[UCI]I804:24011-200000233252

*2006*年 *8*月

碩士學位論文

칼라 *RGB* 배열과 양자화에 기반한 영상검색

朝 鮮 大 學 校 大 學 院

情 報 通 信 工 學 科

金 兌 沃

칼라 *RGB* 배열과 양자화에 기반한 영상검색

Image retrieval based on Color RGB array and quantization

*2006*年 *8*月 *25*日

朝 鮮 大 學 校 大 學 院

情 報 通 信 工 學 科

金 兌 沃

칼라 *RGB* 배열과 양자화에 기반한 영상검색

指 導 敎 授　朴　鍾　安

이 論文을 工學碩士學位申請 論文으로 提出함.

2006 年　*4* 月　　日

朝 鮮 大 學 校　大 學 院

情 報 通 信 工 學 科

金　兌　沃

金 兌 沃의 碩士學位 論文을 認准함

委員長　朝鮮大學校　敎授　韓　承　朝　　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　邊　宰　榮　　印

委　員　朝鮮大學校　敎授　朴　鍾　安　　印

2006 年　*5* 月　　日

朝鮮大學校　大學院

목 차

도 목 차 ····· iv
표 목 차 ····· v
ABSTRACT ····· vi

Ⅰ. 서 론 ····· 1
A. 연구의 배경 및 목적 ····· 1
B. 연구의 내용 및 구성 ····· 2
II. 내용기반 영상검색 시스템 ····· 4
A. 개요 및 구성 ····· 4
1. 내용기반 영상검색 시스템 ····· 4
2. 영상검색 관련 연구 ····· 6
3. 내용기반 영상검색 시스템의 응용 분야 ····· 9
B. 영상검색을 이용한 특성 표현 ····· 10
1. 색상 ····· 10
2. 형태 ····· 13
3. 질감 ····· 13
C. 칼라를 이용한 검색 접근 방식 ····· 14
1. RGB 칼라 공간 ····· 16
2. HSI 칼라 공간 ····· 17
3. CMY/CMYK 칼라 공간 ····· 19
4. YCbCr 칼라 공간 ····· 20

D. 기존 칼라 영상검색 방법 ····· 21
1. 칼라 히스토그램 ····· 21
2. 칼라 히스토그램 인터섹션 ····· 22
3. CCV ····· 24
4. 칼라 코렐로그램 ····· 25
Ⅲ. 제안한 알고리즘 설계 ····· 27
A. RGB와 그레이-레벨 양자화 기반 알고리즘 설계 ····· 28
1. RGB 특징자 설계 ····· 28
2. 그레이-레벨 양자화 특징자 설계 ····· 30
3. Feature Database 설계와 정규화 ····· 31
B. 유사도 및 성능 측정 ····· 33
IV. 시뮬레이션 ····· 34
V. 분석 ····· 38
A. 기존 알고리즘과 제안한 알고리즘 비교Ⅰ ····· 38
B. 기존 알고리즘과 제안한 알고리즘 비교Ⅱ ····· 42
Ⅵ. 결론 ····· 46
참고문헌 ····· 48

도 목 차

그림 2.1 내용기반 영상검색 시스템의 구조 ····· 4
그림 2.2 칼라 히스토그램 ····· 11
그림 2.3 RGB 칼라 공간 ····· 16
그림 2.4 HSI 칼라 모델 ····· 18
그림 2.5 CMY/CMYK 칼라 공간 ····· 19
그림 2.6 CCV 연산 방법 ····· 24
그림 2.7 CCV 연산 예 ····· 25
그림 3.1 제안한 알고리즘 ····· 27
그림 3.2 칼라 RGB 히스토그램 ····· 28
그림 3.3 칼라 RGB 채널 분리 ····· 29
그림 3.4 그레이-레벨 양자화 ····· 31
그림 3.5 원 영상 ····· 32
그림 4.1 실험 영상 ····· 35
그림 4.2 시작화면 ····· 36
그림 4.3 출력화면 ····· 36
그림 5.1 실험 영상 ····· 38
그림 5.2 기준 영상 ····· 39
그림 5.3 칼라 히스토그램 검색 결과 ····· 39
그림 5.4 기준 영상 ····· 40
그림 5.5 칼라 코렐로그램 검색 결과 ····· 40
그림 5.6 제안된 알고리즘 검색 결과 ····· 41

