내용기반 영상 검색을 위한 특징 추출 및 영상 데이타베이스 검색 시스템 구현

김 진 아[†] · 이 승 훈[†] · 우 용 태[††] · 정 성 환[††]

요 약

본 논문에서는 내용기반 접근 방법에 의한 보다 효율적인 특징 추출 및 이를 이용한 영상 검색 시스템을 Oracle 데이타베이스상에서 구현하였다. 먼저, 다양한 입력 영상에 대하여 기존 Stricker 방법을 수정하여 영상의 칼라 특징을 추출하고, 추출된 칼라 특징과 ART2 신경망을 이용하여 영상들을 개략 분류한다. 다음, wavelet 변환을 이용하여 변환 영역상에서 영상의 질감 특징을 추출하고, 이를 이용하여 앞 단계에서 칼라 특징으로 개략 분류된 영상들의 최종적인 상세 분류를 수행한다. 연구된 특징 추출 방법들을 기반으로 하여, 관계형 데이타베이스상에서 확장된 SQL문을 사용하여 영상 검색 시스템을 구현하였다.

제안된 영상 검색 시스템은 Oracle DBMS상에서 구현되었고, 200개의 시험 영상으로 실험한 결과, *Recall*과 *Precision*에서 90%, 81%의 만족한 검색 효율을 보였다.

Feature Extraction for Content-based Image Retrievaland Implementation of Image Database Retrieval System

Jin-Ah Kim[†] · Seung-Hoon Lee[†] · Yong-Tae Woo[††] · Sung-Hwan Jung[††]

ABSTRACT

In this paper, we propose an efficient *feature extraction method for content-based* approach and implement an image retrieval system in the Oracle database. First, we extract color feature by the modified Stricker's method from input images, and this color feature and ART2 neural network are used for the rough classification of images. Next, we extract texture feature using wavelet transform, and finally execute the detailed classification on the rough classified images from the previous step. Using the proposed feature extraction methods, we implement a useful image retrieval system by Extended SQL statement on the relational database.

The proposed system is implemented on the Oracle DBMS, and in the experimental results with 200 sample images, it shows the retrieval rate of 90% and 81% in *Recall* and *Precision*, respectively.

※ 이 논문은 1997년 한국학술진흥재단의 정보과제 연구비에 의하여 연구되었음.

† 준 회 원 : 창원대학교 전자계산학과

†† 종신회원 : 창원대학교 전자계산학과

논문접수 : 1998년 3월 2일, 심사완료 : 1998년 6월 1일

1. 서 론

오늘날은 컴퓨터 기술의 발달과 함께 다양한 매체의 출현으로 기존의 문자 정보뿐만 아니라 정지영상, 동영상, 음성 데이타 등과 같은 다양한 멀티미디어 정보들의 효율적인 저장, 검색 등이 중요한 핵심 기술로 부각되고 있다. 하지만, 문서 정보를 데이타베이스에 저장하고, 검색하기 위한 기술들은 그 동안 많이 연구되어 온 반면, 멀티미디어 정보에 대한 효율적인 질의·검색 방법은 아직 부족한 실정이다. 특히, 영상 정보는 시각적이며 공간적인 정보로 멀티미디어에서 가장 많이 사용되고, 저장과 출력 방식의 다양성, 대용량, 공간관계 표현, 비정형적이라는 특징을 갖는다.

이러한 영상 정보를 질의·검색하기 위한 방법은 일반적으로 문자 기반과 내용 기반에 의한 두 가지 방법으로 크게 나눌 수 있다[1,2]. 문자 기반 검색 방법에서는 검색을 위한 인덱스로 파일이름, 캡션, 키워드와 같은 문자 정보에 의해서 표현되어지고, 문자 정보를 직접적으로 이용하여 검색을 수행한다. 하지만, 각각의 영상에 대한 자동적인 키워드의 생성이나 다양한 종류의 영상들을 구분하기 위한 특징 추출이 어렵다. 그러므로, 대량의 영상 데이타베이스로부터의 영상 검색에는 많은 제한점이 따른다. 따라서, 보다 효율적인 영상 검색을 위해서는 영상이 가지는 칼라(color), 질감(texture), 그리고 모양(shape)과 같은 시각적인 특징들의 효과적인 추출이 무엇보다도 중요하다.

그리고, 이러한 대량의 영상 정보를 데이타베이스에 저장하고 효율적으로 질의·검색할 수 있는 실용화된 영상 검색 시스템이 아직 일반화되어 있지 않으므로, 보다 효과적인 영상 데이타베이스 검색 시스템의 구현에 대한 연구가 또한 중요한 과제이다.

