

예제 이미지와 사용자 스케치 질의에 의한 웹 기반 이미지 검색 시스템[†]

(Web based Image Retrieval system using
User Sketch and Example Image Queries)

황 병 곤*

(Byung-Kon Hwang)

요 약 최근에 웹의 폭발적 사용의 증가에 따라, WWW에서 많은 정보를 좀 더 손쉽게 획득할 수 있다. 본 논문에서 WWW에서 웹 에이전트를 사용하여 이미지를 검색하는 일반적인 내용기반 이미지 검색 시스템을 제안한다. 웹 에이전트는 웹상에서 HTML문서에 나타나는 텍스트 중 이미지 이름이나 링크에 붙어 있는 이미지를 의미하는 텍스트를 추출한다. 제안된 시스템은 웹 브라우저에서 사용자의 스케치와 예제 이미지 질의를 이용하여 데이터베이스에 있는 이미지를 검색하는 방법을 제시하여 실험결과를 통해서 질의 효율성을 나타내었다.

핵심주제어 : 영상정보 검색, 멀티미디어, 에이전트

Abstract Due to the recent explosive progress of Web, We can easily access a large number of images from WWW. In this paper, we describe our approach of developing a general purpose content based image retrieval system over the WWW using a Web agent. The Web agent extracts text information of images from the links and file contents in HTML. The proposed system retrieves the images from database using the query by sketch and the query by example on Web browser. Experimental results demonstrate the effectiveness of the new approach.

Key Words : Image Retrieval, Multimedia, Agent

1. 서 론

컴퓨터와 통신망 기술의 발전으로 인하여 전자신문, 홈 쇼핑 등과 같은 새로운 미디어 정보 서비스가 인터넷을 통하여 확산되고 있다. 이에 따라 이미지, 사운드 그리고 비디오 등과 같은 대용량의 멀티미디어 데이터가 웹상에 대량으로 발생되고 있다. 특히 이러한 멀티미디어 데이터 중 이미지

데이터의 급속한 증가로 인해 이들을 좀 더 효율적으로 관리하고 활용할 수 있는 기술이 요구되어진다[1]. 이미지 데이터를 활용하기 위한 초기 검색 방법은 기존의 데이터베이스 검색과 동일한 방식인 키워드 방식으로 검색이 이루어 졌다. 이 방식은 점차 이미지 데이터베이스의 크기가 증가함에 따라 원하는 이미지를 검색하기 위해서는 중복 키워드를 사용해야 되므로 사용자가 그 키워드를 기억할 수 없게 되어 검색에서 한계를 나타내었다.

이러한 키워드 방식의 한계를 극복하기 위해서, 이미지 자체의 시각적 내용을 분석하여 검색하는

[†] 이 논문은 대구대학교 2003년 학술연구지원 사업의 연구비 지원에 의해 연구되었음.

* 대구대학교 컴퓨터 IT 공학부

내용기반 검색 방법이 최근에 이용하게 되었다[2].

이러한 추세에 부응하여 본 논문에서 제안된 시스템은 웹 에이전트에 의해 웹 문서상의 이미지 URL을 추출한 후, 이미지 수집기에 의해 이미지 파일을 데이터베이스에 저장한다. 이 저장된 이미지는 이미지 파일명에 기술된 확장자와 이미지 주석 텍스트를 질의어로 사용하여 일차적으로 영상을 검색한다. 한편 텍스트 기반에 의해 검색된 이미지의 내용기반 특징들을 추출한 후 웹브라우저에서 예제 이미지와 사용자가 스케치한 이미지를 질의하여 유사한 이미지를 검색한다. 본 논문의 구성으로는 2장에서는 관련연구로서 웹 이미지의 기존의 색인방법에 대하여 설명하고, 3장에서는 시스템구조에 대하여 설명한다. 또한 4장에서는 내용기반 이미지 검색시스템에 관해 설명하고 5장에서 실험 결과에 대하여 설명하고, 마지막으로 6장에서 본 논문의 결론과 개선점, 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 관련 연구

