

## 특징기반 계층적 영상 검색 시스템의 구현

김 봉 기\*, 김 흥 준\*, 김 창 근\*

# A Implementation of the Feature-based Hierarchical Image Retrieval System

Bong-Gi Kim, Heung-Jun Kim, Chang-geun Kim

### 요 약

최근 컴퓨터 기술의 발전으로 인해 영상을 효율적으로 검색할 수 있는 영상 검색 시스템이 정보화 사회의 중요한 핵심 기술로 대두되고 있다. 본 논문에서는 내용기반 영상 데이터 검색을 위한 계층적 영상 검색 시스템을 구현하였다. 1단계에서는 색상 정보를 위해서 Striker 등이 제시한 색상 분포 특성을 이용한 색인 방법의 문제점을 보완하여 지역 색상 분포 특성을 고려한 색인 방법을 사용하여 1차로 영상을 대 분류한다. 2단계에서는 1단계에서 대 분류된 집단 영상들에 대하여 2차로 모양 정보를 이용하여 사용자가 질의한 영상과 유사한 영상을 최종적으로 검색한다. 모양 정보를 위해서는 기존 불변 모멘트의 문제점인 많은 연산량과, Jain 등이 제시한 방향 히스토그램 인터섹션 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점을 해결하기 위해 물체의 윤곽선에 해당하는 화소들만을 대상으로 연산을 수행하는 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants : IMI)를 이용한다. 실험 영상으로 300개의 자동차 영상을 사용하여 기존 방법들과의 비교 실험을 통해 향상된 검색 결과를 얻을 수 있었다.

### Abstract

As a result of remarkable developments in computer technology, the image retrieval system that can efficiently retrieve image data becomes a core technology of information-oriented society. In this paper, we implemented the Hierarchical Image Retrieval System for content-based image data retrieval. At the first level, to get color information, with improving the indexing method using color distribution characteristic suggested by Striker et al., i.e. the indexing method considering local color distribution characteristics, the system roughly classifies images through the improved method. At the second level, the system finally retrieves the most similar image from the image queried by the user using the shape information about the image groups classified at the first level. To extract the shape information, we use the Improved Moment Invariants (IMI) that manipulates only the pixels on the edges of objects in order to overcome two main problems of the existing Moment Invariant methods large amount of processing and rotation sensitiveness which can frequently be seen in the Directive Histogram Intersection technique suggested by Jain et al. Experiments have been conducted on 300 automobile images. And we could obtain the more improved results through the comparative test with other methods.

장에서는 영상 데이터의 고유한 시각 특징 값인 색상과 모양 정보를 추출하는 방법과 계층적 정합 방법에 대해서 보이고, 4장에서는 기존 방법과의 비교 실험을 하였다. 5장에서는 결론을 보였다.

## I. 서론

최근 영상 처리 기술과 영상 저장 기술의 발전은 멀티미디어 데이터베이스에 관련된 기술 중에서도 영상 데이터베이스 기술을 멀티미디어 정보 서비스의 핵심으로 인식되게 하는데 큰 기여를 하고 있다.

현재까지 영상 데이터를 검색하고 관리할 수 있는 영상 데이터베이스 검색 기술은 아직 초보적인 단계로서 문자기반(texture based)과 내용기반(content based) 검색 방법으로 나눌 수 있다.

문자기반 영상 검색 방법은 영상 데이터들에 대해서 사람이 별도로 입력한 키워드(keyword)를 이용하여 원하는 영상을 검색하는 방법이다. 그러나 이 방법은 동일한 영상 데이터에 대한 키워드가 개인에 따라서 다를 수 있기 때문에 색인(indexing) 정보의 일관성(consistence)과 객관성이 보장되지 않게 된다[10][19][25].

이에 대한 해결 방안으로 내용기반 영상 검색 기법이 사용되고 있다. 내용기반 영상 검색 방법은 영상의 색(color), 모양(shape), 질감(texture) 등 영상 자체가 지니고 있는 고유한 시각 특징을 추출하여 이를 색인하고, 이 색인 정보를 이용하여 원하는 영상을 검색하는 방법이다[11][12].

내용기반 영상 검색에 대한 연구로는 영상처리 과정을 통해 영상 데이터의 고유한 시각적 특징 값(characteristic value)을 추출하는 방법에 대한 연구와 추출된 특징 값들을 효율적으로 색인하는 방법에 대한 연구가 주를 이루고 있지만 아직 초기 단계로 이론적으로만 제시된 상태이다[26][28].

본 논문에서는 내용기반 영상 검색을 기반으로 하고 있으며, 내용 표현 요소로는 색상 정보와 모양 정보를 이용하였다. 또한 검색 범위를 줄여, 검색 시간을 단축하는 시스템을 구현 하고자 색상 정보와 모양 정보를 유사도 검색 과정에서 단계별로 적용하는 계층적 영상 검색 시스템을 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 내용기반 검색에 관한 기존의 방법들에 대한 고찰을 한다. 3

## II. 관련 연구

내용기반 검색 방법에서 가장 중요한 것은 각 영상이나 객체를 기술하는데 사용되어지는 특징의 집합을 어떻게 선택하느냐가 중요한 관건이라고 할 수 있다. 내용기반 영상 검색에서 갖추어야 할 조건들을 살펴보면, 첫 번째로 물체의 회전, 이동, 크기 변화에 민감하지 않아야 하며, 두 번째로는 많은 수의 영상을 위해 데이터베이스를 구축하므로 영상 특성에 대한 파라미터의 개수가 적어야 한다는 것이다. 현재 이러한 조건들을 만족시킬 수 있는 내용기반 검색 방법에 대한 다양한 연구가 활발히 진행 중에 있다.