최근, 내용기반 영상 검색 시스템 구현에 대한 연구들이 진행되고 있는데, 그 중 대표적인 연구로는 Columbia 대학의 VisualSEEK system과 Medical Information Systems Laboratory의 I2Cnet (Image Indexing by Content network) 등을 들 수 있다[3, 4]. VisualSEEK은 특징들과 공간적인 정보에 의한 질의·검색 등의 특징을 가지고 있다. 그리고, I2Cnet은 영상에 대하여 분할(segmentation) 특징을 사용하고, 영상을 저장하기 위하여 object manager를 사용한다. 그러나, 이러한 대부분의 기존 영상 검색 시스템은 특수한 파일 시스템에 영상을 저장하기 때문에, 대용량 영상 데이타베이스를 유지하기 위해서는 저장 공간에 많은 제한점을 가진다. 또한 파일 시스템에 저장된 영상들을 검색하기 위하여, 복잡한 검색 소프트웨어가 요구될 수 있다.

따라서, 본 논문에서는 내용 기반 접근 방법에 의한 효율적인 특징 추출 방법을 이용하여 현재 널리 사용되고 있으며, 많은 양의 데이타도 쉽게 관리·운영될 수 있는 범용 데이타베이스 시스템상에서의 영상 검색 시스템 구현을 목표로 한다.

먼저, 칼라 특징에 의하여 영상들을 몇 개의 카테고리로 분류함으로써 영상의 검색 범위를 줄이고, 영상의 상세 분류를 위하여 변환 영역(transform domain)에서 wavelet 변환계수를 이용한 질감 특징 추출 방법을 제시한다[5]. 다음, 추출된 특징벡터를 이용하여 앞에서 언급한 기존 구현 시스템의 제한점을 보완하기 위하여 Oracle 데이타베이스 시스템에서 확장된 SQL문을 사용하여 효율적인 영상 검색 시스템을 구현하고자 한다[6].

제안된 영상 검색 시스템은 간단하고 효율적인 특징 추출을 기반으로 하며, 현재 가장 많이 사용되고 있는 Oracle DBMS상에서 구현되어 보다 대용량의 영상 데이타베이스를 효율적으로 관리할 수 있다. 또한, 전형적인 데이타베이스의 관계형 질의 언어와 함께, 복잡한 프로그래밍 없이도 확장된 SQL문을 사용하여 대량의 영상들을 검색하기에 용이하다.

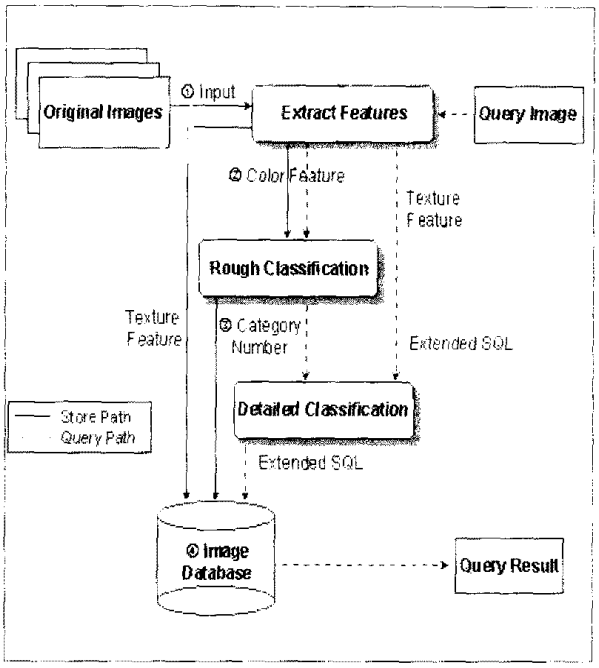
2. 영상 데이타베이스 검색 시스템

본 영상 검색 시스템의 전반적인 구조는 (그림 1)과 같다. 그림에서 데이타베이스에 입력 영상의 특징 저장 과정(Store Path)과 사용자 질의 과정(Query Path)을 자세하게 나타내었다. 본 영상 검색 시스템은 크게 입력 영상들에 대한 특징 추출 모듈, 검색 범위의 축소를 위한 개략 분류 모듈, 그리고 상세 분류 모듈의 3가지로 구성된다.

