

# 특징 추출에 의한 고속 영상 검색 시스템

전승원, 최강선, 설상훈, 고성제  
고려대학교 전자공학과

## Fast Image Retrieval System using Feature Extraction

Seung-Won Jeon, Kang-Sun Choi, Sang-Hoon Sull, Sung-Jea Ko  
Dept. of Electronic Engineering, Korea University

### 요 약

인터넷을 사용하는 사람들이 늘어나면서 세계 여러 곳에서는 디지털 형태의 시청각 정보에 대한 사용이 매우 증가하고 있고, 이를 이용하려는 수요 또한 계속 늘어나고 있다. 이러한 상황에서 우리가 원하는 멀티미디어 정보를 빠르고 효율적으로 검색할 수 있는 시스템이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 멀티미디어 정보의 기본이 되는 정지 영상을 빠르고 효율적으로 검색할 수 있으며 사용자가 쉽게 이용할 수 있는 인터페이스를 갖춘 시스템을 제안한다. 이 시스템은 영상을 검색할 때 전체 크기의 영상을 비교하는 것이 아니라 각 영상을 제안하는 형식의 축소 영상으로 만들고 이를 비교함으로써 검색의 정확성을 그대로 유지하면서 전체 시스템의 속도를 향상시켰다. 또한 새로운 영상 검색 알고리즘을 쉽게 추가할 수 있고, 여러 가지 영상 검색 알고리즘들의 성능을 비교, 평가할 수 있도록 하였다.

### I. 서 론

최근 인터넷과 정보통신 기술의 비약적인 발전으로 텍스트 뿐만 아니라 영상, 비디오, 오디오등의 멀티미디어 정보에 대한 검색과 처리를 제공할 수 있는 서비스에 대한 요구가 증가하면서 이에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 멀티미디어 정보 검색 방법은 다음과 같이 크게 두 가지로 분류될 수 있다.

첫번째 방법은 검색의 대상이 되는 모든 멀티미디어 데이터에 사람이 직접 색인을 첨가하고, 사용자 또한 주제를 이용하여 원하는 정보를 검색하는 텍스트 기반 검색 방법이다. 이 방법은 비정형적인 멀티미디어 데이터에 사람이 수작업으로 의미 정보를 기술하기 때문에 제한된 범위 내에서 효율적인 검색이 가능한 장점이 있으나 대용량의 데이터에 대하여 사람이 일일이 색인을 첨가해야 하기 때문에 시간과 비용이 많이 필요하다. 그리고 멀티미디어가 갖는 복잡한 속성과 특징들을 단순히 텍스트만으로는 정확하게 표현할 수 없는 문제점이 있다.

두번째 방법은 멀티미디어 데이터의 내용을 대표하는 특징들을 추출하여, 이를 기반으로 검색을 수행하는 내용 기반 검색 방법이다. 이 방법은 멀티미디어 데이터로부터 특징들을 자동으로 추출하고 이를 이용하여 검색을 수행

하기 때문에 시간 및 인력의 소모를 줄일 수 있다. 그리고 최근에는 컴퓨터 비전, 영상 처리, 패턴 인식, 컴퓨터 그래픽스등과 같은 관련 기술들이 발달함에 따라 보다 정확하게 특징을 추출하려는 연구가 진행되고 있다.

기존에는 주로 텍스트 기반의 검색을 통하여 멀티미디어 정보를 검색했으나 최근에 들어서는 내용 기반 검색이 주로 사용되고 있고, 텍스트는 내용 기반 검색의 하나의 특징요소로서 검색의 정확성과 속도 향상을 위해 사용되거나 또는 전혀 사용되지 않는 추세이다[1],[2]. 현재까지 주로 연구되고 있는 영상에 대한 내용 기반 검색 기술은 영상의 색상, 질감, 형태, 그리고 영상을 구성하는 객체들간의 공간적 위치 등의 특징을 주로 추출하여 사용한다. [3]-[5]

본 논문에서는 색상과 형태의 특징 요소들을 추출하여 고속으로 영상을 검색할 수 있는 시스템을 구현하였다. 이 시스템은 실제 크기의 영상을 사용하는 대신에 제안하는 형식의 축소 영상을 사용하여 시스템의 속도를 향상시켰고, 검색의 정확성은 그대로 유지하였다. 또한 쉬운 사용자 인터페이스를 갖추어 누구나 이 시스템을 이용하여 영상을 검색할 수 있도록 하였다.

