

# 색상과 모양 정보를 이용한 2단계 영상 검색 기법

김봉기<sup>†</sup> · 오해석<sup>\*\*</sup>

## 요 약

최근 멀티미디어 기술의 발전으로 인해 영상을 효율적으로 검색할 수 있는 영상 데이터베이스 시스템이 정보화 사회의 중요한 핵심 기술로 대두되고 있다. 본 논문에서는 내용기반 영상 데이터 검색을 위한 영상 특징 추출 방법으로 색상 정보와 모양 정보를 고려하는 2 단계 영상 검색 시스템을 제안하였다. 1 단계에서는 색상 정보를 위해서 Striker 등이 제시한 색상 분포 특성을 이용한 색인 방법의 문제점을 보완하고 확장하여 지역 색상 분포 특성을 고려한 색인 방법을 사용하여 1차로 영상을 개략 분류한다. 2 단계에서는 1 단계에서 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.

## The 2-Phase Image Retrieval Technique using The Color and Shape Information

Bonggi Kim<sup>†</sup> and Haesock Oh<sup>\*\*</sup>

## ABSTRACT

As a result of remarkable developments in multimedia technology, the image database system that can efficiently retrieve image data becomes a core technology of information-oriented society. In this paper, we proposed the 2-phase Image Retrieval System considering both color and shape information as the method of image features extraction for content-based image data retrieval. At the first level, to get color information, with improving and extending 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.

## 1. 서 론

멀티미디어 데이터 중 하나인 영상은 멀티미디어

기술 개발과 더불어 입력 장치인 스캐너와 대용량의 저장 장치의 보급으로 인해 사용 빈도가 점점 증가되고 있으며, 이로 인해 많은 영상 데이터베이스들이 생성되고 다양한 목적으로 사용되어지고 있으면서 정보화 사회의 중요한 핵심 기술로 대두되고 있다.

<sup>†</sup> 한림정보산업대학 컴퓨터응용과

<sup>\*\*</sup> 숭실대학교 정보과학대학 컴퓨터학부

영상 데이터베이스는 많은 수의 영상들로 구성되어 있기 때문에 사용자가 원하는 영상을 찾는 데는 상당한 어려움이 따른다. 따라서 데이터베이스로부터 원하는 영상을 효율적으로 검색할 수 있는 방법이 요구되어지고 있다.

영상 데이터베이스 검색 방법은 크게 문자 기반(texture based), 내용 기반(content based), 의미론적 기반(semantic based) 방법으로 나눌 수 있다.

문자 기반 검색은 영상 데이터들에 대해서 사람이 입력한 키워드(keyword)를 이용하여 원하는 영상을 검색하는 방법이다. 이 방법은 각 영상의 적절한 키워드를 사용자가 부여해야 되기 때문에 데이터베이스가 커질수록 일일이 사람이 각각의 영상들을 문자로 기술(description)해서 색인(indexing)한다는 것은 불가능하다. 또한 사람이 색인 작업을 하게 되면 개인의 주관성이 포함되기 때문에 사용자에 따라서 한 영상에 대한 키워드가 다를 수 있어 색인 정보의 일관성(consistence)과 객관성이 보장되지 않게 된다[27].

의미론적 기반 검색은 의미론적인 의미(semantic meanings)를 사용하는 방법으로서 추상화(abstraction)된 특징들을 사용하는데 이러한 특징들은 적용 분야와 상당히 밀접한 관계를 갖고 있으므로 분야가 제한된 환경에서만 사용할 수 있다. 이런 이유로 영상 데이터베이스에서는 내용을 기반으로 한 영상 검색 기법이 요구되어지고 있으며, 이와 관련된 여러 방법들이 연구되어지고 있다[15].

내용 기반 검색은 영상의 색(color), 모양(shape), 질감(texture) 등 영상의 내용적인 특징 또는 속성들을 이용하여 원하는 영상을 검색하는 방법이다. 이 방법은 영상을 표현하는 문자 정보에 의존하는 것이 아니라 영상에서 추출한 시각적인 특성을 이용한다. 따라서 다양한 영상에 대하여 효율적으로 표현할 수 있으며, 다양한 질의 방법을 통한 검색을 제공해 주는 장점이 있다[9][11][23].