특징 저장 과정에서는 입력 영상들이 시스템에 입력되면 먼저, 특징 추출 모듈을 거쳐 영상의 칼라 특징과 질감 특징이 추출된다. 다음, 개략 분류 모듈에서는 추출된 영상들의 칼라 특징을 이용하여 카테고리 코드를 생성한다. 생성된 카테고리 코드와 질감 특징이 입력 영상과 함께 영상 데이타베이스에 저장된다.

한편, 사용자 질의 과정에서는 사용자 질의 영상이

입력되면, 특징 추출 과정과 마찬가지로 특징 추출 과정을 거친다. 그리고, 칼라 특징을 이용하여 개략 분류 모듈에서 질의 영상의 칼라 카테고리 코드를 얻는다. 이 코드를 이용하여 전체 데이타베이스 영상들을 모두 검색하지 않고 대신에 같은 칼라 카테고리 코드를 가지는 영상들에 대해서만 질감 특징을 이용하여 확장된 SQL문을 기반으로 원하는 검색 결과를 얻는다.



(그림 1) 제안된 영상 검색 시스템의 전체적인 구조
(Fig. 1) The overall architecture of the proposed image retrieval system

3. 특징 추출

내용기반 영상 검색 시스템은 영상의 시각적인 속성들을 대표하는 특징벡터를 이용하여 사용자가 원하는 영상들을 쉽게 검색할 수 있도록 하는 것이다. 따라서, 각각의 영상들을 대표하는 칼라(color), 질감(texture), 그리고 모양(shape) 등과 같은 저단계 시각 특징(low-level visual feature)들의 효과적인 추출이 무엇보다도 중요하다.

본 연구에서는 이러한 저단계 시각 특징들 중에서, 영상 데이타베이스로부터 영상 검색을 위한 시각 키워드 정보로서 칼라와 질감 특징을 사용한다. 칼라 특징은 대량 영상들의 검색 범위를 줄이기 위한 개략적인 분류를 위해 사용된다. 그리고, 질감 특징은 개략적으로 분류된 결과에 대한 상세 분류를 수행하기 위해 사용자가 원하는 영상을 검색하기 위해 사용된다.

3.1 칼라 특징 추출

전체적인 영상의 칼라 특성을 고려하기 위하여 일반적으로 간단한 칼라 히스토그램 방법을 이용한다[7].

본 시스템에서는 기존의 칼라 특징 추출 방법 중의 하나인 Stricker의 방법을 수정하여 사용한다. 이를 위해 인간의 시각 시스템과 유사할 뿐만 아니라 검색효율이 우수한 HSI 칼라 모델을 사용한다[8,9]. HSI 칼라 모델은 3가지 요소(Hue, Saturation, Intensity)에 의하여 칼라를 분석한다. 즉, 칼라 특징값을 얻기 위하여, HSI 칼라 공간에서 평균, 표준편차, 그리고 왜도 등의 모멘트를 이용하여 특징벡터를 계산한다. 이 칼라 특징벡터는 개략 분류 모듈에서 ART2 신경망(neural network)에 의해 비슷한 칼라 특징값을 가지는 영상들의 개략적인 분류를 위하여 사용된다.

Stricker 방법에서는 각 칼라 채널, H, S, I 각각에 대하여 3개의 모멘트로 구성된 9개의 특징값을 사용하였다. 그리고, 히스토그램을 H 채널의 경우에는 16개 bin으로, S와 I 채널의 경우에는 4개의 bin으로 양자화하였다. 그러나, 본 시스템에서는 Stricker가 제안한 칼라 특징 추출 알고리즘을 수정·보완하여 사용한다. 즉, H 채널의 인덱스는 16개의 bin을 그대로 사용하지만, S와 I 채널은 영상의 검색 성능에 직접적으로 영향을 미치지 않으므로 인덱스의 수를 반으로 감소시킨다. 그리고, S와 I의 각 채널에 대해서는 한 개의 모멘트만을 특징값으로 사용한다.

그러므로, Stricker의 9개 특징값 대신에 5개를 칼라 특징값으로 추출하여 다음과 같은 칼라 특징벡터, CFV (Color Feature Vector)를 구성하여 한 영상의 특징벡터로 사용한다.

$$CFV = \{E_H, \sigma_H, \alpha_H, E_S, E_I\} \quad (1)$$

여기서, E_H, σ_H, α_H는 H 채널에서의 평균, 표준편차, 왜도를 나타내며, E_S, E_I는 S와 I 채널에서 각각 평균 특징값을 나타낸다.