현재까지 고려되어지고 있는 영상의 특징으로는 색상, 모양, 질감 등을 들 수 있다. 색상을 이용한 색인 연구는 대부분이 색상 히스토그램을 이용한다. 이는 유사한 영상은 유사한 색 분포를 가지고 있다는 가설 하에 Swain에 의해 제안되어졌다[4][17][18]. 이 방법은 계산이 쉽고 효율적이며 영상의 회전과 작은 이동에도 민감하지 않다는 장점이 있다. 반면 빛의 밝기와 영상내의 물체의 크기에 민감하고, 전혀 다른 영상도 같은 색상 분포를 가질 수 있다는 단점이 있다. 현재 색상 히스토그램 방법의 단점을 보완하기 위해서 공간 정보를 이용하려는 연구와 모양 정보를 결합하려는 연구가 제안되고 있다. [4][23][24][25].

색상 정보에 공간 정보를 이용한 방법으로는 Striker에 의해 제안된 방법[8], Pass에 의해 제안된 방법,[15] Dawn에 의해 제안된 방법[16] 등이 있으며, 색상 정보와 모양 정보를 결합하려는 방법으로는 Jain에 의해 제안된 방법[9]이 있다.

Striker에 의해 제안된 방법[8]은 색상 정보에 대하여 대수적 의미의 중심 모멘트를 적용하여 색상 분포 특성을 고려함으로써 비교적 현실적인 알고리즘을 제안하였다.

그러나 영상의 중요한 정보가 되는 위치성을 고려하지 않음으로써 다음과 같은 문제를 가지고 있다.

(그림 1)을 보면 세 가지의 영상에 대한 히스토그램이 나와 있다. H1, H2 영상은 빛의 밝기가 조금 다른 유사한 영상이고 H3은 다른 영상이다. Striker의 방법은 영상의 공간 정보를 고려하지 않았기 때문에 H1, H2, H3 모두 유사한 영상이 나타난다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 Striker(18)는 1996년에, 영상을 다섯 개의 부분적으로 오버랩된 퍼지 영역으로 나누고, 각 영역에서 3차 모멘트까지 계산한 값들의 차의 합을 거리 측정값으로 사용하는 방법을 제안하였다.

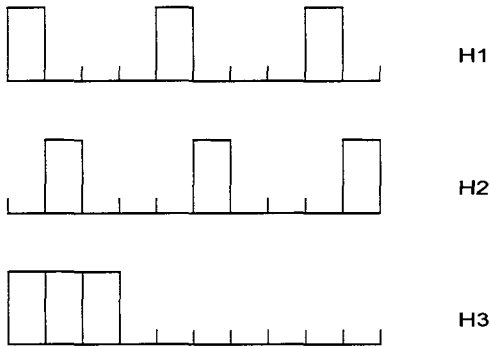


그림1. 색상 히스토그램  
Figure 1. Color Histogram

Pass에 의해 제안된 CCV(Color Coherence Vector) 방법은 각 화소의 색상 값이 연속적인가 아니면 비연속적 인가로 분류하여 색상 정보를 표현하는 방법이다. CCV는 각 색상 값을 n개의 색 버킷(bucket)으로 나눈 후, 각 색 버킷에 해당하는 화소 좌표 값을 저장한다. 그리고 이 화소 좌표 값을 이용해서 해당 색의 연속성 여부를 계산한다. 영상의 각 색 버킷의 연속된(coherence) 화소의 개수의 차와, 연속되지 않은(incoherence) 화소의 개수의 차의 합을 거리 측정값으로 사용하였다. 이 방법은 구현이 간단하며, 색상 정보의 지역적 특성을 고려하여 같은 색상 분포를 가지는 다른 영상을 구별하는 것이 가능한 장점이 있다. 그러나 계산량이 많아 많은 처리 시간이 요구된다. 또한 대용량 영상 데이터베이스 검색시, 전혀 유사하지 않는 집단의 영상까지도 비교하는 중복성이 발생한다.

Dawn에 의해 제안된 CBA(A New Content Based Comparison Algorithm) 방법은 히스토그램과 CCV 방법에 공간 정보를 위한 영역 분할 방법을 추가하였다.

CBA는 색을 64개의 버킷으로 나누었고, 각 버킷에 해당되는 색의 히스토그램을 구한다. 그리고 나서, 11개의 영역을 정해놓고, 각 히스토그램을 전체 영역 화소의 개수로 나눈 값이 어느 영역에 속하는 지를 구한다. 각 색과 연관된 영역에 속한 화소 개수 차의 합이 거리 측정값이 된다.

이러한 방법들에서 사용된 색상 특징은 영상내에서의 이동(translation), 회전(rotation), 축척(scale)에 불변한다는 장점을 가지고 있지만, 잡음의 첨가나 감마 보정(gamma correction) 값의 변화(12)(24)와 같은 색상 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 매우 민감한 반응을 일으키게 된다.

Jain은 이러한 색상만을 사용했을 때의 단점을 극복하기 위해 색상 정보와 모양 정보를 결합한 내용기반 영상 검색 방법을 제안하였다. Jain은 Swain의 방법을 약간 변형시킨 색상 히스토그램 인터섹션 방법과 모양 정보를 위한 방향 히스토그램 인터섹션 방법을 사용하였다. 또한 검색 시간을 단축시키기 위해 클러스터링(clustering) 방법과 branch and bound-based matching 방법을 사용하였다. 이 방법에서는 색상과 모양 정보를 결합함으로써 검색의 효율은 높였지만, 균등 양자화기(uniform quantizer)를 통해 생성된 그룹(bin) 간의 단순한 히스토그램 비교 방법을 사용하였기 때문에 색상 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 다소 민감한 반응을 나타내는 단점이 있다. 또한 모양 정보 추출을 위해 Canny Edge Operator를 이용한 경계선의 방향 히스토그램을 사용함으로써 영상내의 물체의 이동에는 불변하지만, 회전에 상당히 민감한 반응을 보이는 단점을 가지고 있다(28).