웹상의 이미지를 검색하는 시스템이 최근 다양하게 연구 되어 왔으며 1990년대 초에 IBM의 QBIC 시스템이 이미지 데이터베이스에 있는 유사한 이미지를 시각적으로 검색하는 시도였다[2]. Yahoo의 Image Sufer는 키워드로 분류 트리(Category tree)를 생성하고 이를 이용하여 웹에서 이미지를 검색한다. 이 시스템에서 주제 인덱스는 웹의 하이퍼텍스트 구조를 탐색하지 않고 주제에 따라 인덱스를 분류하였다[3,4]. Lycos의 미디어 검색 툴은 이미지 URL과 이미지가 포함된 웹 문서에서 키워드를 자동으로 추출하였으나 CERN의 libwww 라이브러리를 사용하였다[5]. WebSeek 시스템은 웹 이미지 내용을 분석하여 이미지 헤더, 파일 종류, 크기, 날짜 등과 같은 이미지에 연결된 텍스트 정보를 검색 키워드로 사용한다. 또한 이 시스템은 사람의 얼굴이나 수평선 등의 객체를 이미지에서 자동으로 인식하고, 색상과 질감 등의 정보를 사용하여 하나의 이미지를 여러 조각으로 분할한다[6]. ImageRover는 이미지 수집, 해석을 담당하는 이미지 수집 시스템과, 질의 서버와 사용자 인터페이스로 이루어진 이미지 질의 서버시스템으로 이루어진다[7]. WISE는 이미지 설명 텍스트와

이미지 색상 히스토그램을 이용하여 이미지 검색을 지원하는 시스템이다[6]. 그리고 WISE는 웹상의 이미지를 검색하기 위한 시스템을 연구하였으나 이미지의 색상 히스토그램 비교로 구현되었다[8,9].

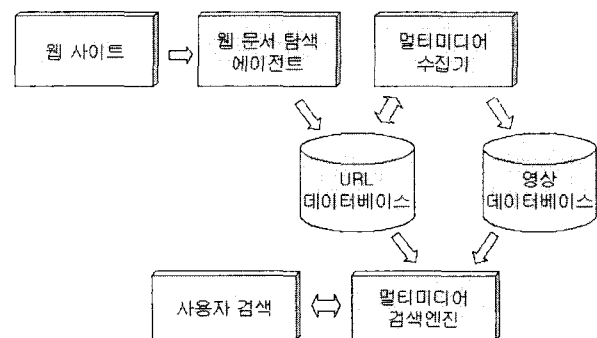
3. 시스템 구조

웹 이미지 검색엔진은 크게 웹 문서 탐색 에이전트와 멀티미디어 자료수집, URL과 이미지를 저장하는 데이터베이스, 멀티미디어 검색엔진으로 구성된다. 웹 문서 검색엔진의 기본 구조는 그림 1과 같다.

3.1 웹 문서 탐색 에이전트

문서 탐색 에이전트는 주어진 웹 사이트를 방문하여 이미지 자료를 수집하는 역할을 한다. 수집하는 방법은 너비 우선 탐색을 먼저 수행하고 사용자의 미리 정해 놓은 깊이에 따라 깊이 우선 탐색을 한다. 깊이 우선 탐색은 사용자가 정하지 않으면 계속 연결되는 링크를 찾다보면 시스템이 과부하 또는 무한 루프에 빠질 수 있기 때문이다.

- (1) 초기 사용자가 지정한 웹 사이트를 탐색한다.
- (2) 웹 사이트를 방문하여 연결된 모든 웹 문서를 다운로드 한다.
- (3) 다운로드한 웹 문서는 이미 방문 했거나 중복된 것을 제거하고 URL저장소에 저장한다.
- (4) 사용자가 선택한 웹 문서를 저장 다음 연결된 문서를 분석한다.
- (5) 연결된 문서에서 사용자가 지정한 카운트를 벗어나지 않는 범위에서 (2)에서 (4)까지 반복하여 깊이 우선 탐색을 한다.



<그림 1> 웹 이미지 검색엔진의 기본 구조

3.2 멀티미디어 자료 수집

- (1) 다운로드한 웹문서를 분석하여 연결된 웹 문서의 멀티미디어 자료를 찾아낸다.
- (2) 웹 문서의 종류는 MIME헤더를 조사하여 한다. content-type:text/html이면 HTML, image/jpeg 또는 image/gif이면 이미지, video/mpeg이면 동영상이다.
- (3) 다운로드 한 후 파일명의 확장자에 맞게 구분하여 데이터베이스에 저장한다.

3.3 멀티미디어 파일명 색인

- (1) 이미지 파일 옆에 있는 텍스트를 분석한다.
- (2) 하나의 웹 페이지에 여러 이미지가 들어 있는 프레임과 그 이미지의 링크를 가지고 있는 프레임으로 구성되어 있는 경우는 깊이 우선 탐색하기 위해 URL사이트를 URL 데이터베이스에 저장한다.
- (3) 일반적으로 이미지 링크에 덧붙인 텍스트 에 나타나는 alt="..."에서 단어를 추출한다.