그림 5.7 실험 영상 ····· 42
그림 5.8 기준 영상 ····· 43
그림 5.9 칼라 히스토그램 검색 결과 ····· 43
그림 5.10 기준 영상 ····· 44
그림 5.11 칼라 코렐로그램 검색 결과 ····· 44
그림 5.12 제안된 알고리즘 검색 결과 ····· 45

표 목 차

표 2.1 내용기반 영상검색 시스템의 비교 ····· 5
표 3.1 Feature Database ····· 32
표 3.2 Feature Database 테이블 정규화 ····· 32
표 4.1 실험 환경 ····· 34
표 4.2 실험 영상의 매칭도 ····· 37

ABSTRACT

Image Retrieval based on Color RGB array and quantization

Kim, TaeOhk
Advisor : Prof. Park, JongAn, Ph.D.
Department of Information & Communications,
Graduate School of Chosun University

In this paper a method has been proposed for image retrieval using normalized color, hue and intensity information considering problems in the retrieval of different image sizes, that is a shortcoming in original image retrieval techniques.

The amount of calculation by the proposed method which calculates hue and color information as well as RGB is very less and resultantly number of index information is small. Proposed image retrieval method saves space because it utilizes characteristics. Use of RGB color information in the method here has advantage that it can shorten time.

As the method expresses characteristics in quantity index which is less in size compared to being used in existing methods. Image retrieval using color RGB information and color gray-level information produces correct retrieval results.

Ⅰ. 서 론

A. 연구의 배경 및 목적

인터넷의 대중화와 멀티미디어 기술의 급속한 발전과 더불어 데이터 검색의 필요성이 증대되고 있다. 이에 따라, 영상을 검색하는 여러 가지 방법들이 대두되어지고 있는데 초기의 영상검색 방법은 질의어에 의한 텍스트 기반 검색 시스템이 주류를 이루었으나, 이러한 검색 시스템은 몇가지 문제점을 가지고 있다. 텍스트 기반 검색 시스템은 모든 이미지에 대해 각 이미지를 잘 표현할 수 있는 키워드를 설정해야하는 노력이 요구되며 또한 키워드 설정시 개인의 주관성이 포함되기 때문에 고유한 키워드를 설정할 수 없는 경우들이 존재할 수 있다. 또한 주석 정보를 작성하는 사람과 실제 검색하는 사람 사이의 관점의 불일치로 인하여 검색이 비효율적 일 수 있다는 단점도 있다. 따라서 최근 증가하는 영상 데이터를 효과적으로 관리, 검색하기 위해 내용기반 검색에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 특히 영상 검색을 위한 효과적인 특징 추출에 대한 관심이 높아지고 있다.

내용기반 영상검색 기술은 질의 자료로 영상 자체 또는 영상에 대한 관련된 정보를 제시하면 질의 자료를 분석하여 특징 정보를 추출한 후 영상 데이터베이스 상에서 가장 유사한 특징을 가지는 영상을 제시하는 기술이다. 내용기반 영상검색은 영상으로부터 추출 가능한 특징자인 색상(color)이나 형태(shape), 질감(texture) 등의 영상 특징을 추출하여 이 정보를 기반으로 해서 영상을 검색하는 방법들이 대표적이다.

내용기반 영상검색 방법들 중에서 칼라 색상 정보를 이용하여 특징을 얻는 방법은 영상 데이터베이스의 검색에 있어서 아주 중요한 방법이다. 영상의 다른 정보들과 비교할 때 칼라 색상 정보의 특징은 영상에 대한 인덱싱을 구축하는데 가장 중요한 정보를 가지고 있다. 칼라의 색상 정보는 잡음이나 다른 배경의 복잡도에 덜 민감하며 영상 내의 물체의 이동, 회전 등의 변화에 영향을 적게 받는 통계 정보를 계산하는데 사용될 수 있다. 칼라 색상 정보를 이용하여 특징을 얻는 방법으로는 칼라 히스토그램, CCV, 칼라 코렐로그램(color correlogram)등이 있다. 특히 칼라 코렐로그램은 다른 특징들에 비해 영상검색 결과가 비교적 우수한 것으로 알려지

고 있다. 칼라 코렐로그램은 한 영상에서 각각의 색상 값이 거리 값에 따라 얼마나 변화하는 정도를 나타내는 공간적 상관도(spatial correlation)를 나타내 줌으로써 영상의 특징을 이용하여 영상을 검색하는 방법이다. 하지만 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기 정보를 너무 많이 고려하기 때문에 영역의 크기가 변화가 민감한 문제점을 가지고 있다.