### III. 제안된 내용기반 검색 방법

이 장에서는 기존 방법들의 문제점을 극복하고 검색을 향상시키기 위해 색상 정보와 모양 정보를 효과적으로 추출하여 보다 강건하게 동작할 수 있는 알고리즘을 제시하고자 한다. 제안하는 방법의 내용기반 영상 검색 시스템의 전체적인 구조는 (그림 2)에 나타내었다.

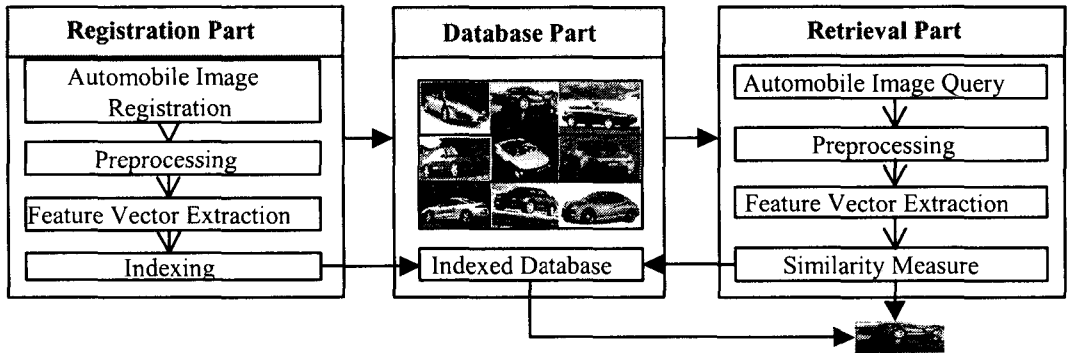


그림2. 내용기반 영상 검색 시스템  
Figure 2. Content-Based Image Retrieval System

### 3.1 색상 특징 추출

내용기반 영상 검색에서 영상 특징 추출 방법으로 히스토그램 방법을 가장 많이 사용하고 있다. 그러나 이 방법은 전혀 다른 영상도 같은 색상 분포를 가질수 있다는 단점이 있다. 또한 Striker의 방법은 색상 정보에 대하여 대수적 의미의 중심 모멘트를 적용하여 색상 분포 특성을 고려하였다. 그러나 이 방법은 영상의 전체적인 색상 분포 특성만을 고려함으로써 실제 영상과는 전혀 다른 결과를 나타낼 수 있다. 따라서 이러한 단점을 보완하기 위해 영상의 공간 정보를 사용하고 있다.

본 논문에서는 색의 위치 정보를 고려하기 위해서 지역 색상 분포 특성에 모멘트 값을 이용한 색상 특징 추출 방법을 제안하고자 한다. 또한 해당 채널에 대한 그룹을 조정함으로써 그 계산량에 대한 단점을 보완하여 대표 색상 특성을 효과적으로 나타낼 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 색상 특징 추출은 다음과 같이 세 단계로 나누어진다.

- 영역 분할
- HSI 색상 모델로의 변환
- 색상 특징 벡터 산출

#### (1) 영역 분할

색상을 이용한 내용기반 영상 검색에서는 색상만으로 영상의 특징을 대변할 수 없기 때문에 영상을 대표할 수 있는 색상 특징들과 이 색상들의 공간 위치 정보를 결합하여 검색 정보로 사용하게 되었다(7)(22)(23)(24)(25).

본 논문에서는 입력 영상내의 에지 성분들이 어느 위치에 존재하는지를 알아내어 이를 공간 정보로 이용하기 위해서 정규화 과정을 거쳐 얻은 입력 영상에 대하여 동일한 크기의 5 개의 부 영역으로 분할한다.

S5 영역은 영상의 중심지역에 많은 비중을 차지하는 색상을 선택하기 위해 다른 4 개의 영역과 오버랩된 영역이다. 이는 인간의 눈이 상대적으로 큰 색상 조각들의 분포에 특히 민감하며, 영상의 중앙에 집중된다는 사실에 바탕을 둔 것이다(7).

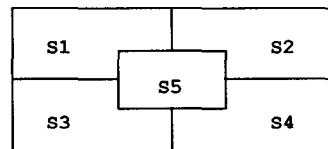


그림3. 5개의 부 영역으로 나눈 영상  
Figure 3. Divided Image of Five Subregions

#### (2) HSI 색상 모델로의 변환

내용기반 영상 검색에서 사용되는 색상은 RGB(Red, Green, Blue)보다는 사람의 눈이 인식하는 색과 유사하며, 각 축이 시각적으로 독립적인 HSI 즉, 색조(Hue), 채도(Saturation), 명암(Intensity)을 이용하는 것이 더 좋은 결과를 산출한다. 따라서 본 논문에서도 RGB 세 가지의 기본 색에 의해 표현되어 있는 입력 영상의 각 화소의 색상을 색조, 채도, 명도의 세 가지 성분들에 의해 이루어진 HSI 모델로 변환시킨다. RGB 모델에서 HSI 모델로의 변환 과정은 다음과 같다(6).

$$\begin{aligned}
 I &= 0.3R + 0.59G + 0.11 \\
 V1 &= R - I = 0.7R - 0.59G - 0.11B \\
 V2 &= B - I = -0.3R - 0.59G + 0.89B \quad (1) \\
 H &= \tan^{-1}\left(\frac{V_1}{V_2}\right), S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}
 \end{aligned}$$