3.2 질감 특징 추출

질감은 인간 시각에 있어 중요한 요소이며, 영상 지

여러 해석 인식 분야에서 꾸준히 연구되어 왔다. 이는 시각적인 영상의 특징을 갖는 것으로, 서로 다른 영상을 구분하기 위한 중요한 요소 중의 하나이다[10].

본 연구에서는 영상의 칼라 특징에 의한 개략적인 분류 작업 후에, 상세 분류를 통한 영상 검색을 위하여 영상의 결정적인 구분 요소가 될 수 있는 질감 특징을 사용한다.

본 시스템에서는 영상의 질감 특징을 추출하기 위하여, 먼저 wavelet 변환을 수행하여 영상을 저대역 밴드와 고대역 밴드의 부밴드(subband)들로 분할한다[11]. 그리고, wavelet 변환계수들이 가지는 위치 정보와 주파수 정보를 고려하여 영상의 질감 특징을 추출한다. 즉, 각 위치 정보와 밴드에 따른 방향 정보를 반영하고 있는 계수들로부터 특징벡터를 구성한다.

영상에 대한 다단계 wavelet 변환을 수행한 후, 생성된 부대역 부밴드에서 영상의 시각적인 속성을 대표할 수 있는 특징값을 구한다. 본 연구에서는 각 부밴드별 *Energy* 를 특징값으로 추출하고, 이를 조합하여 해당 영상의 질감 특징벡터, *TFV* (Texture Feature Vector)를 다음과 같이 산출한다.

$$TFV = \{ E_k \}, \quad k = 1, \ldots\ldots, N \tag{2}$$

$$E_k = \frac{1}{i \times j} \sum_{i} \sum_{j} W_k{}^2 [i, j] \tag{3}$$

여기서, E_k는 각 부밴드의 특징값인 *Energy* 를 나타내고, k 는 wavelet 변환에 의하여 생성된 각 부밴드를 나타낸다. 본 연구에서는 2단계 wavelet 변환을 수행하여 k = 7개의 부밴드를 얻었다. W_k는 wavelet 변환 후 생성된 각 부밴드의 변환계수이고, i, j 는 변환계수의 위치를 나타낸다. 이와 같이 한 영상을 대표하는 특징벡터는 각 부밴드의 특징값을 이용하여 얻게 된다.

본 연구에서는 앞으로의 대용량 영상 정보를 고려하여, 기존의 공간 영역에서의 특징 추출이 아닌 변환 영역에서의 특징 추출을 가능하게 함으로써 압축이 가능하여 기존 특징 추출 방법의 복잡성과 저장 공간상의 비효율성을 해결할 수 있다.

4. ART2를 사용한 칼라 정보에 의한 개략 분류

4.1 ART2 신경망 모델

Carpenter와 Grossberg에 의해서 개발된 ART 모델은 감독자 없이 cluster를 형성할 수 있는 신경망 모델이다[12,13]. 이것은 입력 벡터의 랜덤한 입력에 대하여 자기 조직화(self-organization)를 수행할 수 있는 특성이 있다.

대량의 영상에 대하여 영상의 검색 범위를 줄이기 위한 개략적 분류 단계에서는 이 ART 모델 중의 하나인 ART2 신경망을 이용한다. 먼저, 추출된 칼라 특징벡터를 사용하여 ART2 신경망에 의해서 입력 영상들을 개략적으로 분류한다. 즉, 칼라 특징벡터에 의해 학습되어진 ART2 신경망은 유사한 영상들을 같은 카테고리 코드를 가지는 영상들로 분류한다.

그러면, 영상들은 카테고리 코드 정보, 질감 특징과 함께 데이타베이스에 저장된다. 즉, 유사한 칼라 특징을 가지는 영상들은 같은 카테고리로 그룹화된다. 따라서, 찾고자 하는 영상을 질의할 때 전체 영상 데이타베이스에 대하여 검색을 수행하는 대신에 같은 카테고리를 가지는 그룹화된 영상들로부터 원하는 영상을 검색함으로써 검색 시간의 효율을 얻을 수 있다.

4.2 확장된 SQL문에 의한 후보 영상 추출

일반적으로, 관계형 질의의 검색 조건은 숫자나 스트링과 같은 문자형 데이타에 의한 단순한 비교에 의존한다. 예를 들어, 관계형 질의 언어의 Like 연산자는 부분적으로 매치되는 데이타를 검색할 수 있는 명령어이지만, 주어진 조건에 정확하게 매치되는 데이타만을 검색할 수 있다. 이처럼, 기존의 전형적인 데이타베이스 명령어들은 영상들과 같은 정형화되지 않은 데이타에 대한 조건적인 질의가 부적절하다.