## II. 제안하는 영상 검색 시스템의 구성

기존의 영상 검색 시스템들은 대부분 JAVA 와 CGI 를 이용한 프로그램으로 인터넷 상에서 모든 사용자가 쉽게 접근하여 영상을 검색할 수 있도록 하였다. 그러나 이러한 경우 시스템의 처리 속도가 너무 느려 시스템 이용자들이 검색한 영상을 보기 위해서 너무 오랜 시간동안 기다려야 할 뿐만 아니라 영상 검색 알고리즘 개발자의 입장에서 새로운 알고리즘을 개발하고 실험하는 데 시간이 오래 걸리는 단점이 있다.

아러한 문제점을 극복하면서 많은 사람들이 쉽게 사용할 수 있도록 본 논문에서 제안하는 시스템은 윈도우 95 프로그램을 이용하여 JAVA 프로그램에 비해 빠르게 영상을 검색할 수 있고, 모든 PC 사용자들이 쉽게 이용할 수 있는 인터페이스(interface)를 갖추었다. 또한 개발자들도 새로운 영상 검색 알고리즘을 쉽게 개발할 수 있고 빠르게 실험할 수 있는 시스템을 구현하였다. 그림 1은 구현된 시스템을 통하여 X File 에 대한 영상들을 나타내고 있다.

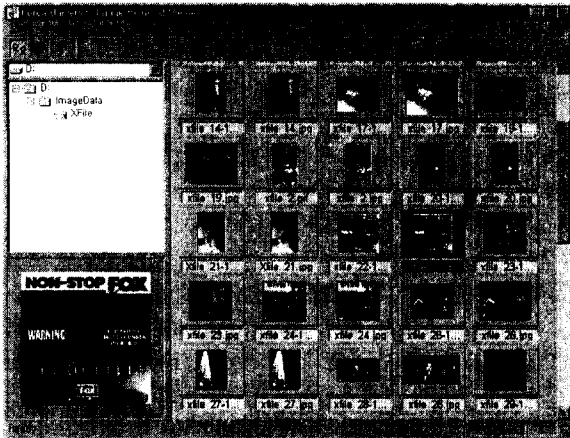


그림 1. 고속 영상 검색 시스템

제안하는 시스템은 그림 1에서 나타나듯이 화면을 세 개의 창으로 나눔으로써 윈도우 95 응용 프로그램인 윈도우 탐색기와 유사한 인터페이스를 통해서 사용자들이 쉽고 친근하게 사용할 수 있도록 하였다. 이 시스템의 좌측 상단부에 나타나는 창은 디스크 드라이브와 디렉토리를 나타내는 창으로 사용자가 쉽게 디스크 드라이브와 디렉토리를 이동하면서 해당 디렉토리에 존재하는 영상들에 대해서 검색할 수 있도록 하였다. 따라서 특별히 별개의 데이터베이스가 필요하지 않고 영상이 존재하는 디렉토리 자체가 하나의 데이터베이스가 되기 때문에 모든 영상을 하나의 데이터베이스로 관리하거나 또는 원하는 유형의 영상들을 따로 모아서 여러 개의 데이터베이스로 나누어서 실험에 이용할 수 있도록 하였다.

