

# 웹 상에서 객체의 모양과 색상을 기반으로 하는 내용-기반 이미지 검색 시스템

○  
전 상 현, 서 민 형, 박 장 춘  
건국 대학교 컴퓨터 공학과

## Content-Based Image Retrieval System Using the Shape and Color of Object on the WWW

Sanghyun Jeon, Meenhyung Seo, Changchoon Park  
Dept. of Computer Engineering, KonKuk University

### 요 약

최근 인터넷 검색엔진에서 이미지 검색이 중요한 요소로 대두되고 있으며, 특히 영상 자체의 내용을 간단으로 하는 내용-기반 이미지 검색 시스템이 인기를 모으고 있다. 본 논문에서는 이러한 내용-기반 이미지 검색 시스템에서 중요한 문제인 객체 특징 추출방법에 대해서 논의하며, 특정 이미지 객체에 적용될 수 있는 4가지 종류(모양, 칼라, 크기, 면적)의 특징 값을 제안한다. 또한, 제시한 특징 값을 사용하여 웹 상에서 구현한 검색 시스템의 설계를 함께 선 보인다.

### 1. 서 론

오늘날 사회 모든 분야에서는 활발하게 전산화가 추진되고 있으며, 전산처리 되는 데이터의 종류는 문자, 숫자 정보뿐만 아니라 영상 정보의 사용도 급격히 증가되는 추세이다. 대용량의 영상 정보가 데이터의 중요 부분으로 자리잡는 시점에서 방대한 양의 이미지 데이터베이스로부터 사용자가 원하는 화상을 정확하게 제시하는 검색 시스템은 주요 연구과제가 되고 있다. 그리고 이러한 이미지 검색 시스템의 연구는 크게 두 가지 방향으로 나눌 수 있다. 첫째로 검색의 대상이 되는 이미지 데이터들에 대하여 수 작업(Human Assistance)에 의해서 의미 정보를 기술하는 것으로서, 질의에서 사용자가 이것을 제시하여 원하는 이미지를 검색하는 방식이다. 이 방법은 제한된 범위 내에서 의미 정보에 의한 효율적인 검색이 가능하다는 장점을 가지고 있으나, 대용량의 데이터에 대해서는 수 작업에 의하여 기술해야 한다는 점, 시각적인 이미지 속성들을 몇몇 키워드만으로 표현하기가 상당히 어렵다는 점, 그리고 이미지 자체의 정보보다는 텍스트 정보에 국한되어진다는 문제점이 있다. 두 번째는 첫 번째 방법의 단점을 극복하기 위하여 이미지의 내용으로 표현되는 특징 데이터를 자동으로 추출하여 검색하는 방법[1,2,3]이 있다. 이 방식은 사람이 수 작업으로 주석들을 기술할 필요가 없다는 장점이 있으나, 데이터로부터 이미지의 정확한 내용을 추출하기가 어렵고, 도메인에 제한이 있다는 단점을 가지고 있다.

기존의 검색 시스템에는 첫째로 IBM Almaden 연구소에서 개발하여 여러 면에서 뛰어난 시스템으로 평가받는 QBIC[1]이 있는데 이는 이미지의 색상이나 질감, 모양을 기반으로 다양한 시각적 질의를 제공하지만, 특징 데이터를 완전 자동으로 추출하지는 못하고 부분적으로

로 사람의 수 작업을 이용해야 한다는 단점이 있다. 둘째로 UC Berkely에서 개발한 Chabot[4]이 있다. Chabot 시스템은 히스토그램(Histogram)을 구한 다음 색상에 대해 적절한 주석을 기술하여 검색을 수행하는데 이는 칼라에 의한 검색만 가능하다는 단점이 있다. 셋째로 Hirata와 Kato가 만든 QVE[5] 시스템은 이미지로부터 추출한 외곽선 데이터를 특징 데이터로 사용하여 검색하지만 이동(Translation)이나 스케일링(Scaling), 회전(Rotating)과 같은 기하학적인 변환에 적용하지 못하는 단점이 있다. 반면, 본 논문에서는 이미지의 기하학적 변환(Translation, Scaling, Rotating)에 무관하면서 색상 값을 반영하며 벡터의 내적 성분을 이용해서 모양 특징값을 추출하고 또한 완전 자동(Fully automatic)으로 전체 특징값을 추출하여 사용자 질의에 대해 정확한 질의 결과를 제시하는 내용-기반 이미지 검색 시스템을 제안한다. 본 시스템의 특징으로는 1. 2종류(1. Color, 2. Shape(Size Ratio, Area Ratio, Vector Value)의 특징값이 자동으로 추출, 2. 검색 질의 시에 입력 항목(Input Tag)을 이용하여 사용자의 경험을 반영, 3. 사용자측에서 원하는 그림을 전송, 검색할 수 있는 방식의 QBE(Query By Example) 질의를 지원한다는 것이다.