따라서, 본 연구에서는 영상들과 같은 정형화되지 않은 데이타를 검색하기 위하여 ART2 신경망 함수와 함께 관계형 SQL 문장을 확장한다. 그러므로 사용자들은 복잡한 영상 검색 프로그램의 개발 대신에, 확장된 관계형 질의 언어를 사용하여 영상을 쉽게 검색할 수 있다. 또한, 파일 시스템으로 영상 데이타를 관리하는 대신에 실제적인 데이타베이스 시스템을 사용하기 때문에 데이타베이스 관리 시스템의 특성상, 많은 양의 영상 데이타도 쉽게 관리·운영되어질 수 있는 이점이 있다.

후보 영상들을 검출하기 위하여, (그림 2)는 ART2 신경망 함수와 함께 확장된 SQL 문장에 대한 한 예이다.

여기서, category_number는 개략 분류 단계에서 ART2에 의해 먼저 결정되어진 영상들의 카테고리 코

```
SELECT image_id
FROM   image_table
WHERE    category_number
           = ART2(color feature);
```

(그림 2) 칼라 특징에 의한 개략 분류
(Fig. 2) rough classification by color feature

트이다. 그리고, 함수 ART2(color_feature)는 질의 영상의 칼라 특징에 따라 카테고리 정보를 리턴한다. WHERE 조건절의 결과는 같은 카테고리 정보를 가지는 후보 영상들의 그룹이다. 같은 카테고리 정보를 가지는 영상들의 그룹은 다음의 상세 분류 단계에서 최종적인 목표 영상들을 검색하기 위하여 사용된다.

5. 질감 정보에 의한 상세 분류

질의 영상과 유사한 영상들을 최종적으로 검색하기 위하여 개략 분류 단계에 이어 상세 분류 단계가 필요하다. 즉, 개략 분류 단계에서 칼라 특징에 의해 분류되어진 같은 칼라 카테고리 정보를 가진 영상들에 대하여 최종적인 영상을 질감 특징의 유사도 계산에 의해 검색한다. 일반적으로 영상들간의 유사도를 얻기 위한 척도로는 각 영상의 특징값들 사이의 거리(distance)를 구하여 비교한다.

본 논문에서는 질의 영상과 후보 영상들간의 유사도를 측정하기 위하여, 질감 특징에 의한 *Euclidean* 거리 함수가 사용된다. 수식 (4)는 일반적인 정규화된 *Euclidean* 거리 척도 함수이다[14,15].

$$D(Q,I)_{Euclidean} = \sum_{i=1}^{k}\sum_{j=1}^{n}\sqrt{(f-f')^2} \qquad (4)$$

식에서 Q 는 질의 영상, I 는 데이타베이스내의 영상을 나타낸다. 그리고, f 와 f' 은 각각 두 영상의 특성벡터들이다.

상세 분류를 위한 확장된 SQL 문장의 한 예를 (그림 3)에 나타내었다.

칼라 카테고리 정보에 의해 candidate_image table 테이블에 분류된 후보 영상들로부터 질감 특징을 이용하여 Euclidean_Distance 함수에 의해 유사도를 계산하고, 이에 따라 최종적인 유사 영상들을 검색하기 위한 확장 SQL문을 나타낸다.

```
SELECT image_id, image
FROM candidate image_table
WHERE
      low > Euclidean Distance(
            texture_of_query_image,
            texture_of_candidate_images)
ORDER BY
      Euclidean Distance(
            texture_of_query_images,
            texture_of_candidate_images);
```

(그림 3) 질감 특징에 의한 상세 분류
(Fig. 3) detailed classification by texture feature

여기서, Euclidean_Distance 함수는 질의 영상과 칼라정보에 의해 같은 카테고리로 그룹화된 데이타베이스의 후보 영상들간의 질감 특징에 의한 *Euclidean* 거리값을 계산한다. 그리고, low는 상세 검출을 위한 조건의 경계값이다.

질의의 최종 결과는 영상들간의 특징값들 사이의 *Euclidean* 거리를 계산함으로써 쉽게 유사도를 얻을 수 있다. 그리고 계산된 유사도에 따라 질의 영상과 가장 유사한 영상들이 데이타베이스로부터 검색되어 출력된다.