우측에 나타나는 창은 디렉토리 내의 각 영상들을 썸네일 영상으로 나타내고 있다. 즉 각 영상들을 70×50 이

의 크기를 갖는 썸네일 영상으로 만들어 검색하고자 하는 영상을 쉽게 선택하여 검색할 수 있도록 하였다. 사용자가 원하는 경우에 따라서 썸네일 영상이 나타나지 않고 각 영상 파일의 이름만을 나열할 수도 있다.

좌측 하단부에 나타나는 창은 미리보기 창으로 각 영상들을 263×169 이하의 미리보기 영상으로 보여준다. 위의 그림 1에서와 같이 우측 창에서 원하는 영상을 선택하면 그 영상이 선택되었음을 알려주고, 이 영상의 미리보기 영상이 미리보기 창에 자동으로 나타난다. 그리고 선택된 영상은 질의 영상이 되어 원하는 검색 방법을 선택하면 이 질의 영상과 데이터베이스 내의 모든 영상을 비교하여 유사한 영상 순서로 정렬하고 이를 보여준다. 만약 실제 크기의 영상을 보고 싶은 경우에는 선택된 영상을 다시 선택하면 대화상자가 생성되면서 대화상자 안에 전체 크기의 영상이 나타난다.

## III. Thumbnail 영상을 만드는 방법

썸네일 영상을 만들기 위해서는 우선 주어진 영상들을 다루기 쉬운 형식으로 변환해야 한다. 이것은 컴퓨터에서 사용하는 영상의 형식이 JPEG, BMP, GIF 와 같이 다양하고, 각 영상마다 크기가 달라 영상간의 비교가 수월하지 않기 때문이다. 이를 위해 구현된 시스템에서는 사용될 영상의 형식을 정의하고, 입력되는 모든 영상들을 정의된 형식으로 변경함으로써 보다 정확한 비교를 할 수 있게 된다. 본 시스템에서 사용하는 영상의 정서는 다음과 같다.

많은 영상을 다루는 시스템 내에서는 기억 장소의 크기와 연산에 걸리는 시간 때문에, 실제 크기의 영상을 사용하는 것에는 제약이 따르게 된다. 이를 위해 제안하는 시스템에서는 영상을 작게 표현하고, 공통된 크기 이하로 제한하는 미리보기 영상과 썸네일 영상을 사용한다.

영상이 작은 썸네일 영상으로 표현되면, 그림 1에서와 같이 한 화면에 많은 영상들을 동시에 보여줄 수 있으며, 이로부터 영상의 종류와 내용을 어느 정도 알 수 있다. 그러나 썸네일 영상이 지니고 있는 정보가 적기 때문에, 많은 영상을 서로 비교해야 하는 영상 검색 시스템에서는 정확성이 떨어질 가능성이 높게 된다. 따라서 구현된 시스템 내에서 검색에 필요한 영상간의 비교는 일반적인 영상의 크기보다는 작지만, 썸네일 보다 많은 정보를 담고 있는 미리보기 영상을 사용하였다. 위와 같은 두 가지 영상을 이용한다면, 미리보기 영상이 썸네일 영상보다 크다는 가정 하에 영상의 형식은 크기에 따라 세 가지로 분류될 수 있고 각각의 경우 미리보기 영상과 썸네일 영상을 만드는 방법은 다음과 같다.

첫째로 원 영상이 미리보기 영상보다 큰 경우에는 원 영상을 미리보기 영상으로 작게 변환하고, 이 영상에 대해 다시 변환과정을 통하여 썸네일 영상을 만들게 된다. 영상을 작게 변환하는 과정은 다운 샘플링(down

sampling)을 이용한다. 두번째로 원 영상이 미리보기 영상 보다는 작지만, 썸네일 영상 보다는 큰 경우에는 변환과정 없이 바로 원 영상을 미리보기 영상으로 사용하며, 이 영상에 대해 변환을 하여 썸네일 영상을 만들게 된다. 세번째로 원 영상이 썸네일 영상보다 작은 경우에는 원 영상을 바로 미리보기 영상으로 사용하며, 기억 장소를 절약하기 위해 썸네일 영상을 따로 만들지 않고, 미리보기 영상을 그대로 이용한다.

