

특징기반 영상 데이터베이스 검색 기법

김 봉 기[†] · 오 해 석^{††}

요 약

내용 기반 영상 검색 기술은 전자 미술관과 박물관, 상표와 저작권, 영상 저장 및 전송 시스템과 같은 대용량의 멀티미디어 데이터베이스를 구축하고 유지하는데 필수적인 요소이다. 따라서 내용 기반 검색에 대한 연구가 최근 몇 년 동안 큰 관심을 모으고 있다. 본 논문에서는 영상 검색을 위한 특징으로서 칼라 정보와 모양 정보를 동시에 고려하는 복합적인 특징 벡터를 사용한 검색 기법을 제안하였다. 칼라 정보 획득을 위해서는 지역 칼라 분포 특성을 고려하여, 영상을 이루는 각 부 영역별 화소들의 대수적 모멘트를 이용하여 각 특징 벡터를 산출하였다. 모양 정보를 획득하기 위해서는 향상된 불변 모멘트를 사용함으로써 연산량을 줄이면서 검색의 효율을 증대시켰다. 그리고 모양 특징 추출을 위한 전처리 과정에서 칼라 영상을 그레이 영상으로 변환한 후, 구현이 용이하고 실시간 유평선 추출이 가능한 DCT 알고리즘을 변형 이용하였다. 실험 영상으로 150여개의 자동차 영상을 사용하여 기존 방법들과의 비교 실험을 통해 향상된 검색 결과를 얻을 수 있었다.

A Feature-Based Retrieval Technique for Image Database

Bong-Gi Kim[†] · Hae-Seok Oh^{††}

ABSTRACT

An image retrieval system based on image content is a key issue for building and managing large multimedia database, such as art galleries and museums, trademarks and copyrights, and picture archiving and communication system. Therefore, the interest on the subject of content-based image retrieval has been greatly increased for the last few years. This paper proposes a feature-based image retrieval technique which uses a compound feature vector representing both of color and shape of an image. Color information for the feature vector is obtained using the algebraic moment of each pixel of an image based on the property of regional color distribution. Shape information for the feature vector is obtained using the Improved Moment Invariant(IMI) which reduces the quantity of computation and increases retrieval efficiency. In the preprocessing phase for extracting shape feature, we transform a color image into a gray image. Since we make use of the modified DCT algorithm, it is implemented easily and can extract contour in real time. As an experiment, we have compared our method with previous methods using a database consisting of 150 automobile images, and the results of the experiment have shown that our method has the better performance on retrieval effectiveness.

1. 서 론

최근들어 산업, 기술, 경영, 교육등 사회의 모든 분야

에 있어서 컴퓨터의 역할이 크게 확대되고 있다. 특히 컴퓨터에서 표현되는 정보는 전통적인 텍스트 위주에서 이미지, 비디오, 사운드와 같은 대용량인면서 다양한 속성을 갖고있는 멀티미디어 데이터를 포함하고 있다.

멀티미디어 데이터 중 하나인 영상은 멀티미디어 기술 개발과 더불어 입력 장치인 스캐너와 대용량의

[†] 중신회원 : 한림정보산업대학 컴퓨터응용과 교수
^{††} 정 회 원 : 숭실대학교 부총장
논문접수 : 1998년 4월 17일, 심사완료 : 1998년 9월 1일

저장 장치의 보급으로 인해 사용 빈도가 점점 증가되고 있다. 이로 인해 많은 영상 데이터베이스들이 생성되고 다양한 목적으로 사용되어지고 있다.

영상 데이터베이스는 많은 수의 영상들로 구성되어져 있기 때문에 사용자가 원하는 영상을 찾는다는 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 하게되면 개인의 주관성이 포함되기 때문에 사용자에 따라서 한 영상에 대한 키워드가 다를 수 있어 색인 정보의 일관성(consistence)과 객관성이 보장되지 않게 된다[1][2].

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 기반으로한 영상 검색 기법이 요구되어지고 있으며, 이와 관련된 여러 방법들이 연구되어지고 있다.

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[3][4][5].

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 특징보다는 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[14][15]와 같은 색상 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 매우 민감한 반응을 일으키는 단점이 있다. 따라서 최근의 영상 데이터베이스 시스템에서는 색상만을 사용했을 때의 단점인 색상 특징을 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 동시에 고려할 수 있도록 복합적인 특징 벡터를 추출하였다.

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 사용한다. 모양 정보를 추출하기 위해서 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants : IMI)를 이용한다. IMI에서는 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 회전 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, 3장에서는 내용기반 영상 검색 시스템 모델을, 4장에서는 색상과 모양에 관한 특징 추출에 대한 방법과 정합 방법에 대해서, 5장에서는 기존 방법과의 비교 실험을, 6장에서는 결론을 보였다.