(3) 색상 특징 벡터 산출

HSI 색상 공간으로 표현된 각 부 영역에 대하여 색조, 채도, 명암 정보를 구한다. 부 영역내의 화소 값에 대하여 모멘트와 같은 불변 특징을 이용하면 영상내에서의 색상 분포를 특징지을 수 있다. 이것은 어느 좌표 변환에서도 변하지 않는 대수적 불변에 기초를 두고 있기 때문이다. 본 논문에서는 각 모멘트 값으로 아래의 식 (2)와 같이 영상의 색상에 대한 평균, 표준 편차, 왜도를 이용한다.

$$\begin{aligned}
 E_i &= \frac{1}{M \cdot N} \sum_{j=1}^6 P_{ij} \\
 S_i &= \left( \frac{1}{M \cdot N} \sum_{j=1}^6 (P_{ij} - E_i)^2 \right)^{1/2} \quad (2) \\
 \sigma_i &= \left( \frac{1}{M \cdot N} \sum_{j=1}^6 (P_{ij} - E_i)^3 \right)^{1/3}
 \end{aligned}$$

여기서  $P_{ij}$ 는 입력 영상  $M \times N$ 의  $j$ 번째 채널에 대한  $i$ 번째 화소의 값을,  $E_i$ 는 각 채널에 대한 평균,  $S_i$ 는 표준 편차,  $\sigma_i$ 는 왜도를 나타낸다. 본 실험에서는 크기가  $m \times n$ 인 각 부 영역에 대해 위의 각 특징 모멘트 값을 구해서 이를 특징 벡터 값으로 한다. 즉,  $k$ 번째 부 영역  $S_{mn}$ 에 대한 특징 벡터는  $Sk(E_{mn}, S_{mn}, \sigma_{mn})$  이다.

3.2 모양 특징 추출

모양 특징을 추출하기 위한 지금까지의 방법으로는 불변 모멘트(Moment Invariants)[2], 저나이크 모멘트(Zernike Moment)[3] 등이 있다. 이 중에서 불변 모멘트는 영상에서 물체의 회전, 이동, 축척 등에 불변한다는 장점이 있어 단일 특징을 사용한 경우 다른 방법들보다 비교우위를 나타내고 있다[22][23][24][25].

따라서 본 논문에서는 기존의 불변 모멘트를 변형시켜 만든 향상된 불변 모멘트(Improved Moment

Invariants : IMI)[5]를 이용한 모양 특징 추출 방법을 제시하고자 한다. IMI는 기존 불변 모멘트의 장점인 회전, 이동, 축척 등에 불변한다는 장점을 그대로 지니면서 기존 불변 모멘트의 단점인 많은 연산량을 감소시켰다. 또한 Jain의 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점도 해결하였다.

본 논문에서 제시한 모양 특징 추출은 다음과 같이 세 단계로 나누어진다.

- 그레이 영상으로의 변환
- 윤곽선 추출
- IMI 처리에 의한 모양 특징 벡터 산출

(1) 그레이 영상으로의 변환

모양 특징을 추출하기 위한 전처리 과정으로 윤곽선을 추출할 경우 색상 정보는 큰 비중을 차지하지 않는다. 또한 색상 영상의 각 채널(R, G, B의 3개 채널)마다 따로 모양 특징 벡터를 추출하여 사용하면 상당히 많은 수의 계수를 고려해야 되고, 그로 인해 영상간의 유사성을 측정하기 위해서 여러 개의 특징 벡터를 비교해야 한다는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 RGB의 3개의 채널을 갖는 색상 영상을 하나의 채널을 갖는 그레이 영상으로 변환한다.

(2) 윤곽선 추출

윤곽선은 농도가 급격히 변화하는 경계 부분으로서 고주파 성분을 많이 가지고 있다. 따라서 평탄 부분에 해당하는 요소들을 가진 저주파 성분을 제거해 주면 윤곽선 성분만 남게되므로 윤곽선을 추출할 수가 있다[27].

본 연구에서는 DCT(Discrete Cosine Transform) 처리 결과 얻어지는 변환 데이터에서 영상 압축과는 반대로 저주파 성분은 버리고 고주파 성분을 강조함으로써 윤곽선 추출에 활용하고자 하였다. 즉, 양자화 테이블의 양자화 계수를 불필요한 대역폭에는 영을 곱하여 걸러내고, 선택된 주파수 대역에는 영이 아닌  $m$ 값의 양자화 계수를 곱하여 윤곽선 부분을 강조하여 이를 IDCT(Inverse DCT) 처리를 하면 완전한 윤곽선 영상이 얻어진다. 양자화 계수  $m$ 값은 실험에 의해 구한다. 아래의 (그림 4)는 윤곽선 추출 및 확인 과정을 나타낸 것이다.

본 논문에서 윤곽선 추출 알고리즘으로 DCT를 채택한 이유는 DCT 알고리즘이 JPEG등과 같은 비디오프로세서들에서 구현되고 있는 DCT 처리를 위한 하드웨어를 그대로 이용할 수 있기 때문에 실시간 윤곽선 추출이 가

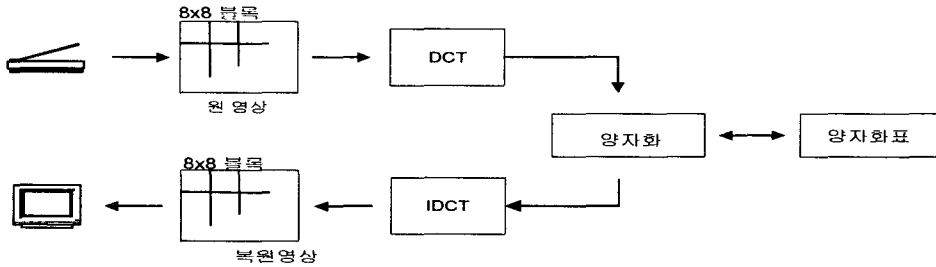


그림4. 윤곽선 추출 및 확인 과정  
Figure 4. Edge Detection and Confirmation Process

능할 것이며, 또한 실시간 전송 등을 위해 압축이 동시에 이루어질 수 있다는 장점이 있다. 또한 DCT를 대역 변환 필터로 이용하여 고주파 부분을 제거해버리는 본 알고리즘의 특성상 잡음이 많은 환경에서의 윤곽선 검출 능력은 이론적으로도 매우 좋을 것이라고 예상할 수 있어서이다. 다음의 그림은 DCT를 이용해 추출한 윤곽선에 대한 예제 그림이다.