썸네일 영상은 그림 1에서 나타나듯이 사용자들이 이를 보고 쉽게 검색하고자 하는 영상을 선택할 수 있도록 생성하였고 색깔, 형태 등의 특징을 추출하여 빠르고 효율적으로 영상을 검색할 수 있도록 미리보기 영상을 만들었다. 따라서 미리보기 영상을 이용하여 검색을 수행하면 전체 크기의 원 영상을 이용하여 검색하는 것에 비하여 영상의 크기가 작기 때문에 특징들을 추출하거나 영상간의 비교를 하는데 걸리는 속도를 크게 줄일 수 있다. 그러나 이러한 경우 미리보기 영상이 썸네일 영상보다는 많지만 얼마나 실제 영상의 특징들을 잘 간직하고 있는가 하는 것이 중요한 문제가 된다. 그래서 정보의 손실을 줄이고 영상을 자연스럽게 보여주며, 특징 추출에 의한 영상 검색 시스템의 속도를 향상시키고 검색 결과의 정확성을 유지할 수 있도록 본 논문에서는 다음과 같은 다운 샘플링 방법을 사용하였다.

일반적으로 다운 샘플링을 수행하면 작은 화소들의 샘플링 간격보다 큰 화소들의 샘플링 간격이 넓어지기 때문에 다운 샘플링 된 영상은 원 영상보다 주파수가 높아지게 된다. 따라서 적당한 저주파 통과필터(lowpass filter)를 거쳐야 원 영상에 충실해지며, 보다 정확한 영상 간의 비교를 수행할 수 있다. 제안하는 시스템에서는 특별한 저주파 통과필터를 거치는 대신, 적절한 보간(interpolation)을 이용하여 빠른 시간 안에 유사한 효과를 얻을 수 있다. 아래의 그림 2는 제안하는 다운 샘플링 방법이다. 이 방법은 미리보기 영상과 썸네일 영상을 만드는 데 똑같이 사용된다.

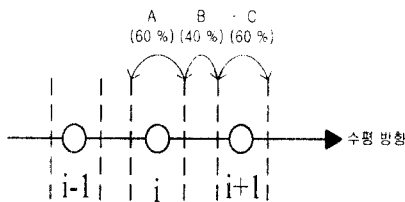


그림 2. 다운 샘플링(down sampling) 방법

제안하는 시스템에서 썸네일 영상의 크기는 70×50이내, 미리보기 영상의 크기는 263×169 이내이다. 원 영상을 다운 샘플링하는 비율(ratio)은 원 영상의 크기와 썸네일 또는 미리보기 영상의 크기에 의해 결정된다. 그런데 이 비율은 정수가 아닌 실수이기 때문에 샘플링 위치가 위의 그림 2와 같이 세 구간에 존재할 수 있다. 즉 화소

의 샘플링 위치가 수평 방향으로  $i$  위치의 60% 이내 ( $i-0.3 \leq x \leq i+0.3$ )의 A 구간이나  $i+1$ 의 60% 이내의 위치 C에 있을 때에는 각각  $i$  또는  $i+1$ 에서의 화소값을 그대로 취하며,  $i$ 와  $i+1$  사이의 40% 이내 ( $i+0.3(x+i+0.7)$ )의 B 구간에 있을 때에는  $i$ 와  $i+1$  화소값의 평균을 취하여 저주파 통과필터와 유사한 효과를 얻을 수 있다. 수직 방향에 대해서도 같은 방법으로 다운 샘플링을 수행한다.

#### IV. 색상 정보를 이용한 영상 검색

색상 정보를 이용한 영상 검색은 특징 추출에 의한 내용 기반 영상 검색의 초기부터 사용된 방법으로, 영상 내 조도 변화나 관측 위치, 크기의 변화 등에 어느 정도 무관하게 적용 가능한 장점 때문에 널리 사용된다. 색상 정보를 이용한 검색 방법으로 본 시스템에서는 색상 히스토그램을 사용하는 방법과 질의 영상 내에 최대 빈도수를 갖는 화소를 이용한 검색 방법을 이용하였다.