6. 실험 결과 및 고찰

6.1 구현 환경

본 연구에서는 Oracle DBMS 환경에서 확장된 PL/SQL 문을 사용하여 내용기반 영상 검색 시스템을 구현하였다. 영상 검색 시스템의 효율성을 검증하기 위하여, 경주용 자동차 영상 56점, 여러 종류의 꽃 영상 41점, 구름·하늘 영상 54점, 그리고 마블 모양의 텍스쳐 영상 49점으로 200개의 영상들을 실험에 사용하였다. 영상 데이타는 객관성을 두기 위하여 WWW의 Corel Draw Photo Album 사이트에서 분류되어져 있는 것을 그대로 사용하였다. 각 실험 영상들과 사용자 질의 영상은 RGB 칼라 bmp 파일로 128 x 128 크기로 정규화된 256 칼라를 가지고 있다.

6.2 성능 평가 척도

[illegible] 영상 데이터 검색의 효율성을 분석하기 위해 성능척도로 *Recall* 과 *Precision* 의 두 가지 [illegible] 척도를 이용한다[16]. *Recall* 은 영상 데이터베이스에서 질의와 관련된 영상 중에서 검색된 영상의 비율을 말한다. 그리고, *Precision* 은 검색된 영상 중에서 질의와 관련된 영상의 비율을 나타낸다. 일반적인 *Recall* 과 *Precision* 산출식은 다음과 같다.

$$Recall = \frac{R_r}{T} \ , \ Precision = \frac{R_r}{T_r} \qquad (5)$$

여기서 R_r 은 검색된 항목 중에서 질의와 관련된 항목의 수를 나타낸다. 그리고 T 는 검색 대상 중에서 질의와 관련된 항목의 총 수, T_r 은 검색된 항목의 총 수를 나타낸다.

6.3 실험 결과

본 논문에서 제안하고 있는 특징 추출 방법을 이용한 영상 검색 시스템의 검색 효율을 비교·분석한다.

먼저, 칼라 특징에 의한 영상 분류를 위해 ART2 신경망을 이용하여 새로운 카테고리를 생성하기 전에 입력 칼라 특징이 이미 학습된 영상의 카테고리와 얼마나 많이 유사한가를 결정하는 유사도 매개 변수인 *Vigilance* v가 선택되어야 한다. 본 논문에서는 실험을 통하여 칼라 특징에 의한 영상들의 개략적인 분류를 위하여 v = 0.85로 하였으며, 이때 17개의 카테고리로 개략 분류된 결과를 얻는다. 그리고, wavelet 변환에 의해 추출된 질감 특징의 유사도 계산을 이용하여 최종적인 영상의 상세 분류를 수행한다. <표 1>은 제안된 방법의 각 영상별 검색 결과를 보인 것이다.

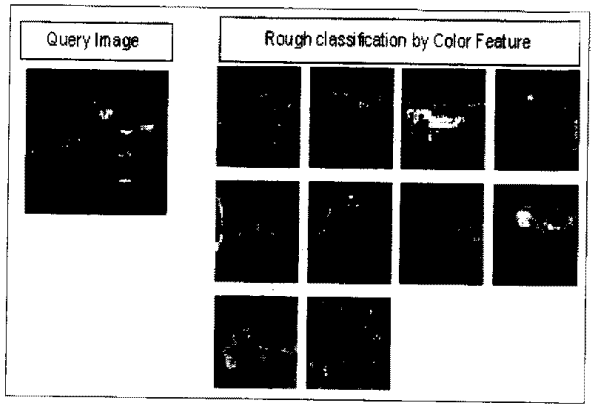
<표 1> 제안된 방법의 성능 분석 결과
<Table 1> The result of the proposed method

Class \ Measure	Recall	Precision
경주용 자동차 영상	0.91	0.91
구름·하늘 영상	0.93	0.84
마블모양의 텍스쳐 영상	0.95	0.75
여러 종류의 꽃 영상	0.81	0.73
전 체	0.90	0.81