2. 내용기반 검색의 기존 방법에 대한 고찰

지난 몇 년 전부터 영상의 내용기반 검색에 대한 다양한 연구가 활발히 진행 중에 있다. 내용기반 검색에서 가장 중요한 것은 각 영상이나 객체를 기술하는

대 사용되는 특징의 집합을 어떻게 선택하는가 이다. 지금까지 고려되고 있는 영상의 특징으로는 칼라, 질감 그리고 모양 등을 들 수 있는데, 이 중에서 본 논문과 연관된 내용기반 검색에 관한 기존의 방법들에 대해서 간단히 살펴보고자 한다.

칼라 특징은 영상내에서의 이동(Translation), 회전(Rotation), 축척(Scale)에 불변한다는 장점을 가지고 있기 때문에 칼라 특징을 기반으로 한 영상 검색 기법의 연구가 광범위하게 이루어지고 있다[8]. [10]에서는 칼라 히스토그램 중 상한값(Upper-Bound) 만을 취한 Focused Color Intersection(FCI) 방법을 사용하고 있다. 이 방법은 다해상도 원형 부합(Multi-Resolution Template Match) 방식[11]을 이용하여 한 영상을 히스토그램과 부합시키는데 일정값 이상을 만족시키지 않는 부분을 먼저 제거함으로써 초점이 되는 영역을 줄이는 방식이다. [12]는 색에 의한 정보 검색 시스템에서 문제점이었던 지역 칼라 영역의 자동 추출(Extraction of Local Color Regions), 효율적인 색인과 검색의 동시 만족 요구를 이진 칼라 집합(Binary Color Set)의 역 투상(Back-Projection)을 이용하여 해결하였다. 이진 칼라 집합의 역 투상은 구별되는 칼라 영역(Salient Color Regions)을 규정하기 위한 것으로, 방대한 수의 칼라 집합에 반복하여 적용함으로써 지역적이고 임의의 형태를 지닌 칼라 영역을 추출해 낸다. [9]에서는 히스토그램 인터섹션 방법에서는 고려되지 않은 시각적 유사도를 고려하기 위해 누적 히스토그램(Cumulative Histogram) 방법을 사용 하였다. [13]에서는 관계형 데이터베이스 시스템을 이용하였고, 영상에 대한 히스토그램을 구한 다음에 색상에 대해 적절한 주석을 기술하여 검색을 수행하는 시스템이다.

그러나 위 방법들에서 사용된 칼라 특징은 영상내에서의 물체의 기하학적 변형에는 비교적 강건하게 동작하지만, 잡음 첨가나 감마 보정(Gamma Correction) 값의 변화[14][15]와 같은 칼라 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 매우 민감한 반응을 일으키게 된다. 특히 칼라 영상 획득시 사용되는 기기에 따른 감마값이 다르기 때문에 이러한 감마값을 보상해 주어야지만 정확한 히스토그램 비교 방법이 이루어 질 수 있다. 또한 칼라 특성 자체를 변화시키는 요인 이외에도 칼라 정보는 물체의 위치나 영상의 구성 등 공간 정보를 표현할 수 없는 단점을 내포하고 있다.

따라서 칼라 정보만을 사용했을 때의 단점 극복을

위해 모양 특징을 결합하여 사용한다. 모양 특징은 칼라 특성을 변화시키는 요인에 대해 변화된 칼라 히스토그램의 정보를 어느 정도 보완할 수 있다. 모양 특징을 기반으로한 영상 검색 기법에 대한 기존 연구로는 다음과 같다.

[16]에서는 대수적 모멘트, 곡선거리, 회전각의 누적값, 곡률을 이용한 방법 등과 같은 다양한 종류의 윤곽선 형태를 사용한 영상 검색 방법들을 분석하고, 각 방법의 성능을 대용량의 영상 데이터베이스 상에서 평가 하였다. [18]에서는 영상으로부터 추출한 외곽선 데이터를 그대로 특징 데이터로 사용하여 검색에 이용한다. 따라서 실제 질의 처리 과정에서 유사성 검사를 위해 데이터베이스에 저장된 각각의 이미지들에 대해 이동이나, 축척, 회전과 같은 기하학적인 변환을 일일이 고려해야 한다는 단점을 가진다[17]. [8]은 변형된 칼라 히스토그램 인터섹션 방법과 모양 정보를 위한 방향 히스토그램 인터섹션 방법을 사용하였다. 이 방법에서는 칼라 특징만으로는 부족한 정보를 보완하기 위해 모양 정보를 추가 결합함으로써 검색의 효율을 높였지만, 기존의 칼라를 이용한 방법과 유사하게 균등 양자화기(Uniform Quantize)를 통해 생성된 그룹(Bins)간의 단순한 히스토그램 비교 방법을 사용하였기 때문에 칼라 히스토그램 자체를 변화시키는 요인에 대해서는 다소 민감한 반응을 나타내는 단점을 지니고 있다. 이 외에도 [3]의 QBIC은 사용자에게 영상의 색상이나 질감, 모양 등과 같은 다양한 속성에 기반한 시각적 질의를 제공하는 가장 뛰어난 시스템으로 평가 받고 있다. 그러나 다양하고 복잡한 질의 인터페이스가 체계적으로 통합되어 있지 않아서 사용자 측면에서는 이용이 어렵고, 특징 데이터를 완전 자동으로 추출하지 못하고 부분적으로 사람의 수작업을 이용해야 한다는 단점이 있다[17].