색상 히스토그램을 사용한 영상 검색은 우선 미리보기 영상의 히스토그램을 구한다. 그런데 데이터베이스 내의 미리보기 영상의 크기가 각각 다르기 때문에 각 히스토그램을 정규화(normalization) 한다. 정규화된 히스토그램은 식 1에서와 같이 R, G, B 각각의 색상에 대해서 질의 영상의 히스토그램( $H_Q$ )과 데이터베이스에 존재하는 영상의 히스토그램( $H_D$ )의 절대값의 차이를 구하고 이를 모두 더하는 MAD(mean absolute difference)를 통해서 질의 영상과의 유사성을 계산한다. 이 MAD 결과를 비교하여 가장 비슷한 영상부터 순서대로 정렬한다. 그림 3은 색상 히스토그램에 의해 정렬된 영상의 예이다. 실험 영상은 Star Trek의 영상들이다.

$$MAD = \sum_{R, G, B} \sum_{i=0}^{255} |H_Q[i] - H_D[i]| \quad (1)$$

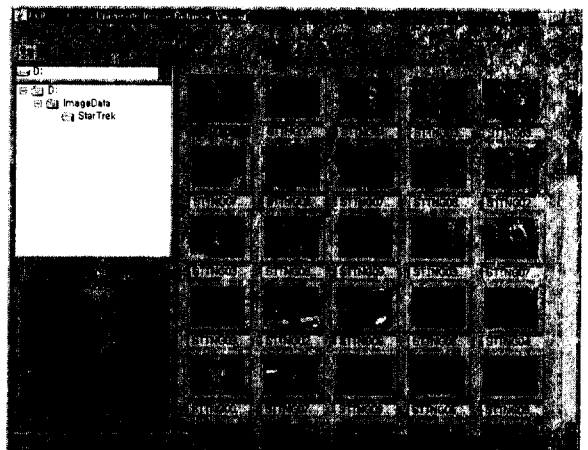


그림 3. 색상 히스토그램에 의한 검색

최대 빈도수를 갖는 화소를 이용한 검색 방법은 질의 영상 내에 최대 빈도수를 갖는 화소의 R, G, B 값을 저장하고 데이터베이스의 모든 영상에 대해서 이 화소값과 같은 값을 갖는 화소의 개수를 구한다. 그리고 이 최대 빈도수의 화소 개수가 많은 영상의 순서대로 정렬을 한다. 이 방법은 히스토그램을 이용하는 것에 비해 색깔의 유사성이 커지지만 객체의 모양에 대한 유사성은 떨어지는 단점이 있다. 그림 4는 최대 빈도수를 갖는 화소를 이용한 검색 방법의 예로 Star Trek의 영상을 이용하여 실험하였다.