내용 기반 검색에서 사용되는 특징(feature) 중에서 질감 특징은 실제 영상에서 질감을 특징으로 추출하는 것은 아직까지 한계가 있으며, 사용자가 시각적인 예를 제시하는 방식(query by example)에 적용하기 어려운 단점이 있다. 모양 특징은 모양을 이용해서 자동 색인을 하려면 대상 영상의 범주를 한정해야 하므로 아직까지는 특정한 분야 영상의 검색에만 사용 가능하다. 이에 비해 색상은 모양과 질감 특징보

다는 추출하기가 용이하고 사용자가 시각적인 예를 제시하는 방식에 적용하기에 적합하다.

이러한 이유 때문에 초기 영상 데이터베이스 시스템에서는 영상의 내용 특징으로 색상 특징을 주로 사용하였다. 그러나 색상 특징은 잡음의 첨가나 감마 보정(gamma correction) 값의 변화[12][24]와 같은 색상 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 매우 민감한 반응을 일으키는 단점이 있다. 따라서 최근의 영상 데이터베이스 시스템에서는 색상만을 사용했을 때의 단점인 색상 특성을 변화시키는 요인에 대해 변화된 색상 히스토그램의 정보를 어느 정도 보완하기 위해 모양 특징을 병합하여 사용하는 추세이다.

본 논문에서는 내용기반 영상 데이터 검색을 위해 영상 특징 추출 방법으로 색상 정보와 모양 정보를 고려하는 2단계 영상 검색 시스템을 제안하였다.

1단계에서는 색상 정보를 추출하기 위해서 히스토그램 방법의 단점과 Striker 등이 제시한 색상 분포 특성을 이용한 색인 방법의 문제점을 보완하고 확장하여 지역 색상 분포 특성을 고려한 색인 방법을 사용하여 1차로 영상을 개략 분류한다. 2단계에서는 1단계에서 분류된 집단 영상들에 대하여 2차로 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants : IMI)를 이용한 모양 정보를 이용해서 사용자가 질의한 영상과 유사한 영상을 최종적으로 검색한다. 제안하는 방법에서는 물체의 윤곽선에 해당하는 화소들만을 대상으로 연산을 수행하는 향상된 불변 모멘트를 사용함으로써 기존 불변 모멘트의 문제점인 많은 연산량과, Jain 등이 제시한 방향 히스토그램 인터섹션 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점을 해결하였으며, 영상내의 물체의 회전, 이동, 축척에 불변한 모양 특징을 추출할 수 있게 되었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 내용기반 검색에 관한 기존의 방법들에 대한 고찰을 한다. 3장에서는 색상과 모양에 관한 특징 추출에 대한 방법과 2 단계 정합 방법에 대해서 보이고, 4장에서는 기존 방법과의 비교 실험을 하였다. 5장에서는 결론을 보였다.

## 2. 관련 연구

내용기반 검색 방법에서 가장 중요한 것은 각 영

상이나 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][26]. 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][26].

색상 정보에 공간 정보를 이용한 방법으로는 Striker[13][18]에 의해 제안된 방법, Pass[17]에 의해 제안된 방법, Dawn[21]에 의해 제안된 방법 등이 있으며, 색상 정보와 모양 정보를 결합하려는 방법으로는 Jain[16]에 의해 제안된 방법이 있다.

Striker[13]에 의해 제안된 방법은 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.

위 그림 1을 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 영상으로 나온다. 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.