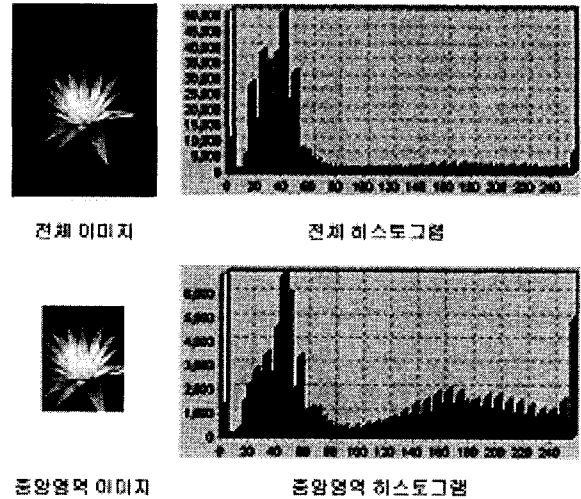
4. 내용기반 이미지 검색시스템

웹 에이전트는 웹에서 이미지 데이터를 수집하여 서버에 수집한 이미지를 저장한다. 이 저장된 이미지를 질의 이미지에 의해 유사한 이미지를 검색하기 위해서 이미지의 특징들을 이용한 내용기반 이미지 검색이 요구된다.

4.1 예제 이미지에 의한 질의

내용기반 이미지 검색에서 예제 이미지에 의한 질의 방식이 보편적으로 널리 사용된다. 일반적으로 검색 대상의 이미지는 대부분 사진 이미지로 검색 객체가 이미지의 중앙에 위치하고 있다. 이러한 경우 전체 이미지의 히스토그램만으로 유사 이미지를 검색하는 경우 질의 이미지의 배경 부분의 색상과 데이터베이스내의 유사 이미지의 배경 부분의 색상의 차가 클 경우, 찾고자 하는 이미지를 검색할 수 없다. 이러한 이유로 본 논문에서는 그림 2에서와 같이, 이미지의 중앙에 적절한 크기의

중앙 객체 영역을 설정하여 따로 색상 특징을 추출한다.



<그림 2> 영역별 히스토그램

이미지 자체를 두 개의 영역으로 분할함으로써 색상 히스토그램 인터섹션의 단점인 지역적 특징을 보완하기 위해서이다. 각각의 픽셀을 읽어 들여 색상 히스토그램을 만드는 과정에서, 중앙 영역은 미리 정의된 일정 크기의 영역 부분만을 가지고 색상 히스토그램을 만들며, 배경 영역은 전체 이미지에서 중앙 영역을 제외한 영역의 색상 히스토그램을 얻는다.

여기에서 중앙 영역과 배경 영역의 구분은 입력 이미지의 크기를 $N \times M$ 으로 가정할 경우, 중앙 영역은 각 N, M 의 1/4에서 3/4의 지점까지를 길이로 정한다.

이미지 검색을 위해서 데이터베이스에 저장된 이미지와 질의 이미지의 색상 히스토그램을 비교하여 정합시키는 히스토그램 교차를 이용한다.

식 (1)은 히스토그램 교차를 나타낸다.

$$\sum_{j=1}^n \min(i_j, Q_j) \quad (1)$$

여기서 j 는 데이터베이스 이미지(i)와 질의 이미지(Q)에서 색상범위이다.

식 (2)는 0과 1사이의 정합 값을 갖기 위해서 정규화한 것이다.

$$H(I,Q) = \frac{\sum_{j=1}^n \min(I_j, Q_j)}{\sum_{j=1}^n Q_j} \quad (2)$$

4.2 사용자 스케치에 의한 질의

사용자의 의도를 반영하기 위해서 사용자의 직접 스케치에 의한 질의 방법이 적당하다. 본 논문에서 질의 인터페이스는 사용자가 목표 이미지를 위한 질의 이미지를 작성할 때 물체의 윤곽선을 그리고 내부의 색을 지정하며 이러한 물체의 배열을 통해 상대적인 위치관계를 표시한다. 물론 사용자가 그리는 윤곽선은 검색하고자 하는 목표 이미지의 객체의 윤곽선과 정확하게 일치하지 않아도 된다. 물체의 무게중심 간에 상대적인 위치만으로도 유효한 정보가 될 수 있다.

물체의 윤곽선을 2차원적인 형태로 추출되어진다고 가정하고, 윤곽선을 구성하는 화소들의 좌표 (x_i, y_i) 를 이용하여 식 (3)에서 무게중심 (x_c, y_c) 을 찾을 수 있다.

$$(x_c, y_c) = \left(\frac{\sum_{i=0}^{n-1} x_i}{n}, \frac{\sum_{i=0}^{n-1} y_i}{n} \right) \quad (3)$$

영역의 간결도는 다음과 같이 둘레와 면적을 이용하여 구하고 둘레와 면적은 식 (4)를 이용하여 구한다.