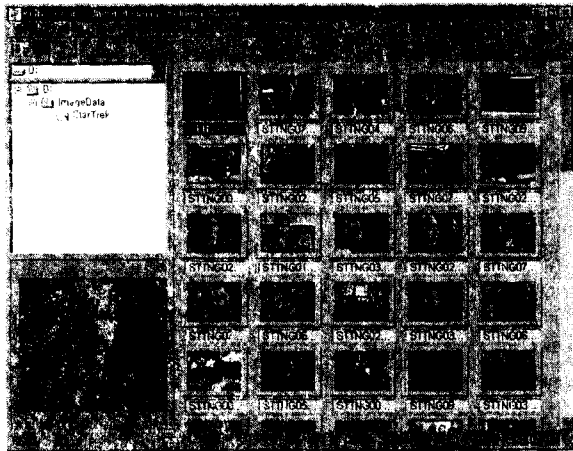


그림 4. 최대 빈도수를 갖는 화소를 이용한 검색

## V. 형태 정보를 이용한 영상 검색

형태 정보를 이용한 영상 검색은 주로 영상의 에지(edge)를 추출하고 이의 유사성을 검출하는 방법을 사용한다. 에지를 추출하는 방법은 어떤 방식을 쓰던지 제한이 없다. 다음의 그림 5는 소벨(sobel) 에지 연산자를 이용하여 형태 정보를 추출한 후 MAD를 이용하여 질의 영상과의 유사성을 비교한 결과이다. 실험 영상은 여러 가지 꽃에 대한 영상이다.

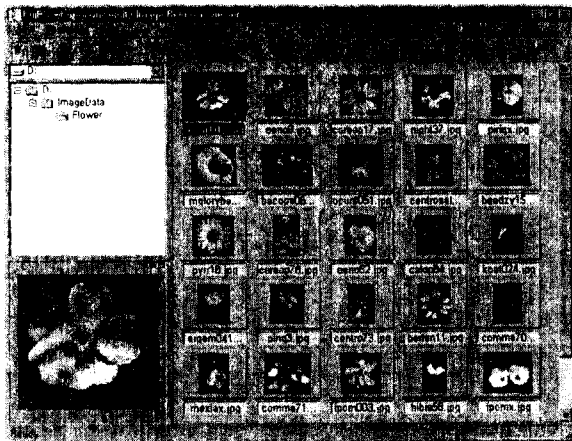


그림 5. 에지(edge)를 이용한 검색

## VI. 결론

본 논문에서는 특징 추출에 의한 고속 영상 검색 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 새로운 영상 검색 알고리즘을 쉽게 개발할 수 있도록 설계되었으며 빠르고 정확하게 영상을 검색할 수 있다. 또한 편리한 사용자 인터페이스로 인하여 누구나 쉽게 이용할 수 있다. 현재는 가장 기본적인 색상이나 형태의 특징을 추출하고 이를 이용하여 영상 검색을 시행하고 있다. 그러나 이러한 몇 가지 특징 추출만으로는 인간의 시각과 유사한 수준의 정확성을 얻는 데는 어느 정도 한계가 있다. 따라서 색상이나 형태 뿐만 아니라 영상의 질감, 영상 내 객체의 특성 및 공간적 위치 정보 등의 다양한 특징 요소들을 추출하고 이들을 종합적으로 분석하여 더욱 정확하고 빠르게 영상을 검색할 수 있는 새로운 알고리즘을 개발할 계획이다. 또한 영상 전체의 특징 추출 뿐만 아니라 각 부분영역에 대해 특징들을 추출하고 이것들을 영상 검색에 이용하는 것에 대해서도 계속 연구할 계획이다. 그리고 제안하는 시스템은 <http://dali.korea.ac.kr/pub/>을 통해서 제공하고 있다.

## 참고문헌

- [1] P. Aigrain, H. Zhang, and D. Petkovic, "Content-Based Representation and Retrieval of Visual Media: A State-of-the-Art Review," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 3, no. 3, pp. 179-193, Nov. 1996.
- [2] 이덕숙, 황분우, 이성환, "내용 기반 영상 및 비디오 검색 기술의 연구 현황," *정보과학회지*, 제 15 권, 제 9 호, pp. 10-19, Nov. 1997.
- [3] Y. Gong, C. H. Chuan, and G. Xiaoyi, "Image Indexing and Retrieval Based on Color Histogram," *Multimedia Tools and Applications*, vol. 3, no. 3, pp. 179-193, May 1996.
- [4] R. Gray, "Content-based Image Retrieval: Color and Edges," *Dartmouth PCS-TR95-252*, 1995.
- [5] G. Pass, R. Zabih, and J. Miller, "Comparing Images Using Color Coherence Vectors," *Fourth ACM Conference on Multimedia*, Boston, Massachusetts, Nov. 1996.