Pass에 의해 제안된 CCV(Color Coherence Vector)

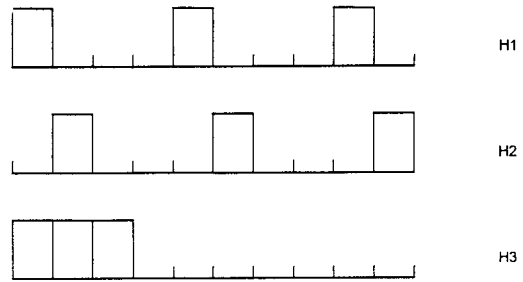


그림 1. 색상 히스토그램

방법은 각 화소의 색상 값이 연속적인가 아니면 비연속적인가로 분류하여 색상 정보를 표현하는 방법이다. CCV는 각 색상 값을 n개의 색 버킷(bucket)으로 나누는 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 속하는지를 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 내용기

반 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, 회전에는 상당히 민감한 반응을 보이는 단점을 가지고 있다.

### 3. 제안된 내용기반 검색 방법

이 장에서는 기존 방법들의 문제점을 극복하고 검색율을 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 2에 나타내었다.

#### 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 가질 수 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.

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

#### (1) 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. 즉, RGB 모델은 RGB의 비율에 의해 색을 결정하는 수학적 모델

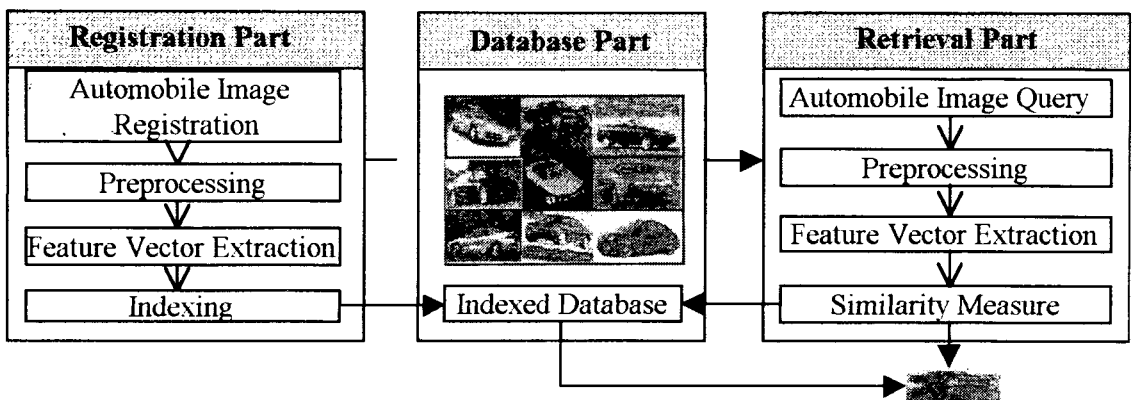


그림 2. 내용기반 영상 검색 시스템

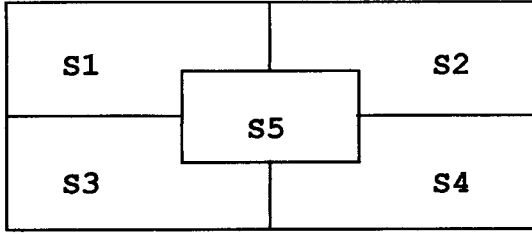


그림 3. 5개의 부 영역으로 나눈 영상

이라 색상 값을 정확히 알기 어려우나 HSI 모델은 직관적 모델이기 때문에 색상 값을 정확히 알 수 있으며, 또한 H, S, I 각 축이 독립적이기 때문에 각각에 대한 값을 쉽게 구할 수 있는 장점이 있다. 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.

$$\begin{aligned}
 I &= 0.3R + 0.59G + 0.11B \\
 V_1 &= R - I = 0.7R - 0.59G - 0.11B \\
 V_2 &= B - I = -0.3R - 0.59G + 0.89B
 \end{aligned} \tag{1}$$

$$H = \tan^{-1}\left(\frac{V_1}{V_2}\right), S = \sqrt{V_1^2 + V_2^2}$$

(2) 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 [15][24].

영역 분할에 앞서, 영상의 크기는 각각의 영상마다 그 크기가 다르고, 영상의 크기가 클 경우 처리 속도의 증가로 인해 실시간 검색이 어렵다. 따라서 영상들을 규칙적으로 처리하기 위해서는 정규화가 필요하다. 본 논문에서는 특징 추출시 영상 객체의 크기에 영향을 받지 않도록 하기 위해서 입력 및 질의 영상을 128×128로 크기 정규화 단계를 거치도록 한다.