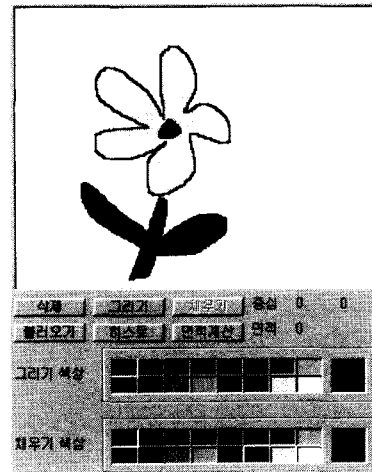
$$\begin{aligned} \text{compactness} &= (\text{perimeter})^2 / \text{area} \\ \text{Perimeter} &= \\ \frac{1}{2} \sum_{i=0}^{n-1} \left| \begin{array}{l} x_i \ y_i \\ x_{i+1} \ y_{i+1} \end{array} \right| & \left| \sum_{i=0}^{n-1} \sqrt{(x_i - x_{i+1})^2 + (y_i - y_{i+1})^2} \right. \\ \text{Area} &= \end{aligned} \quad (4)$$

여기에서 $\|$ 는 행렬식이고, 간결도는 원 모양에서 최소가 된다.

한 객체의 무게중심 (x_m, y_m) 에서 다른 객체의 무게중심까지의 거리는 식 (5)를 이용하여 구한다.

$$D = \sqrt{(x_m - x_n)^2 + (y_m - y_n)^2} \quad (5)$$

검색 특징으로 각 물체의 색상, 물체의 윤곽선에 의한 모양정보로서의 복잡도 및 물체의 무게중심들이 된다. 이들 값의 유사도 계산에 의해 질의 스케치 이미지에 의한 데이터베이스 이미지에서 유사한 이미지들을 검색한다. 그림3은 질의자가 질의할 내용을 스케치한 예이며, 그림4는 질의된 그림을 각각의 객체로 추출된 그림이다. 추출된 객체는 2개며 각각 색상, 복잡도 및 무게 중심으로서 벡터값이 데이터베이스에 저장된다.



<그림 3> 사용자 질의 이미지



색상 : 3 무게중심 : 159 451



색상 : 15 무게중심 : 168 245

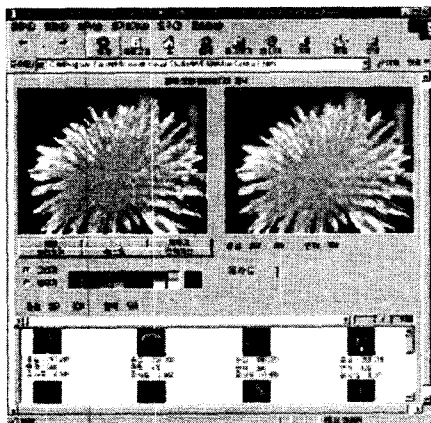
<그림 4> 추출된 객체

5. 실험결과

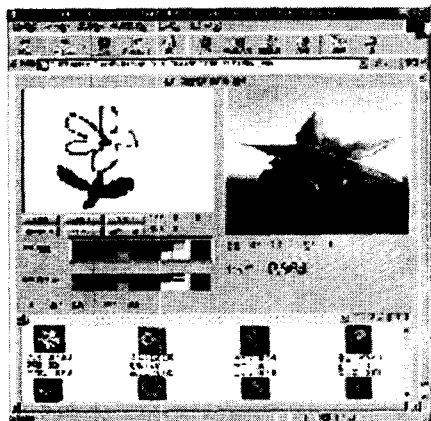
본 논문에서 제안된 시스템의 구현 환경은 한글 윈도우즈 98을 운영체제로 하는 펜티엄 600MHz

상에서 실험하였다. 실험 이미지는 다양한 색과 영역의 부분 또는 전체를 차지하여 영역별 변화가 많은 꽃 이미지를 사용하였다. 꽃 이미지의 경우 내부영역을 차지하는 경우 전체 영역으로 퍼진 경우 등 다양한 데이터를 볼 수 있다. 사용자는 왼쪽 상단의 질의 화면을 이용하여 검색하고자 하는 그림을 그려서 질의 하는 방법과 질의 예제로 준비된 이미지를 이용하여 질의 하는 방법 모두를 처리할 수 있다. 검색된 그림 중 가장 유사도가 높은 것은 오른쪽에 큰 그림을 한개 보여주고 아래쪽 화면에는 다음 유사도가 높은 것부터 낮은 것 순으로 4개씩 작은 그림으로 나타내었다. 아울러 화면 밑에 작은 그림을 클릭하면 오른쪽 위부분에 있는 큰 화면으로 그림이 나타나도록 했다.