위에서 살펴본 대부분의 연구들은 아직 초기 단계이며 영상의 구체적인 특성을 표현하는데는 부족한 면이 있다. 따라서 칼라 영상에 대하여 보다 효과적으로 표현하고 이를 검색에 이용할 수 있는 방법에 대한 연구가 요구된다.

3. 내용기반 영상 검색 시스템

3.1 내용기반 검색을 위한 영상의 속성

내용기반 영상 검색 시스템은 다양한 영상 정보에

대하여 사용자가 영상의 내용에 관련된 질의를 하였을 때 이에 기반하여 유사 영상을 검색하는 시스템이다. 이 시스템은 영상 저장 과정과 영상 검색 과정으로 나누어 생각할 수 있는데, 영상 저장 과정에서는 입력 영상이 스캐너를 통해 주어지면, 주어진 영상에 대한 특징을 추출하는 전처리 과정을 거친 후 모든 특징들은 데이터베이스내에 저장되어 지게 된다. 영상 검색 과정에서는 질의 영상이 주어졌을 때, 특징 추출 과정인 전처리 과정을 거친 후 데이터베이스내에 존재하는 특징들과 비교되어지고 가장 유사한 영상을 찾게된다.

실제로 영상으로부터 내용으로 추정될 수 있는 특징들을 추출하기 위해서는 영상 변환 기법, 윤곽선 추출 기법, 그리고 영상 데이터의 색상, 질감 및 모양 분석 기법과 같은 다양한 방법들이 이용된다[6]. 이러한 방법들로 추출될 수 있는 영상의 특징으로는 색상, 질감, 모양 등이 있다.

첫째, 색상 특징(Color Feature) - 색상 정보는 영상 내 조명 변화나 관측 위치, 크기 변화 등에 어느 정도 무관하게 적용 가능하다는 장점 때문에 내용기반 영상 검색에 많이 사용되고 있다[7]. 이 방법은 영상을 구성하고 있는 색상들을 수치 데이터로 변환한 후, 이를 기반으로 영상의 색상 구성에 대한 특징을 추출하여 검색에 이용하는 방법이다.

둘째, 질감 특징(Texture Feature) - 질감은 영상 표면에 나타나 있는 시각적인 굴곡을 분석하여 나온 정보로서 영상 처리의 연구 결과 즉, 통계적인 특징, 구조적인 특징과 스펙트럼 특징을 이용하여 표현된다.

셋째, 모양 특징(Shape Feature) - 영상이나 영상안

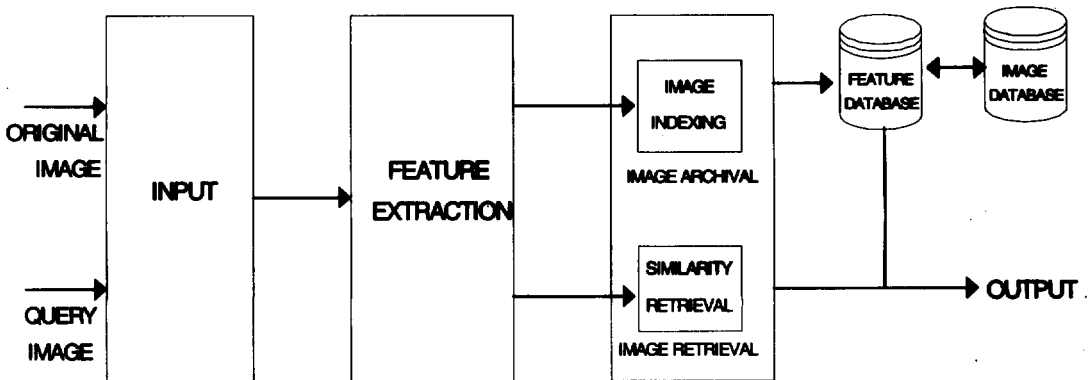
에 있는 객체의 모양을 일정한 수치값으로 변환하여 이를 기반으로 검색한다[3]. 모양 정보를 사용한 검색 방법은 다른 검색 방법에 비해서 사용자에게 고수준의 검색 환경을 제공하지만 실세계에 존재하는 다양한 물체의 모양을 표현할 수 있는 수학적 모델이 없고, 모양간 유사도를 측정할 수 있는 기준이 부족하다는 단점이 있다. 최근에는 통계학적인 방법을 이용하여 보다 효율적인 검색 방법들을 연구하고 있다.