질의 영상 : 40개, 모델 영상 : 200개

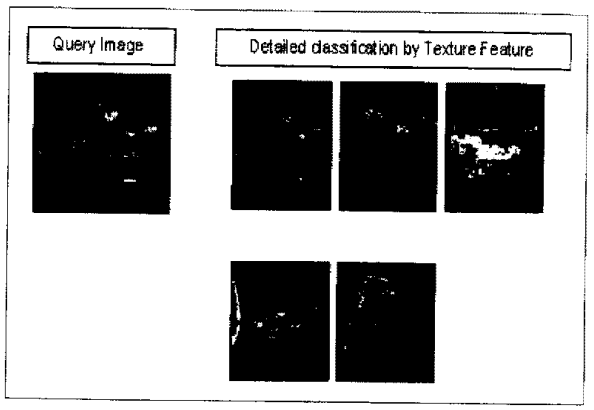
표에서 보는 바와 같이, 제안된 검색 시스템은 효율성 평가 척도인 *Recall* 과 *Precision* 으로 분석한 결과, 90%, 81%의 좋은 성능을 보였다. 그리고, 질의 영상에 대해 1순위로 검색된 영상의 정확도를 분석하기 위해 정확 성공률(Exact Matching Rate)을 평가한 결과, 98.2%로 정확한 영상 검색 또한 가능함을 알 수 있었다.

(그림 4)는 구현되어진 본 시스템의 한 화면을 보인 예로서 칼라 특징에 의해 개략 분류된 결과를 보인 것이다.



(그림 4) 개략적인 분류 결과 영상
(Fig. 4) The result images of rough classification

그림에서는 경주용 자동차 영상을 질의로 주었을 때 특징 추출 단계에서 추출된 칼라 특징벡터에 의해 분류된, 같은 카테고리 코드를 가지는 영상들을 나타낸 것이다. 여기에는 자동차 영상들뿐만 아니라 같은 칼라 구성요소를 가지는 다른 영상들도 보인다.



(그림 5) 상세 분류된 결과 영상
(Fig. 5) The result images of detailed classification

(그림 5)는 (그림 4)의 후보 영상들에 대하여 추출된 질감 특징값으로 *Euclidean* 거리 함수를 이용하여 질의 영상과 후보 영상들과의 유사도를 계산하여 최종 검색된 결과들을 보인 예이다.

그림에서, 개략 분류 단계에서 칼라 특징벡터에 의해 같은 그룹으로 분류되었던 후보 영상들에 대하여 질감 특징벡터에 의해 유사도 계산을 수행한 결과, (그림 5)의 예에서는 같은 정주용 자동차 영상들만이 유사 영상으로 검색되어 나타났다.

7. 결 론

본 논문에서는 효율적인 특징 추출 방법을 기반으로 하여 확장된 SQL을 사용한 내용기반 영상 검색 시스템을 Oracle 데이타베이스 시스템에서 구현하였다.

구현된 시스템은 내용기반 영상 검색 기능을 제공할 수 있도록 하기 위하여, Oracle DBMS 환경에서 각 영상의 칼라, 질감과 같은 시각적인 특징들을 자동적으로 추출하고, 관계형 질의를 확장함으로써 복잡한 응용 프로그램 대신 관계형 질의 언어에 의해서 영상 정보를 쉽게 검색할 수 있도록 하였다.

칼라 특징 추출은 Stricker의 방법을 수정하여 사용하였고, 칼라 특징을 사용한 ART2에 의한 개략 분류에 이어, wavelet 변환에 의해 얻은 변환계수들로부터 질감 특징을 추출하고, 이를 최종적인 상세 분류를 위해 사용하였다.

본 영상 검색 시스템은 200개의 시험 영상 데이타베이스로 테스트하였고, 성능 평가 척도인 *Recall* 과 *Precision* 으로 평가한 결과, 90%, 81%의 만족스러운 검색 효율을 보였다. 그리고, 검색의 정확 성공률도 98.2%로 정확한 영상 검색이 가능함을 보였다.

향후 연구과제는 내용기반 영상 검색을 위한 특징 추출에 대한 추가적인 연구와 편리한 WWW 인터페이스 개발에 대한 연구를 계속적으로 수행하여, 보다 효율적인 내용기반 영상 검색 시스템을 구축하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] S. T. Campbell and S. M. Chung, "The Role of Database System in the Management of Multimedia Information," Proc. of Int. Workshop on Multi-Media Database Management Systems, pp.4-11, August 28-30, 1995.

[2] Y. H. Ang, Zhao Li and S. H. Ong, "Image Retrieval based on Multimensional Feature Properties," The International Society for Optical Engineering(SPIE), Vol. 2420, pp. 47-57, 1995.

[3] J. R. Smith and S. F. Chang, "Querying by color regioning the VisualSEEK content-based visual query system," In M. T. Maybury, editor, Intelligent Multimedia Information Retrieval, IJCAI, 1996.