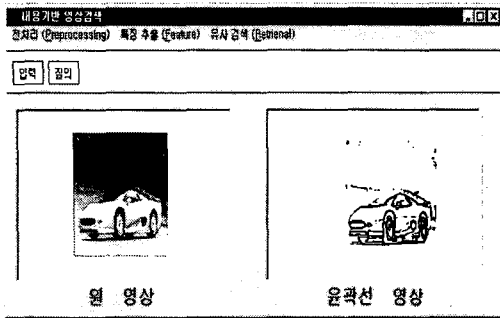


그림 5. 윤곽선 추출 예제  
Figure 5. Examples of Edge Detection

(3) IMI 처리에 의한 모양 특징 벡터 산출

불변 모멘트는 영상내의 물체 내부와 윤곽선에 해당하는 모든 화소들을 대상으로 연산을 하였으나 IMI는 물체의 윤곽선에 해당하는 화소들만을 대상으로 연산을 수행하므로 원래의 것에 비해 연산량 측면에서 상당히 감소시킨 것이라 할 수 있다.

IMI를 통해 생성되어지는 모양 특징은 7개의 계수로 나타내어지는데, 제안하는 방법에서는 이러한 IMI를 사용함으로써 영상내의 회전, 이동, 축척 등에 불변한 모양 특징을 추출할 수 있게 되었다. 7개의 계수로 나타내어지는 모양 특징을 추출하기 위한 관련된 식들은 아래와 같

다.

모양 경계선만을 사용하여 수정한 (p,q)번째 모멘트와 중심 모멘트를 식(3)과 식(4)에 나타내었다.

$$mpq = \int_C x^p y^q ds, \text{ for } p, q = 0, 1, 2, \dots \quad (3)$$

여기서  $\int_C$ 는 곡선 C에 따른 선 적분이다.

$$ds = \sqrt{((dx)^2 + (dy)^2)}$$

$$\mu_{pq} = \int_C (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q ds, \quad \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (4)$$

식 (4)를 디지털 처리하기 위해서는 식 (5)와 같이 변환한다. 그리고 차수  $p+q \leq 3$  까지의 중심 모멘트를 식 (6)에 의해서 쉽게 계산될 수 있다.

$$\mu_{pq} = \sum_{(x,y) \in C} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \mu_{00} &= m_{00}, \mu_{11} = m_{11} - \bar{y}m_{10}, \mu_{10} = 0, \mu_{30} = m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{10}, \mu_{01} = 0, \mu_{12} = m_{12} \\ &- 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{10} \end{aligned} \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \mu_{20} &= m_{20} - \bar{x}m_{10}, \mu_{21} = m_{21} - 2\bar{x}m_{11} - \bar{y}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{01}, \mu_{02} = m_{02} - \bar{y}m_{01}, \mu_{03} = m_{03} - 3\bar{y} \\ &m_{02} + 2\bar{y}^2m_{01} \end{aligned}$$

또한 축척 변화에 불변하도록 하기 위해서 식 (7)을 적용하여 정규화 할 수 있으며, 모양 특징으로 사용되는 7개의 불변 모멘트 값은 식 (8)에 의해서 구할 수 있다.

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{(\mu_{00})^{p+q+1}}, \dots p+q = 2, 3, \dots \quad (7)$$

$$\phi_1 = \eta_{20} + \eta_{02}$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2$$

$$\begin{aligned} \phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2 \\ \phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})\{(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\ &\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\} + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \\ &\quad \eta_{03}) \times \{3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\} \quad (8) \\ \phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})\{(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\} \\ &\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ \phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})\{(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\ &\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2\} + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \\ &\quad \eta_{03}) \times \{3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2\} \end{aligned}$$

여기서  $1 \leq i \leq 7$  일 때 모멘트 값  $\phi_i$  는 축척, 이동, 회전에 불변

### 3.3 색상과 모양 특징의 계층적 유사 측정 방법

일반적으로 유사성 척도는 크게 매트릭스 기반 측정, 집합 이론 기반 측정, 결정 이론 측정 방법 등이 있다 [23]. 이 중에서 가장 많이 사용되고 있는 척도로는 매트릭스 기반 측정 방법인 유클리디안 거리 함수이다. 본 논문에서도 유사성 측정을 위하여 유클리디안 거리 함수를 이용한 다단계 측정 방법을 사용하고 있다.

색상 특징 정합은 지역 색상 분포 특성을 고려하여 각 특징 모멘트 값으로 구한 색상에 대한 평균, 표준 편차, 왜도를 통해서 이루어진다. 먼저  $m \times n$ 개의 부 영역을 가지는 두 영상  $Q(X, Y)$ ,  $I(X, Y)$  사이의 유사성 척도  $D(Q, I)$ 를 식 (9)과 같이 정의한다.

$$DC(Q, I) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n |E_{ij} - E'_{ij}| + |S_{ij} - S'_{ij}| + |\sigma_{ij} - \sigma'_{ij}| \quad (9)$$

여기서  $E_{ij}$ ,  $S_{ij}$ ,  $\sigma_{ij}$ 는  $Q$  영상의 각 특징 벡터이고,  $E'_{ij}$ ,  $S'_{ij}$ ,  $\sigma'_{ij}$ 는  $I$  영상의 각 특징 벡터를 나타내며,  $DC(Q, I)$ 는 각 특징 모멘트간의 비교로 나온 색상 정보의 결과이다.