3.2 내용기반 영상 검색 시스템 모델

내용기반 영상 검색 시스템은 (그림 1)과 같이 나타낼 수 있으며, 그 기본 요소는 크게 입력 모듈, 특징 추출 모듈, 색인 및 유사 검색 모듈로 구성된다. 각 모듈의 구체적 기능은 다음과 같다.

첫째, 입력 모듈 - 검색 대상이 되는 원 영상이나 사용자가 원하는 질의 영상을 스캐너 등의 입력 장치를 통해 쉽게 입력하는 모듈이다. 둘째, 특징 추출 모듈 - 주어진 영상에 대하여, 영상의 내용에 해당되는 색상, 모양 등의 특징을 추출하기 위하여 특정한 영상 처리 단계를 거쳐 내부적인 표현으로 변환하는 모듈이다. 셋째, 색인 및 유사 검색 모듈 - 추출된 특징 벡터를 이용하여, 원 영상일 경우는 효율적인 색인 기법을 사용하여 영상 데이터베이스에 저장하고, 질의 영상일 경우는 영상 데이터베이스내의 영상과 유사도에 기반한 특징을 비교하여 후보 영상을 결정하는 모듈이다.

본 논문에서 제안한 시스템 모델은 칼라 정보와 모양 정보를 함께 고려하는 복합적인 특징 벡터를 사용한 영상 검색 기법을 제안하였다.



(그림 1) 내용기반 영상 검색 시스템 모델
(Fig. 1) Model of Content-Based Image Retrieval System

4. 제안된 내용기반 검색 방법

이 장에서는 기존 방법들의 문제점을 극복하고 검색률을 향상시키기 위해 칼라 정보와 모양 정보를 효과적으로 추출하여 보다 강건하게 동작할 수 있는 알고리즘을 제시하고자 한다. 특징 추출 단계로서 칼라와 모양 특징 추출 단계를 나누어 자세히 설명하고자 한다.

4.1 칼라 특징 추출

이 절에서는 칼라 특징 추출을 위해 [9]등이 제시한 칼라 분포 특성에 모멘트 값을 이용하고, 이 방법의 문제점을 개선하기 위해 지역 칼라 분포 특성을 고려한 칼라 특징 추출 방법을 제시하고자 한다.

[9]등의 방법은 칼라 정보에 대하여 대수적 의미의 중심 모멘트를 적용하여 칼라 분포 특성을 고려한 알고리즘이다. 그러나 칼라 영상의 전체적인 칼라 분포 특성만을 고려함으로써 실제 영상과는 전혀 다른 결과를 나타낼 수 있다. 본 논문에서는 [9]의 방법인 칼라 분포의 특성에 모멘트를 이용한 방법은 그대로 사용하고, 영상의 전체적인 접근법의 문제점인 위치적인 정보의 상실을 고려하기 위하여 부영역에 따른 지역 칼라 분포 특성을 사용하였다. 또한 해당 채널에 대한 Bins을 조정함으로써 그 계산량에 대한 단점을 보완하여 대표 칼라 특성을 효과적으로 나타낼 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안한 칼라 특징 추출은 다음과 같이 세 단계로 나누어 진다. 첫번째는 칼라 영상을 HSI 칼라 모델로 변환하는 단계로서, RGB 세 개의 기본색에 의해 표현되어 있는 입력 영상의 각 화소의 색상을 사람의 시각 인지와 밀접한 관계가 있는 색상(Hue), 채도(Saturation), 휘도(Intensity)의 세가지 성분들에 의해 이루어진 HSI 모델로 변환 시킨다. RGB 모델에서 HSI 모델로의 변환 과정은 다음과 같다.

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

두 번째는 영역 분할 단계로서, 입력 영상내의 에지 성분들이 어느 위치에 존재하는지 알아내기 위해 정규화 과정을 거쳐 얻은 입력 영상에 대하여 동일한 크기

의 몇 개의 부영역으로 나누어 각 부 영역에 따른 칼라의 특징 벡터를 구한다.