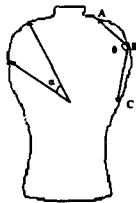
본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 본 연구에서 제안하는 4가지 객체 특징값을 보이며, 3장에서는 실제 시스템의 설계 및 구현 환경을 설명하고, 4장에서는 실험 및 결과분석을 그리고 마지막 5장에서는 결론 및 향후과제를 보여준다.

### 2. 이미지 특징 추출

#### 2.1 모양 벡터

본 연구에서 제안하는 모양 특징 추출은 벡터방정식의 공식을 바탕으로 한다. 이는 일반적인 객체의 모양은 픽셀들에 의해 형성되는 외곽선과 각각의 픽셀들에 의해 형성되는 선분의 기울기에 좌우된다는 사실에 근거한 것으로서, 특히 본 논문에서 제안한 모양 특징값에서는 벡터의 내적 성분을 이용하여 단순한 기울기뿐만 아니라 선분의 기울기도 객체의 특징에 포함하였다. 본 특징추출 알고리즘을 기술하면, (step 1.) 이미지 상에서 객체의 중심점(Center Point)을 구하고, (step 2.) 임의 각도  $\alpha$  간격의 샘플링을 통해 객체의 외곽선 좌표( $x_i, y_i$ )를 구하여 배열 Buffer[i]에 삽입하며(단,  $i$ 는 1..360), (step 3.) Buffer[i]의 좌표 값을 원점으로 하여 Buffer[i+1]와 Buffer[i-1]까지의 벡터들의 내적을 구한다. 본 알고리즘은 객체의 중심점을 기준으로 일정각도를 취하기 때문에 객체의 크기와 위치에 영향을 받지 않는 특징값을 얻을 수 있으며, 벡터의 내적 성분에 의해 객체의 방향성과 전체적인 윤곽 그리고 크기와 기울기를 대표하는 특징값을 얻을 수 있다. (식 1)과 (그림 1)은 벡터의 내적 공식과 적용되는 객체 예를 보이고 있다.

$$\vec{BA} \cdot \vec{BC} = |\vec{BA}| \times |\vec{BC}| \cos\theta \quad (1)$$



(그림 1) 모양-기반 특징 추출

(그림 1)에서 선분 BA의 길이를 c, 선분 BC의 길이를 a, 그리고 선분 AC의 길이를 b라 할 때  $\cos\theta$ 를 구하는 공식을 나타낸다. (식 2)

$$\cos\theta = \frac{a^2 + c^2 - b^2}{2ac} \quad (2)$$

### 2.2 칼라, 크기비율, 면적비율

칼라 특징 추출은 모든 칼라 정보(Red, Green, Blue, Intensity)를 추출하기 위하여 칼라 히스토그램을 사용하였다. X는 칼라 값,  $X_i$ 는 빈도수라고 할 때, 표준편차(식 3)를 구하여 이를, 검색 시스템의 레코드에 삽입하였다. 칼라 히스토그램의 경우 빠르게 이미지 특징을 자동으로 추출할 수 있으나 이것은 저수준의 특징으로써 내용에 대한 정보가 부족하다. 이로 인하여 빨간 사과와 녹색 사과는 매칭되지 않고 빨간 사과와 빨간 자동차가 매칭되는 단점이 있다.

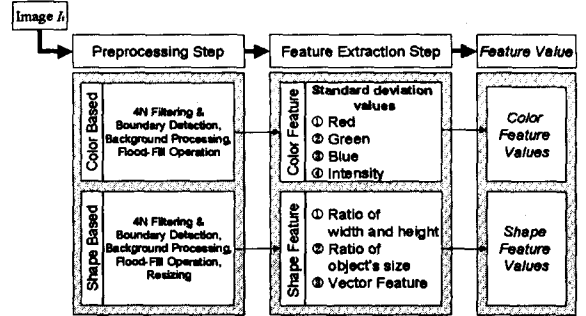
$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^N (X_i - \bar{X})^2} \quad (3)$$

다음으로 이미지 객체의 높이(Height)와 폭(Width)을 이용하여 객체의 크기비율을 구한다. 그리고 이미지 객체의 윤곽선을 이용하여 객체의 면적비율을 구한다. 이러한 면적비율을 구하는 방법은 플러드 필 알고리즘(Flood Fill Algorithm)을 이용하여 객체의 정확한 면적과 높이(Height)와 폭(Width)을 통해 구할 수 있다.