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

S5 영역은 영상의 중심지역에 많은 비중을 차지하

는 색상을 선택하기 위해 다른 4개의 영역과 오버랩된 영역이다. 이는 인간의 눈이 상대적으로 큰 색상 조각들의 분포에 특히 민감하며, 영상의 중앙에 집중된다는 사실에 바탕을 둔 것이다[15].

(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 영상 내에서의 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, 표준편차, 왜도를 이용한다.

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

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 왜도,  $C$ 는 H, S, I 각 채널을 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  $S_k(E_{mn}, S_{mn}, \sigma_{mn})$  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[24].

따라서 본 논문에서는 기존의 불변 모멘트를 변형시켜 만든 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants: IMI)[6]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. 그레이 영상으로의 변환 방법은 색상 특징 추출 과정의 HSI 모델로의 변환과정에서 산출된 I 축 성분의 값을 이용한다.

(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[25].

본 연구에서는 DCT 처리 결과 얻어지는 변환 데이터에서 영상 압축과는 반대로 AC 성분들 중에서 윤곽선 성분이 들어 있다고 추정되는 고주파 성분을 가진 요소들만 선택하고 나머지 요소들은 버리는 일종의 양자화 과정을 거쳐 윤곽선 추출에 활용하고자 하였다. 즉, 대응하는 양자화 테이블의 양자화 계수를 0으로 하여 곱해 줌으로써 불필요한 주파수 대역(AC 성분중 저주파 성분)을 걸러 내고, 선택된 주파수 대역(AC 성분중 고주파 성분)에는 0이 아닌 양의 정수값에 해당하는 양자화 계수 m을 곱해 줌으로써 윤곽선 부분을 강조하여 이를 IDCT(Inverse DCT) 처리를 함으로써 윤곽선 영상을 얻을 수 있다.

양자화 계수 m값은 실험에 의해 구한다. 아래의 그림 4는 윤곽선 추출 및 확인 과정을 나타낸 것이다.

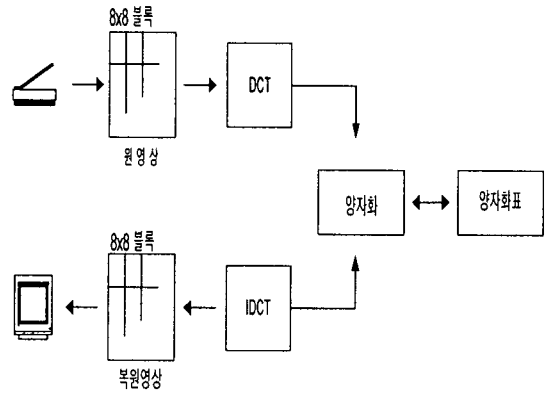


그림 4. 윤곽선 추출 및 확인 과정

(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 같다.

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

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

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 ≤ 3까지의 중심 모멘트는 식 (6)에 의해서 쉽게 계산될 수 있다.

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

$$\mu_{00} = m_{00}, \quad \mu_{11} = m_{11} - \bar{x}m_{10}$$

$$\mu_{10} = 0, \quad \mu_{30} = m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + 2\bar{x}^2 m_{10}$$

$$\mu_{01} = 0, \quad \mu_{12} = m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2 m_{10}$$

$$\begin{aligned} \mu_{20} &= m_{20} - \bar{x}m_{10}, \mu_{21} = m_{21} - 2\bar{x}m_{11} - \bar{y}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{01} \\ \mu_{02} &= m_{02} - \bar{y}m_{01}, \mu_{03} = m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{01} \end{aligned} \quad (6)$$

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.