S ₀₀	S ₀₁	S ₀₂	S ₀₃
S ₁₀	S ₁₁	S ₁₂	S ₁₃
S ₂₀	S ₂₁	S ₂₂	S ₂₃
S ₃₀	S ₃₁	S ₃₂	S ₃₃

(그림 2) 16개의 부 영역으로 나눈 영상
(Fig. 2) divided image of sixteen subregions

세 번째는 특징 벡터 산출 단계로서, HSI 칼라 공간으로 표현된 각 부 영역에 대하여 색상, 채도, 밝기 정보를 구한다. 부 영역내의 화소값에 대하여 모멘트와 같은 불변 특징을 이용하면 영상내에서의 칼라 분포를 특징지을 수 있다. 본 논문에서는 각 모멘트 값으로 아래의 식 (2)와 같이 영상의 칼라에 대한 평균, 표준 편차, 첨도를 이용한다.

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

여기서 P_{ij}는 입력 영상 M×N의 j번째 채널에 대한 i번째 화소의 값을, E_i는 각 채널에 대한 평균, S_i는 표준 편차, σ_i는 첨도를 나타낸다. 본 실험에서는 크기가 m×n인 각 부 영역에 대해 위의 각 특징 모멘트 값을 구해서 이를 특징 벡터 값으로 한다. 즉, k번째 부 영역 S_{mn}에 대한 특징 벡터는 S_k(E_{mn}, S_{mn}, σ_{mn})이다.

4.2 모양 특징 추출

이 절에서는 모양 특징 추출을 위해 [8]의 방법에서 제기된 회전에 민감하다는 문제점 해결과, 기존 불변 모멘트의 문제점으로 지적되고 있는 많은 연산량 감소를 위해 기존의 불변 모멘트를 변형시켜 만든 향상된 불변 모멘트(Improved Moment Invariants : IMI)[19]를 사용한 모양 특징 추출 방법을 제시하고자 한다. 또한 최적화된 특징 추출 과정을 위해서 윤곽선 추출시, 구현이 용이하고 상용화된 하드웨어나 소프트웨어를 그대로 이용할 수 있어 실시간 윤곽선 추출이 가능한 DCT 알고리즘을 변형 이용하는 방법을 제시한다.

본 논문에서 제시한 모양 특징 추출 방법은 다음과

같다. 첫째, RGB 세 개의 채널을 갖는 칼라 영상을 하나의 채널을 갖는 그레이 스케일 영상(Gray Scale Image)으로 변환한다. 두 번째는 영상내의 물체의 모양 특징 추출을 위해 먼저 윤곽선을 추출해야 하는데, 이를 위해 DCT 알고리즘을 변형 이용하여 윤곽선을 추출한다.

윤곽선은 농도가 급격히 변화하는 경계 부분으로서 고주파 성분을 많이 가지고 있으므로 평탄 부분에 해당하는 요소들을 가진 저주파 성분을 제거해 주면 윤곽선 성분만 남게되어 윤곽선을 추출할 수가 있다. 본 연구에서는 DCT 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. 아래 그림은 윤곽선 추출 및 확인 과정을 나타낸 것이다.

세 번째는, IMI 처리를 하여 모양 특징을 추출한다. 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 생성되는 모양 특징은 7개의 계수로 나타내는데, 제안하는 방법에서는 이러한 IMI를 사용함으로써 영상내의 회전, 이동, 축척 등에 불변한 모양 특징을 추출할 수 있게 되었다. 모양 경계선만을 사용

하여 수정한 (p,q) th 모멘트와 중심 모멘트를 식 (3)과 식 (4)와 같이 나타낸다.

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

여기서 \int_C 는 곡선 C에 따른 선적분 이다,

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

$$\mu_{p0} = \int_C (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q ds, \quad \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}, \quad \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}} \quad (4)$$