### 3. 시스템 설계 및 구현

#### 3.1 객체 특징 추출 서버 시스템

입력 이미지로부터 객체 영역 추출, 세선화, 윤곽선 추출, 잡음 제거, 리사이징(Resizing) 등의 선행 처리 단계는 본 연구실에서 개발한 4N필터[6]를 통해 완벽한 형태의 잡음이 제거된 윤곽선을 구한다. 그리고 이러한 선행 처리를 통하여 객체의 칼라와 크기비율을 추출하고, 이후 객체의 면적비율과 벡터 특징값에 대한 정보를 얻게 되는 것이다. 다음 그림은 객체의 특징값을 추출하는 과정을 보이고 있다. (그림 2)



(그림 2) 객체 특징 추출 서버 시스템

#### 3.2 레코드 구조와 유사도 매칭

이미지 데이터로부터 칼라 특징 값 4개와 객체의 크기비율과 면적비율 그리고 벡터 특징값의 데이터베이스 구조를 다음에서(그림 3) 제시하였다.

Color Feature (Red)	Color Feature (Green)	Color Feature (Blue)	Color Feature (Intensity)	Size Ratio Feature	Area Ratio Feature	Vector Feature [1..360]	Image URL
---------------------	-----------------------	----------------------	---------------------------	--------------------	--------------------	-------------------------	-----------

(그림 3) 레코드 구조

먼저 300여 개의 각각의 이미지에 대해서 칼라와 모양 특징값을 구한 뒤 이 값을 레코드에 삽입하여 DB에 저장시킨다. 다음으로 사용자 질의 이미지로부터 나온 특징값을 가진 질의 레코드와 DB내의 각각의 이미지에 대한 특징값을 가진 참조 레코드와의 유사도 매칭을 수행하여 각 필드의 차이 값을 계산한다.(그림 4)

질의 이미지와 DB내의 이미지 각각의 필드 값을 비교한다.(식 4) 여기서  $i$ 는 필드 각각의 고유 번호이다. 유사도 매칭을 좀더 효율적으로 하고, 사용자 인터페이스를 위한 방법으로 정확도를 추출하여 출력 이미지의 순서를 정하였다.

$Difference[Feature] = |Query\_Field[i] - DB\_Field[i]| \quad (4)$   
 정확도를 위하여 Difference[Feature]의 최대값을 Max라고 하면 그림 4에서 나타난 백분율을 이용하여 다음과 같은 식을 유추해 낼 수 있다.(식 5)

Color Feature(1%) (Red,Green,Blue,Intensity)	Shape Feature(J%)			Image URL
	Size Ratio(a%)	Area Ratio(b%)	Vector Value(c%)	

(그림 4) 유사도 매칭을 위한 필드 구조 및 정확도

$$Color \text{ 정확도}(I\%) = Max / I \quad (5)$$

위의 식에서 Color특징에 대한 1%의 차를 구하여 이를 백분율에 적용하였다. Shape 정확도(J%)에 대해서도 각각에 대해 위와 같은 식

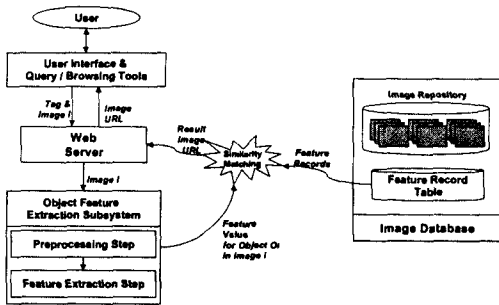
으로 구한 뒤 J/100을 곱하여 상대 백분율을 구할 수 있다. 끝으로 위에서 구한 두 정확도를 합하면 전체 백분율을 구할 수 있다.

방대한 양의 데이터베이스를 가진 시스템에서 검색 시간의 신뢰성을 높이고 좀더 효율적으로 정확한 이미지 데이터를 얻을 수 있었다.

본 시스템은 데이터베이스에 대한 도메인을 도자기로 제한하였으므로, 칼라 필드 부분의 비중을 높였으나, 다른 도메인을 가진 데이터베이스, 또는 사용자 입력 사항에 따라 입력 시에 입력 항목(Input Tag)을 부여하여, 우선 순위가 높은 필드 부분에 많은 비중을 두어 검색할 수 있도록 하여 사용자의 경험을 반영하였다.