모양 특징 정합은 IMI를 이용해서 연산되어진 7개의 계수를 통해서 이루어진다. 질의 영상과 데이터베이스내의 영상과의 비교가 가능하도록 하기 위해서 아래의 식 (10)에 적용한다.

$$DS(Q, I) = \sum_{i=1}^7 (M_i^Q - M_i^I)^2 \quad (10)$$

여기서  $M_i^Q$ 는 질의 영상,  $M_i^I$ 는 데이터베이스내의 영상에 해당되는 IMI 계수이며,  $DS(Q, I)$ 는 IMI 계수들간의 비교로 나온 모양 정보의 결과이다.

본 논문에서는 질의 영상  $Q$ 와 데이터베이스내의 영상

$I$ 와의 유사도를 결정하기 위해서 2 단계로 나누어 수행한다. 1 단계에서는 색상 특징 정합에 의해 임계값 이상인 영상들만을 1차적으로 개략 분류한다. 그리고 2단계에서는 1차적으로 개략 분류된 영상들만을 대상으로 모양 특징 정합에 의해 최종적으로 상세 분류 검색함으로써 효율적인 영상 검색이 가능하도록 하였다. 다음의 (그림 5)는 계층적 영상 특징 추출 과정을 나타낸 것이다.

## IV. 실험 및 고찰

본 논문에서 제안한 검색 방법의 실험을 위해서 IMB 호환 기종의 CPU 450MHz인 펜티엄 PC를 이용하였으며, 검색 알고리즘은 비주얼 C++ 5.0을 이용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상 데이터베이스는 자동차 영상 300점과 질의 영상 10점을 사용하였고, 그 일부를 (그림 6)에 나타내었다. 실험에 사용된 각 입력 영상과 질의 영상은 RGB 색상의 JPEG 파일로  $128 \times 128$  화소의 크기로 정규화된 256 색상을 가지고 있다.

내용기반 영상 검색 시스템의 여러 성능을 측정하기 위한 뚜렷한 표준이 아직 없다. 때문에 본 논문에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 Recall과 Precision을 사용하여 비교 분석하였다(1). Recall과 Precision은 아래의 식 (11)에 의해서 구할 수 있다.

$$\text{Recall} = \frac{R_r}{T}, \quad \text{Precision} = \frac{R_r}{T_r} \quad (11)$$

여기서  $T$ 는 검색 대상 중에서 관련된 항목의 총수를,  $T_r$ 은 검색된 항목의 총수를,  $R_r$ 은 검색된 항목 중에서 관련된 항목의 수를 나타낸다. 실험에서 관련된 영상은 유사도가 0.5 이상인 것으로 하였다. 이것은 거리 함수 값이 0.5보다 큰 값을 기준으로 검색을 하면 검색 대상의 영상 수가 많아져서 유사하지 않는 영상도 많이 검색되어 검색의 효용성이 떨어진다. 따라서 검색 결과의 타당성을 위해 반복적인 실험을 통하여 거리 함수 값을 0.5로 정하였다.

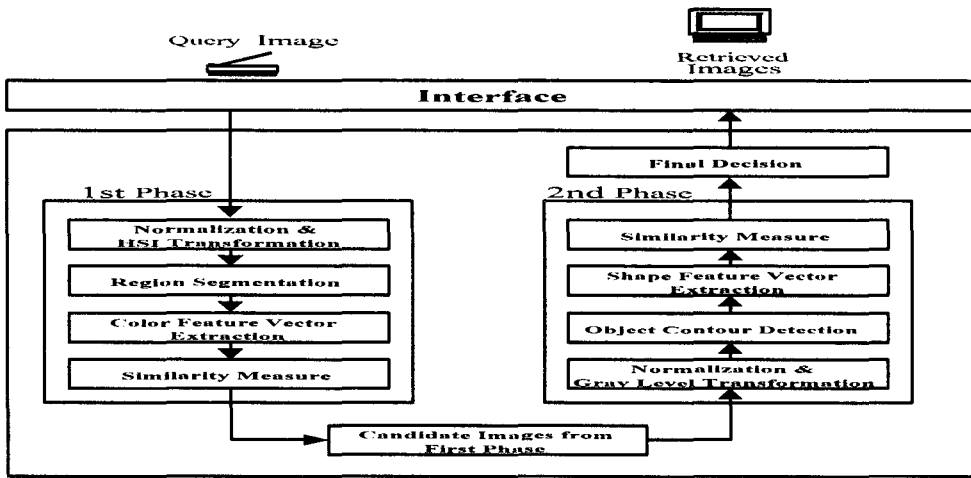


그림 5. 특징 추출 과정  
Figure 5. Processing of Feature Extraction

표 1. 제안된 방법의 검색 결과  
Table 1. Retrieval Results of the Proposed Method

	Recall	Precision
Striker의 방법	0.76	0.71
Jain의 방법	0.78	0.73
제안한 방법	0.96	0.91

〈표 1〉에서 보는 바와 같이, 제안된 검색 시스템은 효율성 평가 척도인 Recall과 Precision으로 분석한 결과 96%, 91%의 좋은 성능을 보였다.

또한 본 논문에서 제안한 계층적 내용기반 영상 검색 방법에서 1 개 영상에 대한 평균 검색 시간을 구해본 결과 다음의 〈표 2〉와 같이 계층적 검색을 적용한 시간이 일반적인 검색 시간보다 약 19% 단축되었다.