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

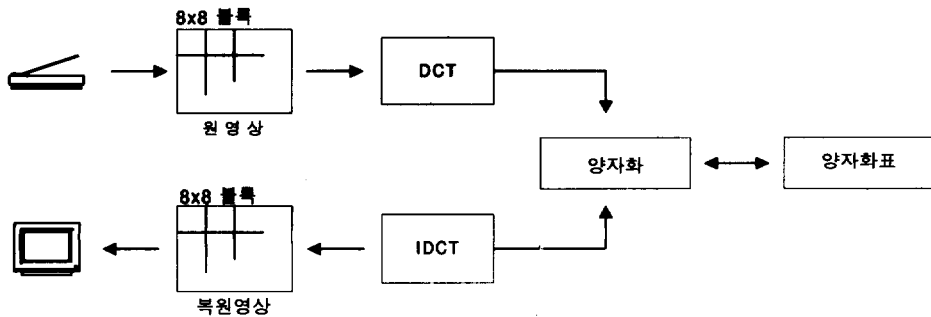
$$\mu_{pq} = \sum_{(x,y) \in C} (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \mu_{00} &= m_{00}, & \mu_{11} &= m_{11} - \bar{x}m_{10} \\ \mu_{10} &= 0, & \mu_{30} &= m_{30} - 3\bar{x}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{10} \\ \mu_{01} &= 0, & \mu_{12} &= m_{12} - 2\bar{y}m_{11} - \bar{x}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{10} \\ \mu_{20} &= m_{20} - \bar{x}m_{10}, & \mu_{21} &= m_{21} - 2\bar{x}m_{11} - \bar{y}m_{20} + 2\bar{x}^2m_{01} \\ \mu_{02} &= m_{02} - \bar{y}m_{01}, & \mu_{03} &= m_{03} - 3\bar{y}m_{02} + 2\bar{y}^2m_{01} \end{aligned} \quad (6)$$

그리고 식 (7)과 같은 공식으로 축척 변화에 불변하도록 정규화할 수 있으며, 모양 특징으로 사용되는 7개의 불변 모멘트 값은 식 (8)에 의해서 구할 수 있다.

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

$$\begin{aligned} \Phi_1 &= \eta_{20} + \eta_{02} \\ \Phi_2 &= (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2 \\ \Phi_3 &= (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (\eta_{03} - 3\eta_{21})^2 \end{aligned}$$



(그림 3) 윤곽선 추출 및 확인 과정 (Fig. 3) Edge Detection and Confirmation Process

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

여기서 $1 \leq i \leq 7$ 일 때 모멘트 값 ϕ_i 는 축척, 이동, 회전 에 불변

4.3 칼라와 모양 특징의 유사 측정 방법

일반적으로 유사성 척도는 크게 메트릭스 기반 측정, 집합 이론 기반 측정, 결정 이론 측정 방법 등이 있다[5]. 가장 많이 사용되고 있는 척도로는 메트릭스 기반 측정 방법인 유클라디안 거리 함수이다.

칼라 특징 정합은 지역 칼라 분포 특성을 고려하여 각 특징 모멘트 값으로 구한 칼라에 대한 평균, 표준 편차, 첨도를 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} , σ_{ij} 는 Q영상의 각 특징 벡터이고, E'_{ij} , S'_{ij} , σ'_{ij} 는 I영상의 각 특징 벡터를 나타내며, $D^C(Q,I)$ 는 각 특징 모멘트 간의 비교로 나온 칼라 정보의 결과이다.

모양 특징 정합은 IMI를 통해서 연산되어진 7개의 계수를 통해서 이루어진다. 질의 영상과 데이터베이스 내의 영상과의 비교가 가능하도록 하기 위해 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 Q와 데이터베이스내의 영상 I와의 유사도를 다음의 식 (11)와 같이 통합 유사도인 $D^T(Q,I)$ 를 통해 나타낼 수 있다.

$$D^T(Q,I) = \frac{w_c D^C(Q,I) + w_s D^S(Q,I)}{w_c + w_s} \quad (11)$$

여기서 $D^C(Q,I)$ 는 칼라 정보의 결과이고, $D^S(Q,I)$ 는 모양 정보의 결과이며 $D^T(Q,I)$ 는 칼라와 모양 정보를 합한 통합 유사도를 나타낸다. w_c 와 w_s 는 가중치이며 정합 결과는 낮은 정합치를 갖는 영상들이 결과 영상으로 나타난다.

5. 실험 및 고찰

본 논문에서는 제안한 검색 방법의 실험을 위하여 IMB 호환 CPU 200MHz인 펜티엄 PC로 실험을 하였으며, 검색 알고리즘은 비주얼 C++ 5.0을 이용하여 구현하였다. 실험에 사용된 영상 데이터베이스는 국내 자동차 회사에서 제작 배포한 홍보 팜플렛내의 자동차 영상 150 점을 사용하였고, 그 일부를 (그림 4)에 나타내었다. 각 입력 영상은 RGB bmp 파일로서 스캐너를 통해서 얻었으며, 이를 그레이 스케일 영상으로 변환하기 위해서 Adobe Photoshop 4.0 그래픽 도구를 이용하였다.