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

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \Phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \Phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2 \\ \Phi_4 &= (\eta_{30} + \eta_{12})^2 + (\eta_{03} + \eta_{21})^2 \\ \Phi_5 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\ &\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ &\quad \times [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ \Phi_6 &= (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \\ &\quad + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ \Phi_7 &= (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 \\ &\quad - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] + (3\eta_{12} - \eta_{30})(\eta_{21} + \eta_{03}) \\ &\quad \times [3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \end{aligned}$$

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

### 3.3 색상과 모양 특징의 다단계 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, 표준편차, 왜도를 통해서 이루어진다. 먼저  $m \times n$ 개의 부영역을 가지는 두 영상  $Q(X,Y)$ ,  $I(X,Y)$  사이의 유사성 척도  $D(Q,I)$ 를 식 (9)과 같이 정의한다.

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

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,

$D^C(Q,I)$ 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.

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

여기서  $M_i^Q$ 는 질의 영상,  $M_i^I$ 는 데이터베이스내의 영상에 해당되는 IMI 계수이며,  $D^S(Q,I)$ 는 IMI 계수들 간의 비교로 나온 모양 정보의 결과이다.

본 논문에서는 질의 영상  $Q$ 와 데이터베이스내의 영상  $I$ 와의 유사도를 결정하기 위해서 2단계로 나누어 수행한다. 1단계에서는 색상 특징 정합에 의해 임계값 이상인 영상들만을 1차적으로 대 분류한다. 그리고 2단계에서는 1차적으로 대 분류된 영상들만을 대상으로 모양 특징 정합에 의해 최종적으로 검색함으로써 효율적인 영상 검색이 가능하도록 하였다. 다음의 그림 5는 2단계 영상 특징 추출 과정을 나타낸 것이다.

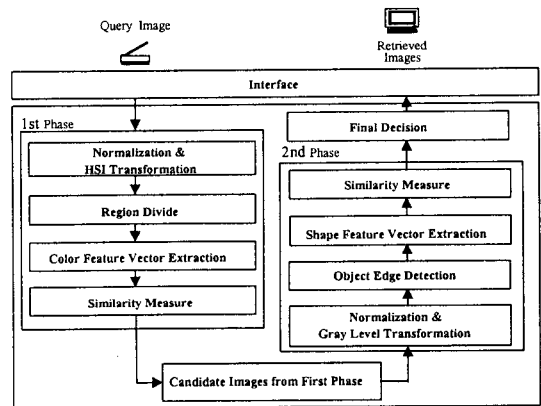


그림 5. 특징 추출 과정

## 4. 실험 및 고찰

내용기반 영상 데이터베이스에서의 검색 방법은 질의 영상이 주어지면 그 질의 영상과 유사한 영상들이 결과로 나오는 방법을 가장 많이 사용하고 있다. 본 논문에서도 이 방법을 사용한다.

본 논문에서 제안한 검색 방법의 실험을 위해서 IMB 호환 기종의 펜티엄 PC를 이용하였으며, 검색

알고리즘은 비주얼 C++ 5.0을 이용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상 데이터베이스는 자동차 영상 300 점을 사용하였고, 그 일부를 그림 6에 나타내었다. 각 입력 영상은 RGB bmp 파일이며 스캐너를 통해서 얻었다. 또한 본 논문에 사용된 자동차 영상은 2차원 평면 영상으로 가정하고 실험한다.

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

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

여기서 T는 검색 대상 중에서 관련된 항목의 총수를, T<sub>r</sub>은 검색된 항목의 총수를, R<sub>r</sub>은 검색된 항목 중에서 관련된 항목의 수를 나타낸다. 실험에서 관련된 영상은 유사도가 0.5 이상인 것으로 하였다. 아래의 표 1, 표 2, 표 3은 Striker의 방법, Jain의 방법, 그리고 본 논문에서 제안한 방법 등 3가지의 경우를 대상으로 실험한 결과를 비교한 것이다.