표 2. 검색 시간의 비교  
Table 2. Compare of Retrieval Times

	일반적인 검색	계층적 검색
영상 1개의 평균 검색 시간	0.314 sec	0.253 sec

위 〈표 1〉, 〈표 2〉의 결과를 종합해 볼 때, Striker 방법과 Jain의 방법보다는 본 논문에서 제안한 검색 방법이 검색의 효율성 측면에서는 우수함을 나타내었다. 따라서 본 논문에서 제안한 방법은 검색의 효율성이 중요시 되는 응용 분야에 효과적으로 사용될 수 있다.

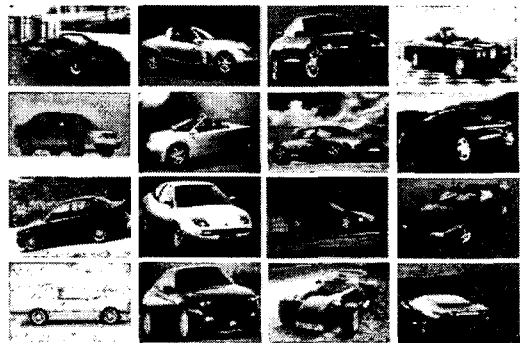
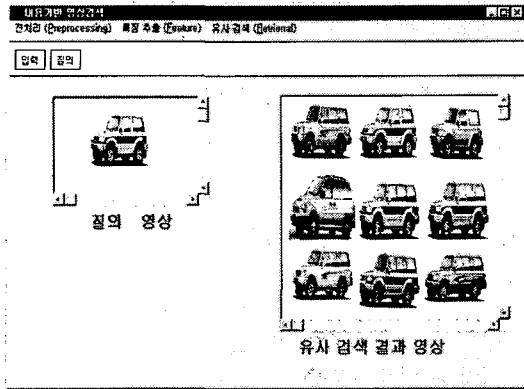


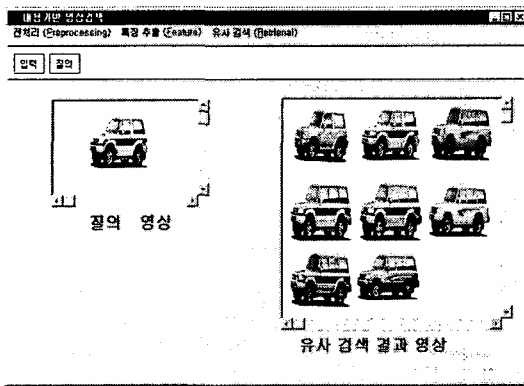
그림 6. 실험 영상 데이터베이스 일부  
Figure 6. The Part of Experimental Image Database

다음의 (그림 7)은 본 논문에서 구현한 시스템의 실험 결과 영상을 보여주고 있다. 개략적인 분류에서는 질의 영상과 유사한 영상들뿐만 아니라 같은 색상 분포를 가지는 다른 영상들도 보임을 알 수 있다. 상세분류에서는 개략 분류 단계에서 유사한 영상으로 분류되었던 후보 영상들에 대하여 모양 특징 벡터에 의해 유사도 계산을 수행한 결과, 질의 영상과 관련 없는 영상들은 제외되고 질의 영상과 관련 있는 영상들만이 유사 영상으로 검색되어 나타나는 것을 알 수 있다.





(a) 개략 분류



(b) 상세 분류

그림 7. 실험 결과 영상

Figure 6. Image of Experimental Result

모양 정보를 추출하기 위한 방법으로 IMI를 사용함으로써 기존 불변 모멘트의 장점인 회전, 이동, 축척 등에 불변하는 장점은 그대로 유지하였고, 기존 불변 모멘트의 단점인 많은 연산량 문제와 Jain의 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점은 해결하였다.

그리고 유사 검색 과정에서 거리 계산의 대상이 되는 영상의 수를 줄이고자 색상 정보와 모양 정보를 단계별로 거리 계산에 이용하는 계층적 유사 검색 방법을 사용하였다. 즉, 1 단계에서는 추출된 영상의 색상 특징을 이용한 거리 차로 개략 분류를 하고, 2 단계에서는 1 단계에서 개략 분류된 영상들만을 대상으로 모양 특징을 이용한 거리 차로 상세 분류하여 원하는 영상을 최종적으로 검색해 내는 방법을 사용하였다.

본 논문의 실험에서는 자동차 영상 300여 점에 대하여 질의 영상 10여 점으로 실험하였으며, 실험한 결과 Striker와 Jain의 방법보다 본 논문에서 제안한 검색 방법이 검색의 효용성 측면에서 더 우수하다는 것을 알 수 있었다.

앞으로의 연구는 검색의 효율을 높이기 위한 다양한 영상의 특징 추출 방법에 대한 후속 연구가 필요하며, 또한 다차원 특징 벡터에 대한 적절한 색인 구조를 연구함으로써 영상을 보다 효율적으로 저장하고 검색할 수 있는 방법이 구현되어야 할 것이다.

## V. 결론

본 논문에서는 영상 데이터베이스를 효율적으로 검색하기 위해 영상의 내용 표현 요소인 색상 정보와 모양 정보를 유사도 검색과정에서 단계별로 적용하여 원하는 영상을 검색하는 새로운 접근 방법을 제안하였다.

색상정보를 추출하기 위한 방법으로 지역 색상 분포 특성에 모멘트 값을 이용한 색상 특징 정보를 추출하는 방법을 사용함으로써 Striker의 방법을 개선하였다.

## 참고 문헌

- [1] Salton, G., and M. J. McGill, Introduction to Modern Information Retrieval, McGraw-Hill, New York, N. Y., 1983.
- [2] C. H. Teh and R. T. Chin, "On Image Analysis by The Methods of Moments," IEEE Trans. on PAMI, Vol. 10, 1988.
- [3] A. Khotanzad and Y. H. Hong, "Invariants Image Recognition by Zernike Moment," IEEE Trans. on PAMI, Vol.12, No. 5, pp.289-497, 1990.