한편 질의자가 선택한 그림을 다운 받을 때 카운트를 하여 가장 많은 카운트를 받은 이미지 자료를 화면에 먼저 나타나도록 하였다.



a. 질의 예제 영상에 의한 검색 시스템



b. 질의자 스케치에 의한 검색 시스템

<그림 5> 멀티미디어 검색 시스템

이러한 제안된 시스템 방법으로 영상을 분석하고 데이터베이스를 구축한 후 질의 영상을 입력하여 검색하는 경우의 성능 평가 방법은 아래와 같다.

$$Recall = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{관련된 모든 영상수}} \quad (6)$$

$$Precision = \frac{\text{정확하게 검색된 영상수}}{\text{검색된 모든 영상수}} \quad (7)$$

본 논문의 실험 결과 입력영상이 꽃 종류의 경우 평균 Recall/Precision이 0.91/0.89을 보임으로써 제안된 시스템이 유용함을 나타내었다고 본다.

6. 결론

현재 이미지 검색 시스템들은 대부분이 텍스트에 의한 검색만을 지원하고 있는 실정이다. 이는 사용자들이 그동안 텍스트를 이용한 검색 방법에 익숙해져 있기 때문으로 볼 수 있지만 아직 내용 기반에 의한 검색 기술이 실용적으로 쓰일 만큼 높은 성능을 보이고 있지 않기 때문이다. 본 논문은 웹상의 이미지를 웹 기반 에이전트에 의해 이미지를 수집한 후, 질의 예제에 의한 이미지 검색 및 사용자가 질의할 내용을 직접 스케치하여 이미지를 검색하는 기법을 제안하였다. 그러나 대량의 이미지 정보를 저장하게 되는 경우 많은 자료를 신속하게 검색하기 위한 인덱스 설정문제와 데이터베이스의 저장 공간 문제와 더불어 더 많은 이미지 특징 연구가 필요하다.

참고 문헌

- [1] C. Boehm, et al., "Efficient Similarity Search in Digital Libraries," Proc. of IEEE ADL, 2000.
- [2] M. Flickner, et al., "Query by Image and Video Content: The QBIC System," Computer, Sept. 1995, pp.23-32
- [3] 야후의 이미지 검색. <http://ipix.yahoo.com>
- [4] J.R. Sm. S.F. Chang, "An Image and Video Engine for the Word-Wide Web", Symposium on Electronic Image: Science and Technology

- Storage & Retrieval for Image and Video Database V. San Jose, CA, Feb. 1997.
- [5] Linda Bertland, "Searching the Internet: Subject Indexes and Search Engines," <http://www.voicenet.com/~bertland/search.html>.
- [6] Charles Frankel, Michael J. Swain, Vassilis, "Webseer: An Image Search Engine for the World-Wide Web", TR 96-14, U. Chicago, 1996.
- [7] Stan Sclaroff, Leniod Tayche, Macro La Cascia, "ImageRover: A Content-Base Image Browser for the World Wide Web", Proc. IEEE Workshop on Content-base Access of image and Video Labraries, 1997.
- [8] 박명선, 이석호, "지능형 웹 이미지 검색 엔진의 설계", 한국정보과학회 가을 학술 발표논문집, Vol.26, No.2, 1999.
- [9] 박명선, "WISE: Design and Implementation of WWW Image Search Engine.", 서울대학교 석사논문, 1997.



황 병 곤 (Byung-Kon Hwang)

1974년 2월 경북대학교 전자 공학과 졸업(공학사)

1980년 3월 경북대학교 전자 공학과 졸업(공학석사)

1990년 2월 경북대학교 전자 공학과 졸업(공학박사)

1975년 2월 ~ 1976년 2월 한국 기계 금속 연구소 연구원

1976년 3월 ~ 1978년 7월 해군 통신 장교

1980년 9월 ~ 1982년 2월 한사 실업 전문대학 전임강사

1999년 9월 ~ 현재 (사단법인) 멀티미디어 협회 멀티미디어 기술사

2001년 3월 ~ 2002년 2월 미국 캘리포니아 주립 대학교 교환교수

1982년 3월 ~ 현재: 대구대학교 정보 통신 대학 컴퓨터 IT 공학부 교수

(관심분야: 영상 처리 및 검색, 컴퓨터 그래픽스, 멀티미디어 시스템)