한 영상 당 사용한 메모리의 크기는 각 방법에서 사용한 영상의 특징 색상에 비례한다. 따라서 메모리의 크기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

- 한 영상 당 사용한 메모리의 크기 = 특징의 색상 × 특징 값의 byte크기(=4byte)

검색 시간은 전처리 과정에 소요되는 시간을 제외하고, 128×128 화소 크기의 정규화된 영상에 대해 식 (2)와 식 (8)을 적용하여 색상과 모양 각각에 대한 15개의 특징 값과 7개의 특징 값을 추출하는데 소요

되는 시간과, 질의 영상에서 추출된 특징 벡터 값과 특징 데이터베이스 내에 저장되어 있는 특징 벡터 값을 토대로 식 (9)와 식 (10)을 단계적으로 적용하여 유사 검색 즉, 유클라디안 거리 측정에 소요되는 시간을 측정한 것이다.

위 표 1, 표 2, 표 3의 결과를 종합해 볼 때, Striker 방법보다 본 논문에서 제안한 검색 방법이 평균 검색 시간이나 메모리 사용량에서 뒤지지만, 검색의 효율성면에서는 우수함을 나타내었다. 또한 Jain의 방법 보다는 본 논문에서 제안한 검색 방법이 모든면에서 더 우수함을 나타내었다. 따라서 본 논문에서 제안한 방법은 검색의 효율성이 중요시되는 응용 분야에 효과적으로 사용될 수 있다.

표 1. 검색의 효율성

	Recall	Precision
Striker의 방법	0.76	0.71
Jain의 방법	0.78	0.73
제안한 방법	0.92	0.87

표 2. 평균 검색 시간

	색상 특징 계산 시간	모양 특징 계산 시간	유사 검색 시간	전체 소요시간
Striker의 방법	0.1 sec	해당사항 없음	1.4 sec	1.5 sec
Jain의 방법	0.13 sec	1.4 sec	1.6 sec	3.13 sec
제안한 방법	0.1 sec	0.06 sec	1.5 sec	1.66 sec

표 3. 메모리 사용량

	특징 개수		영상 당 메모리 사용량	전체 메모리 사용량
	색상	모양		
Striker의 방법	15		60 byte	9 Kbyte
Jain의 방법	48	36	336 byte	50.4 Kbyte
제안한 방법	15	7	88 byte	26.4 Kbyte

### 5. 결 론

본 논문에서는 색상과 모양 특징을 단계별로 이용하여 검색하는 새로운 접근 방법을 제안하였다.

색상 특징을 추출하기 위해서 본 논문에서는 지역 색상 분포 특성에 모멘트 값을 이용한 색상 특징 추



그림 6. 실험 영상 데이터베이스 일부



출 방법을 사용하였다. 이는 영상의 전체적인 색상 분포 특성만을 고려함으로써 실제 영상과는 전혀 다른 결과를 나타낼 수 있는 Striker의 방법을 개선한 것이다.

모양 특징을 추출하기 위해서는 IMI를 사용하였다. 이 방법은 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.

또한 윤곽선 추출 방법으로는 영상 압축에 많이 이용하고 있는 DCT 알고리즘을 변형 이용하였다. 이는 구현이 용이하고 상용화된 하드웨어나 소프트웨어를 그대로 이용할 수 있어 실시간 윤곽선 추출이 가능할 것으로 생각된다.

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

앞으로의 연구는 입력 영상에 대하여 잡음이나 조명의 변화에 따른 색상의 변화에 대한 균일성 보정에 관한 연구가 필요하다. 그리고 다차원 특징 벡터에 대하여 적절한 색인 구조를 연구함으로써 보다 효율적인 검색 방법을 구현하고자 한다.

### 참 고 문 헌

[ 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 ] K. Hirata and T. Kato, Query by Visual Example-Content Based Image Retrieval. Ad-