내용기반 영상 검색 시스템의 여러 성능을 측정하기 위한 뚜렷한 표준이 아직 없기 때문에 본 논문에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 정확 성공률과 영상의 AVVR(Average Rank of Relevant image) 면에서 평가하였다. 그리고 검색의 효용성을 평가하기 위해 Recall과 Precision을 사용하여 비교 분석하였다[21]. 여기서 정확 성공률은 전체 질의 영상중 1 순위로 정합되는 경우를 나타내며, 영상의 AVVR은 검색된 영상의 평균 검색 순위를 분석한 것이다. 또한 Recall과 Precision은 아래의 식 (13)에 의해서 구한다.

$$AVVR = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N R_i \quad (12)$$

$$Recall = \frac{R_r}{T}, \quad Precision = \frac{R_r}{T_r} \quad (13)$$

여기서 T는 검색 대상중 관련된 항목의 총수, T_r 은 검색된 항목의 총수, R_r 은 검색된 항목중 관련된 항목의 수를 나타낸다. 실험에서 관련 영상은 유사도 0.5 이상으로 하였다. 아래의 <표 1>, <표 2>, <표 3>은 Striker의 방법, Jain의 방법, 그리고 본 논문에서 제안한 방법 등 3가지의 경우를 대상으로 실험한 결과를 비교한 것이다.

〈표 1〉 검색의 효용성
(Table 1) Retrieval Effectiveness

	정확 성공률	AVVR	Recall	Precision
Striker 방법	0.63	0.72	0.71	0.68
Jain 방법	0.69	0.78	0.74	0.66
제안한 방법	0.80	0.91	0.83	0.80

〈표 2〉 평균 검색 시간
(Table 2) Average Retrieval Time

	색상 특징 계산 시간	모양 특징 계산 시간	데이터베이스 질의 시간	전체 소요 시간
Striker 방법	0.1 sec	해당사항 없음	1.4 sec	1.5 sec
Jain 방법	0.13 sec	1.4 sec	1.6 sec	3 sec
제안한 방법	0.13 sec	0.3 sec	1.6 sec	1.9 sec

하나의 이미지 당 사용한 메모리의 크기는 각 방법에서 사용한 영상의 특징 갯수에 비례 한다. 따라서 메모리의 크기는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{한 이미지 당 메모리의 크기} = F \times n$$

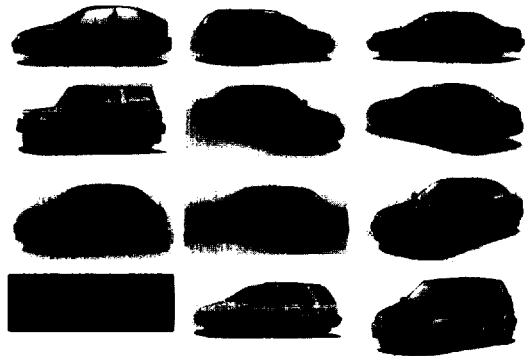
여기서 F는 특징의 갯수이고, n은 각 특징값의 byte 크기로 4byte 이다.

〈표 3〉 메모리 사용량
(Table 3) Storage Space

	특징 갯 수		이미지 당 메모리 사용량	전체 메모리 사용량
	색상 특징 갯 수	모양 특징 갯 수		
Striker 방법	15	해당사항 없음	60 byte	9 Kbyte
Jain 방법	48	36	336 byte	50.4 Kbyte
제안한 방법	48	7	220 byte	33 Kbyte

사용한 메모리의 크기는 영상 데이터베이스의 크기는 같고, 특징 데이터베이스는 검색의 성능을 향상시키기 위해 Striker의 방법보다는 영상의 특징 갯수를 많이 사용함으로써 메모리의 사용이 다소 많음을 보이고 있다.

위 <표 1>, <표 2>, <표 3>의 결과를 종합해 볼 때, Striker 방법보다 본 논문에서 제안한 검색 방법이 평균 검색 시간이나 메모리 사용량에서 뒤지지만, 검색의 효용성면에서는 우수함을 나타내었다. 또한 Jain의 방법보다는 본 논문에서 제안한 검색 방법이 모든 면에서 더 우수함을 나타내었다. 따라서 본 논문에서 제안한 방법은 검색의 효용성이 중요시되는 응용 분야에 효과적으로 사용될 수 있다.



(그림 4) 실험 영상 데이터베이스 일부
(Fig. 4) The Part of Experimental Image Database

6. 결 론

본 논문에서는 칼라와 모양 특징을 복합적으로 고려하는 새로운 접근 방법을 제안하고 있다. 칼라 특성을 위한 처리 과정으로 기존의 Striker 방법을 개선시킨 지역 칼라 분포 특성을 이용하였다. Striker 방법의 가장 큰 문제점인 지역 특성 상실 문제는 각 부 영역에 근거한 특징 벡터를 추출함으로써 개선하였다

모양 특성을 위한 처리 과정으로는 모양 특징 추출시 기존 방법의 문제점으로 지적되는 회전 등의 문제에도 강하게 작용하면서 기존 불변 모멘트의 많은 연산량 문제를 해결하기 위해 RGB 세 개의 채널을 갖는 칼라 영상을 하나의 채널을 갖는 그레이 스케일 영상으로 변환한 후 윤곽선을 추출한다. 그리고 IMI를 사

용함으로써 모양 특징 추출을 보다 효율적으로 가능하게 하였다.