- [4] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, Vol. 7, No. 1, pp. 11-32, 1991.
- [5] C. C. Chen, "Improved Moment Invariants for Shape Discrimination," *Pattern Recognition*, Vol. 26, No. 5, pp. 683-686, 1993.
- [6] Ioannis Pitas, *Digital Image Processing Algorithms*, Prentice Hall, 1993.
- [7] W. Hsu, T. S. Chua and H. K. Pung, "An Integrated Color Spatial Approach to Content Based Image Retrieval," *Multimedia '95*, pp. 305-313, 1995.
- [8] M. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Image," *Proceedings of SPIE 2420*, pp. 381-392, 1995.
- [9] A. K. Jain and A. Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape," *Pattern Recognition*, Vol. 29, No. 8, pp. 1233-1244, 1996.
- [10] Rajiv Mehrotra and James E. Gary, "Feature-Based Retrieval of Similar Shapes," *IEEE 9th International Conference on Data Engineering*, 1993.
- [11] W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic, P. Yanker, C. Faloutsos, and G. Taubin, "The QBIC Project : Querying Images by Content using Color, Texture, Shape," *Proc. SPIE 1908*, pp. 173-187, 1993.
- [12] Tat-Seng Chua, Swee-Kiew Lim and Hung-Keng Pung, "Content-Based Retrieval of Segmented Images," *ACM Multimedia 1994*, pp. 211-218, 1994.
- [13] G. Lu, "On Image Retrieval Based on Colour," *Proc. SPIE 2420*, pp. 310-320, 1995.
- [14] P. Aigrain, H. Zhang and D. Petkovic, "Content-Based Representation and Retrieval of Visual Media : A State-of-the-Art Review," *Multimedia Tool and Application*, Vol. 3, pp. 179-202, 1996.
- [15] G. Pass and R. Zabih, "Histogram Refinement for Content-Based Image Retrieval," *Third IEEE WACV(Workshop on Application of Computer Vision)*, pp. 96-102, December 2-4, 1996.
- [16] Dawn, Xiaodong, Song, "CBA — A New Content Based Comparison Algorithm," <http://www.cs.cornell.edu/info/People/skyxd/paper1.html>.
- [17] Bong-gi. Kim, Hae-seok. Oh, "Multi-Level Content-Based Image Retrieval Technique using Feature Information," '98 International Conference Digital Library & Knowledge September 22, 1998, Seoul Korea.
- [18] Bong-gi. Kim, Hae-seok. Oh, "A Feature-Based Retrieval Technique for Image Database," *4th International Conference on Virtual System and Multimedia*, 1998.
- [19] Bong-gi. Kim, Hae-seok. Oh, "A Multi-phase Content-Based Retrieval Technique for Image Database," *International Conference on Computer Processing of Oriental Languages*, 1999.
- [20] 김봉기, 오해석, "이미지의 특징 정보를 이용한 내용기반 이미지 검색 시스템," *숭실대학교 대학원 논문집 제 15 집*, 1997.
- [21] 김봉기, 오해석, "내용기반 검색을 위한 영상의 특징 추출 기법," *한국정보처리학회 1998년 제 11회 산·학·연 멀티미디어 산업기술 학술대회 논문집*, 1998.
- [22] 김봉기, 오해석, "색상과 모양 정보를 이용한 다단계 내용기반 영상 검색 기법," *한국정보처리학회 추계 학술발표대회 논문집*, Vol. 5, No. 2, 1998.
- [23] 김봉기, 오해석, "특징기반 영상 검색 시스템을 위한 다단계 영상 검색 기법," *한국데이터베이스*

- 학회 논문지, 제 5 권, 제 1 호, 1998.
- [24] 김봉기, 오해석, "특징기반 영상 데이터베이스 검색 기법," 한국정보처리학회 논문지 제 5 권, 제 11 호, 1998.
  - [25] 김봉기, 오해석, "색상과 모양 정보를 이용한 2 단계 영상 검색 기법," 한국멀티미디어학회 논문지 제 1 권, 제 2 호, 1998.
  - [26] 배희정, "칼라와 질감을 이용한 영상 데이터베이스 검색," 창원대학교 석사학위 논문, 1996.
  - [27] 정화자, "DCT를 이용한 윤곽선 추출," 한국 정보과학회 논문지(C), 제 3 권, 제 1 호, pp. 90-97, 1997.
  - [28] 김익재, 이제호, 권용무, 박상희, "변형된 질의 영상에 강한 내용기반 영상 검색 기법," 한국 방송공학회 논문지, 제 2 권, 제 1 호, pp. 74-83, 1997.

## 저자 소개

### 김 봉 기

1987년 숭실대학교 전자계산학과(공학사)  
 1989년 숭실대학교 전자계산학과(공학석사)  
 1999년 숭실대학교 전자계산학과(공학박사)  
 1994년 ~ 1998년 한림정보산업대학 컴퓨터응용과 교수  
 1999년 ~ 현재 국립진주산업대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 웹 데이터베이스, 내용기반검색, 전자상거래



### 김 흥 준

1989년 단국대학교 전자계산학과(이학사)  
 1993년 단국대학교 전산통계학과(이학석사)  
 1999년 단국대학교 전산통계학과(이학박사)  
 1999년 ~ 현재 국립진주산업대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야 : 컴퓨터구성 및 성능평가, 시뮬레이션



### 김 창 군

1985년 경상대학교 전산통계학과(이학사)  
 1991년 경남대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
 1999년 경남대학교 컴퓨터공학과(공학박사)  
 1995년 ~ 현재 국립진주산업대학교 컴퓨터공학과 교수  
 관심분야 : 멀티미디어 통신, VOD, 정보통신 시스템