[4] S. C. Orphanoudakis, C. E. Chronaki, and D. Vamvaka, "I2Cnet : Content-Based Simi-larity Search in Geographically Distributed Repositories of Medical Images," http://www.ics.forth.gr/~telemed/papers/I2Cnet/paper1.html

[5] 김진아, 정성환, "Wavelet 변환을 이용한 내용기반 영상 데이터 검색," 한국정보처리학회 '97춘계학술발표논문집, 제4권, 제1호, pp.301-305, 1997.

[6] Seung-Hoon Lee, Gi-Hwa Jang, Su-Hyun Lee, Sung-Hwan Jung, Yong-Tae Woo, "A Content-Based Image Retrieval System Using Extended SQL in RDBMS," Int'l Conf. Inform. Communications and Signal Processing, Vol.2, pp.1067-1172, 1997.

[7] M. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Image," The International Society for Optical Engineering(SPIE) Vol.2220, No. 1, pp.381-392, 1995.

[8] 김진숙, 김호성, "색과 공간 정보를 이용한 영상 검색 기법," 한국정보과학회 가을학술발표논문집, 제24권 2호, pp.483-486, 1997.

[9] T. Gevers and A.W.M Smeulders, "Color-Matrix Pattern Card Matching for Viewpoint Invariant Image Retrieval," Processing of ICPR '96 IEEE, pp. 3-7, 1996.

[10] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, 'Digital Image Processing,' Addison Wesley Publishing Co-mpany Inc., 1992.

[11] M. K. Mandal, T. Aboulnasr, "Image Indexing Using Moments and Wavelets," IEEE

Transactions on Consumer Electronics, Vol. 42, No.3, pp.557-565, August 1996.

[12] G. A. Carpenter and S. Grossberg, "A Massively Parallel Architecture for a Self-Organizing Neural Patterns Recognition Machine," Computer Vision, Graphics and Image Processing, Vol.37, pp.54-115, 1987.

[13] G. A. Carpenter and S. Grossberg, "ART2: Self-organization of stable category recognition codes for analog input patterns," Applied Optics, Vol.26, No.23, pp.4919-4930, 1989.

[14] Ramesh Jain, Rangachar Kasturi and Brian G. Schunck, 'Machine Vision', ISBN 0-07-032018-7, pp.52-54, 1995.

[15] Ramesh Jain and S. N. Jararam Murthy and Peter L-J Chen, "Similarity Measures for Image Database," The International Society for Optical Engineering(SPIE) Vol.2420, 1995.

[16] Gerard Salton and Chris Buckley, "Improving Retrieval Performance by Relevance Feedback," IST 83-16166 and IRI 87-02, 88-898, February, 1988.

김 진 아

1994년 한국방송통신대학 전자계산학과 (이학사)

1997년 창원대학교 전자계산학과 대학원 (이학식사)

1995년~1997년 창원전문대학 전자계산과 조교

1997년~현재 창원대학교 전자계산소 조교

관심분야 : 영상처리, 내용기반 영상 데이타베이스

이 승 훈

1996년 창원대학교 전자계산학과 (이학사)

1998년 창원대학교 전자계산학과 대학원(이학석사)

1998년~현재 창원대학교 전자계산소 전임연구원

관심분야 : WWW과 데이타베이스 연동 기법, 객체지향 데이타베이스

우 용 태

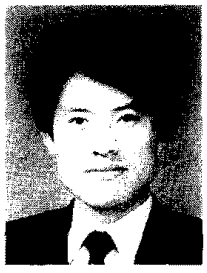
1982년 경북대학교 전자공학(공학사)

1984년 경북대학교 대학원(공학석사)

1995년 경북대학교 대학원(공학박사)

1987년~현재 창원대학교 전자계산학과 교수

관심분야 : WWW과 데이타베이스 연동기법, 초고속정보통신망 응용기술, 객체지향데이타베이스, Temporal 및 Active 데이터베이스



정 성 환

1979년 경북대학교 전자공학(공학사)

1983년 경북대학교 대학원(공학석사)

1988년 경북대학교 대학원(공학박사)

1986년 전자계산기 기술사

1992년 정보처리 기술사

1992년~1994년 Univ. of California at Santa Barbara Post-Doc.
1988년~현재 창원대학교 전자계산학과 부교수
관심분야 : 영상정보처리, 멀티미디어, 내용기반 영상 데이타베이스, 신경망 응용, 초고속 정보통신망 응용기술