feature point

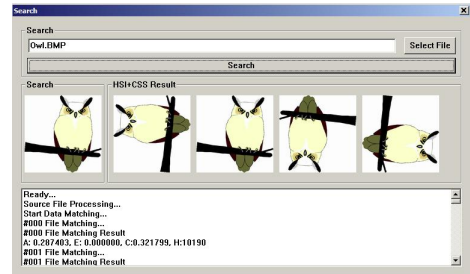


그림 10. 견고성 측정을 위한 회전변화검색 결과영상
Fig. 10: Result of alteration retrieval for robust test

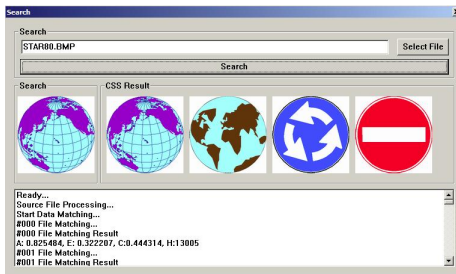


그림 8. 형태특징만을 사용한 이미지의 검색 결과
Fig. 8: Shape Feature Result Image

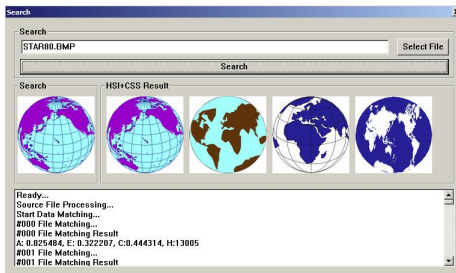


그림 9. 혼합방법을 사용한 이미지의 검색 결과
Fig. 9: Proposal Method Result Image

4.2 견고성의 측정

본 시스템이 회전의 변화에 불변하는 견고성을 가지는지를 보이기 위해, DB 내의 각 영상에 대해 임의로 회전된 영상을 질의로 하여 이들이 검색되는 지를 확인하였다. 아래의 <그림 10>은 데이터베이스 내의 한 영상에 대한 회전 변화된 영상을 질의로 주었을 때 원 영상이 검색되는지를 나타내고 있다. <그림 10>에서도 보는 바와 같이 회전 환경에서도 강건하다는 것을 확인할 수 있다.

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 단일 특징의 형태특징과 색상특징을 혼합하여 복합적인 특징으로 확장한 방법을 제안하였다. 실험 결과, 이미지의 색상이나 형태만을 사용한 결과보다 두 정보를 함께 사용하는 것이 검색의 정확도와 재현율면에서 효과적이라는 사실을 입증하였다. 또한 실험에서 회전 변화에도 강건하다는 것을 확인할 수 있었다. 향후의 연구해야 할 과제로는 이미지의 형태정보 추출에 관한 연구를 계속하여, 검색의 정확성을 더욱 높이고, 유사도 계산 방법과 데이터베이스의 저장방법을 개선하여 더욱 빠른 검색 속도와 정확도를 향상시키는 것이 필요하다. 또한 색상, 형태 특징 말고도 질감 특징 등 여러 가지 특징을 더 적용하면 좀 더 효과적으로 검색할 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] V. N. Gudivada and V. V. Raghavan, "Content-based image retrieval systems," IEEE Computer, pp.18-22, Sept. 1995.
- [2] S. Abbasi, Curvature scale space in shape similarity retrieval, Ph.D. thesis, Centre for Vision, Speech and Signal Processing, University of Surrey, Guildford, GU2 5XH, England, 1998
- [3] M. Stricker and A. Dimai, "Color Indexing with Weak Spatial Constraints," Storage and Retrieval for Image and Video Databases IV, SPIE Proceedings vol. 2670, 1996.
- [4] G. Pass and R. Zabih, "Histogram refinement for content-based image retrieval," IEEE Workshop

on Applications of Computer Vision, pp. 96 - 102, 1996.

[5] M. K. Mandal, T. Aboulnasr, and S. Panchanathan, "Image Indexing Using Moments and Wavelets," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 42, no. 3, pp. 557 - 565, Aug 1996.

[6] Jing Huang, S. Ravi Kumar, Mandar Mitra, Wei-Jing Zhu, Ramin Zabih, "Image Indexing Using Color Correlogram," International Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, IEEE, 1997.

[7] 유 광석, 김 희율, "칼라 특징량의 확률분포에 의한 내용 기반 캐릭터 이미지 검색", 제11회 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, 56-60, 1999.

[8] 김 성만, 김 재원, 최 효성, 이 양원, "색상정보와 모양 정보를 이용한 상표 검색 시스템의 설계 및 구현", 한국 멀티미디어학회 추계학술발표 논문집 784-788, 1999.

[9] Machine Vision by Ramesh Jain, Rangachar Kasturi, and Brian G. Schunck (Hardcover - Mar 1, 1995) pp. 157-161

[10] Randy Crane, A Simplified approach to image processing, Prentice Hall PTR, pp. 17-22, 1997.

저 자 소 개



하 정 요

2004년 8월 : 가톨릭대학교 컴퓨터 공학과 (공학사)

2006년 8월 : 숭실대학교 미디어학과 졸업(공학석사)

2006년 9월~현재: 숭실대학교 미디어학 박사과정

관심분야 : 컴퓨터 비전, 영상정보검색 등



최 미 영

2001년 : 천안대학교 컴퓨터학과 졸업(공학사)

2003년 : 천안대학교 정보기술훈원 졸업(공학석사)

2004년~현재 : 숭실대학교 미디어학 박사과정

관심분야 : 컴퓨터 비전, 영상처리 등



최 형 일

1979년 2월: 연세대학교 전자공학과 졸업(공학사)

1982년 2월: 미시간대학교 전산공학과 졸업 (공학석사)

1987년 2월: 미시간대학교 전산공학과 졸업 (공학박사)

1987년 3월~현재 : 숭실대학교 미디어학과(교수)

관심분야 : 컴퓨터비전, 퍼지 및 신경망이론, 비디오검색, 패턴인식, 인터페이스이전트, 지식기반시스템 등