### 3.3 시스템 구현

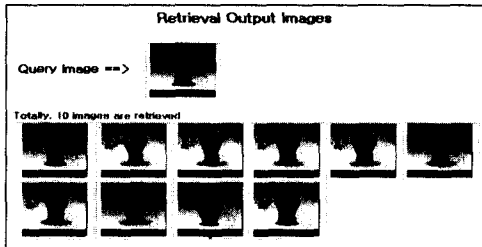
본 논문은 클라이언트/서버 모델을 기본으로 하였다. 시스템 환경은 윈도우NT에서 자바(JDK)와 서블릿(JSDK)을 사용하였다. 데이터 검색에 사용된 이미지 데이터는 약 300여 개의 도자기 데이터를 사용하였다. 클라이언트는 사용자 질의로부터 입력이미지를 받아 서버 측으로 전송한다. 질의 이미지를 서버 측에서 입력받아 이미지의 특징을 추출, DB내의 이미지 특징값과 비교 검색한다.(그림 5)



(그림 5) 시스템 전체 구조도

### 4. 실험 및 결과분석

총 300개의 이미지를 가지고 임의의 질의 화상 20개를 무작위로 추출해서 테스트하였다. 다음에 보이는 그림은 유사성이 높은 상위 10개를 디스플레이 하도록 한 것이다.(그림 6)



(그림 6) 검색 결과 화면

현재 국내적으로 내용-기반 이미지 검색 시스템에서 성능 평가 기준이 확립되지 않았다. 기존의 국내의 시스템들은 상용화된 시스템이 아니고, 실험적인 연구가 대부분이며, 타 연구와의 비교는 화상 DB의 크기나 화상 검색시에 사용하는 특징성분 및 실험과 구현환경이 다르기 때문에 정확한 비교는 불가능하다. 따라서 서론에서 언급

한 다른 내용-기반 이미지 검색 시스템과 본 시스템의 특징 종류만을 비교하였다.(표 1) 그리고 내용-기반 검색 시스템에서는 일반적으로 Precision과 Recall을 사용하여 평가한다. 주어진 질의에 대해서 T를 검색된 총 화상수라 하고, Tr을 관련된 DB의 총화상수, Rr을 검색된 화상중 유사한 총 화상수라 하고 Precision은 Rr/Tr, Recall은 Rr/T로써 정의한다. 그 결과 본 연구의 실험 결과에 대한 Precision과 Recall이 각각 0.85와 0.89로서 우수한 결과를 보인다.(표 2)

<표 1> 시스템에 따른 특징 종류

시스템의 종류	특징 종류
QBIC	모양, 색상, 질감
QVE	모양
Chabot	색상
본 시스템	모양, 색상

<표 2> 실험 결과

	제안 시스템
검색 성분	칼라, 크기비, 면적비, 벡터내적
DB Size	300
평균 Precision	0.85
평균 Recall	0.89

### 5. 결론 및 향후과제

이미지와 같은 멀티미디어 정보를 효율적으로 검색하기 위한 연구는 최근 가장 활발한 연구 분야 중의 하나이다. 본 논문에서는 이러한 추세에 따라 웹 상에서 도메인 제한적인 이미지 검색 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 제안한 방법을 이용하면, 기존의 이미지 칼라, 크기비율, 면적과 객체의 형태를 대표할 수 있는 벡터의 내적값을 구하고, 이를 통하여 이미지 내용에 대한 특징 값을 얻을 수 있다. 또한 이 특징 값이 거의 정확한 이미지의 내용을 표현하고 있다는 것을 보였다. 현재는 300여 개 정도의 이미지에 대해서 설계하고 평가하였지만, 앞으로는 좀더 다양하고 많은 데이터를 가지고 실험하여 결과를 분석할 것이다.

향후 연구 과제로는 현재 사용중인 인터넷 검색 엔진에 이미지 내용을 기반으로 한 검색 엔진을 개발하고, 그것을 바탕으로 차세대 인터넷 검색 엔진을 설계 구현하는 것이다.

### 참고 문헌

- [1] IBM Almaden Research Center, "Query by Image and Video Content: The QBIC System", IEEE Multimedia, pages 23--32, September 1995.
- [2] A.Pentland, R. W. Picard, S. Sclaroff. Photobook: Content-Based Manipulation of Image Database. International Journal of Computer Vision, fall 1995.
- [3] W. Y. Ma and B. s. Manjunath, "Netra: A toolbox for navigating large image database", submitted to IEEE International Conference on Image Processing, 1997 and ACM Multimedia Systems journal.
- [4] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker. Retrieval from a Relational DB of images. Available online at "http://http.cs.berkeley.edu/~ginger/chabot.html", IEEE computer 1995.
- [5] K. Hirata and T. Kato. Query by visual example-content based image retrieval. Advances in Database Technology (EDBT '92), pages 56--71, 1992.
- [6] 이용환, 서민형, 최영관, 박장춘 "효과적인 객체 인식을 위한 잡음 처리 알고리즘", 한국 정보처리 학회지, 제5권, 제2호, pages 1320--1323, 1998.