vances in Database Technology(EDBT 1992), pp. 56-71, 1992.  
 [ 6 ] C. C. Chen, "Improved Moment Invariants for Shape Discrimination," Pattern Recognition, Vol. 26, No. 5, pp. 683-686, 1993.  
 [ 7 ] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, 1993.  
 [ 8 ] Rajiv Mehrotra and James E. Gary, "Feature-Based Retrieval of Similar Shapes," IEEE 9th International Conference on Data Engineering, 1993.  
 [ 9 ] 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," Proceedings of SPIE 1908, pp. 173-187, 1993.  
 [10] B. Scassellati, "Retrieving Images by 2D Shape : A Comparison of Computation Method with Human Perceptual Judgements," Proc. of SPIE -Storage and Retrieval for Image and Video Database II, San Jose, CA, USA, Vol. 2185, pp. 2-14, 1994.  
 [11] Tat-Seng Chua, Swee-Kiew Lim and Hung-Keng Pung, "Content-Based Retrieval of Segmented Images," ACM Multimedia 1994. pp. 211-218, 1994.  
 [12] G. Lu, "On Image Retrieval Based on Colour," Proceedings of PIE 2420, pp. 310-320, 1995.  
 [13] M. Stricker and M. Orenge, "Similarity of Color Image," Proceedings of SPIE 2420, pp. 381-392, 1995.  
 [14] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker, "Chabot : Retrieval from a Relational Database of Images," IEEE Computer, 28(9), 1995.  
 [15] 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.  
 [16] A. K. Jain and A. Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape," Pattern Recognition, Vol. 29, No. 8, pp. 1233-1244, 1996.

[17] 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.

[18] M. Striker and A. Dimai, "Color Indexing with Weak Spatial Constraints," Proceedings of SPIE 2670, 1996.

[19] 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.

[20] VV. Vinod, Hirosh Morase, Chie Hashizume, "Focussed Color Intersection with Efficient Searching for Object Detection and Image Retrieval," Proceedings of the International Conference on Multimedia Computing and System, Hiroshima, Japan. June. 1996, pp. 229-233, 1996.

[21] Dawn, Xiaodong, Song, "CBA--A New Content Based Comparison Algorithm," <http://www.cs.cornell.edu/info/People/skyxd/paper1.html>.

[22] Jhon R. Smith and Shih-Fu Chanf, "Tools and Techniques for Color Image Retrieval," <http://www.ctr.columbia.edu/~jrsmith/html/pubs/tatfcir/color.html>

[23] 배회정, "칼라와 질감을 이용한 영상 데이터베이스 검색," 창원대학교 석사학위 논문, 1996.

[24] 김익재, 이재호, 권용무, 박상희, "변형된 질의 영상에 강한 내용기반 영상 검색 기법," 한국방송공학회 논문지, 제 2 권, 제 1 호, pp. 74-83, 1997.

[25] 청화자, "DCT를 이용한 윤곽선 추출," 한국 정보과학회 논문지(C), 제 3 권, 제 1 호, pp. 90-97, 1997.

[26] J. S. Kim and H. S. Kim, "Image Retrieval Technique using and Position Information-CPI(Color AND Position Information)," Proceedings of KISS, Vol. 24, No. 2, 1997.

[27] S. Y. Jeong, B. T. Chun, J. Y. Lee, M. Wang and Y. J. Bae, "Color Indexing using Color Distribution Features," Proceedings of KISS, Vol. 24, No. 2, 1997.

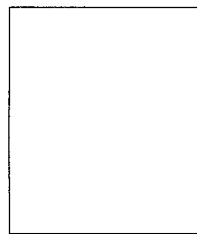
[28] 김봉기, 오해석, "특징기반 영상 데이터베이스 검색 기법," 한국정보처리학회 논문지, 제 5 권, 제 11 호. 1998.



김 봉 기

1987년 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)  
 1989년 숭실대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)  
 1992년~현재 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 수료

1994년~현재 한림전문대학 컴퓨터응용과 교수  
 관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 디지털 도서관, 가상대학



오 해 석

1975년 서울대학교 응용수학과 (이학사)  
 1981년 서울대학교 계산통계학과 (이학석사)  
 1989년 서울대학교 계산통계학과 (이학박사)  
 1982년~현재 숭실대학교 정보과

학대학 교수  
 1976년~1982년 태평양화학(주), (주)삼호 전산실  
 1990년~1991년 일본 동경대학교 객원교수  
 1997년~현재 숭실대학교 부총장  
 관심분야 : 멀티미디어, 데이터베이스, 영상처리