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 150점에 대하여 실험한 결과, Striker와 Jain의 방법보다 본 논문에서 제안한 검색 방법이 검색의 효율성 측면에서 더 우수하다는 것을 알 수 있다.

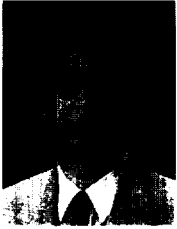
앞으로의 연구는 입력 영상에 대하여 잡음이나 조명의 변화에 따른 칼라의 변화에 대한 균일성 보정에 관한 연구가 필요하다. 그리고 다차원 특징 벡터에 대하여 적절한 인덱싱 구조를 연구함으로써 보다 효율적인 검색 방법을 구현하고자 한다.

참 고 문 헌

- [1] Rajiv Mehrotra and James E. Gary, "Feature-Based Retrieval of Similar Shapes," IEEE 9th International Conference on Data Engineering, 1993.
- [2] 이미숙, 황본우, 이성환, "내용기반 영상 및 비디오 검색 기술의 연구 현황", 한국 정보 과학회지, 제15권, 제9호, pp.10-19, 1997.
- [3] 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.
- [4] Tat-Seng Chua, Swee-Kiew Lim and Hung-Keng Pung, "Content-Based Retrieval of Segmented Images," ACM Multimedia 1994. pp.211-218, 1994.
- [5] 배희정, "칼라와 질감을 이용한 영상 데이터베이스 검색", 창원대학교 석사학위 논문, 1996.
- [6] Ioannis Pitas, Digital Image Processing Algorithms, Prentice Hall, 1993.
- [7] 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.
- [8] A. K. Jain and A. Vailaya, "Image Retrieval using Color and Shape," Pattern Recognition, Vol.29, No.8, pp.1233-1244, 1996.
- [9] M. Stricker and M. Orengo, "Similarity of Color Image," Proc. SPIE 2420, pp.381-392, 1995.
- [10] 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.
- [11] 최길성, 유재수, 양재동, "내용기반 이미지 검색 시스템에 관한 연구", 한국 데이터베이스 연구회지, 제12권, 제4호, pp.97-116, 1996.
- [12] 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>
- [13] Virginia E. Ogle and Michael Stonebraker, "Chabot : Retrieval from a Relational Database of Images," IEEE Computer, 28(9), 1995.
- [14] G. Lu, "On Image Retrieval Based on Colour," Proc. SPIE 2420, pp.310-320, 1995.
- [15] 김익재, 이제호, 권용무, 박상희, "변형된 질의 영상에 강한 내용기반 영상 검색 기법", 한국 방송공학회 논문지, 제2권, 제1호, pp.74-83, 1997.
- [16] 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.
- [17] 이동호, 송용준, 김형주, "SCARLET : 웨이블릿 변환을 이용한 내용기반 이미지 검색 시스템의 설계 및 구현", 한국 정보과학회 논문지(C), 제3권, 제4호, pp.353-364, 1997.
- [18] K. Hirata and T. Kato, Query by Visual Example-Content Based Image Retrieval. Advances in Database Technology(EDBT 1992), pp. 56-71, 1992.
- [19] C. C. Chen, "Improved Moment Invariants for Shape Discrimination," Pattern Recognition, Vol.

26, No.5, pp.683-686, 1993.

- [20] 정화자, "DCT를 이용한 윤곽선 추출", 한국 정보과학회 논문지(C), 제3권, 제1호, pp.90-97, 1997.
- [21] Salton. G., and M. J. McGill, Introduction to Modern Information Retrieval, McGraw-Hill, New York, N. Y., 1983.



김 봉 기

bgkim@sum.hallym-c.ac.kr
 1987년 숭실대학교 전자계산학과 (공학사)
 1989년 숭실대학교 대학원 전자계산학과(공학석사)
 1992년~현재 숭실대학교 대학원 전자계산학과 박사과정 수료

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



오 해 석

oh@computing.soongsil.ac.kr
 1975년 서울대학교 응용수학과(이학사)
 1981년 서울대학교 계산통계학과 (이학석사)
 1989년 서울대학교 계산통계학과 (이학박사)

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