본 논문에서는 기존의 영상검색 기법들의 단점인 칼라의 수축, 팽창등과 같은 크기 변화에 관한 문제를 개선하기 위해 칼라의 색상과 명암 정보를 이용해서 정규화 함으로써 영상을 검색하는 방법을 제안하고자 한다. RGB는 칼라 정보의 색상의 특성을 계산하는 방법으로 계산량이 매우 적을 뿐 아니라 색인 정보의 수가 적어 저장 공간이 작은 장점을 지닌 특징자를 이용한 영상검색 방법을 제안하였다. 여기에서 영상의 칼라 RGB 색상 정보를 이용한 방법은 칼라기반 영상검색에서 많이 사용되는 방법으로 기존의 방법에 비해 적은 양의 색인으로도 특징을 표현할 수 있기 때문에 시간을 단축시킬 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 칼라 RGB 정보와 칼라 그레이-레벨의 특징 정보를 이용하여 영상을 검색하기 때문에 칼라만을 사용할 때 보다 정확한 검색이 가능하도록 하였다.

B. 연구의 내용 및 구성

본 논문에서는 내용기반 영상검색 기법들 중에서 칼라의 색상의 기술자를 사용한 영상검색 방법이 사용된다. RGB는 칼라 정보의 색상의 특성을 계산하는 방법으로 계산량이 매우 적을 뿐 아니라 색인 정보의 수가 적어 저장 공간이 작은 장점을 가지고 있다.

본 논문에서 구현하고자 하는 칼라 RGB 배열과 양자화에 기반한 영상검색을 다음과 같은 단계를 거쳐 구현하였다.

1. 칼라 영상에서 RGB를 분리한 후 픽셀 값을 RGB 크기 순으로 배열시키고 그 특징자를 Database 테이블에 저장한다.
2. 다음으로 칼라의 그레이-레벨을 구하게 되는데, 그레이-레벨의 범위는 0~255의 값을 가지므로 이 범위를 8개로 양자화해서 Database 테이블에 저장한다.
3. 첫 번째와 두 번째의 특징자의 Feature Database 테이블은 각각의 이미지들이

크기가 다르기 때문에 Feature Database 테이블을 일정 크기로 정규화 한다.

4. 마지막으로 각각의 Feature Database 테이블의 유사도를 계산하여 정합률과 이미지를 화면에 출력하게 된다. 전체 이미지의 색인코드는 데이터베이스에 저장되고 웹상에서 이를 이용하여 원하는 이미지를 검색 구현하여 검증하도록 한다.

논문의 전체적인 구성은 다음과 같다. 제 Ⅱ장에서는 내용기반 영상검색 시스템을 설명하고, 제 Ⅲ장에서는 제안한 영상검색 시스템을 기술한다. 제 Ⅳ장에서는 시뮬레이션을 통하여 칼라 영상검색 성능을 입증하며, 제Ⅴ장에서 시뮬레이션 결과에 대한 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘에 대하여 분석한 후 Ⅵ장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 내용기반 영상검색 시스템

내용기반 영상검색 시스템이란 영상 데이터베이스에 저장되어 있는 영상들로부터 영상에 포함된 내용을 기반으로 하여 검색하는 시스템을 말한다. 이 내용기반 영상검색 시스템에서 질의에 대한 검색을 원활히 수행하기 위해서는 영상으로부터 정보를 추출하는 과정이 필수적이다.

A. 개요 및 구성

1. 내용기반 영상검색 시스템

내용기반 영상검색(CBIR: Content-Based Image Retrieval) 시스템은 영상 자체의 시각 정보를 이용하여 영상 데이터베이스를 색인하고, 예제 질의를 통하여 사용자가 찾고자하는 영상과 유사한 것들을 검색하는 기능을 제공한다. 저마다의 영상검색 시스템은 그에 사용되어지는 특징 종류와 표현 방법이 다르고, 특징들 간의 유사성을 측정하는 방법 또한 다르다. 내용기반 영상검색 시스템의 성능은 영상을 대표할 특징의 선택 그리고 추출 방법, 유사성 측정 방법 등으로 결정된다. 일반적인 내용기반 영상검색 시스템은 그림 2.1과 같이 구성된다.

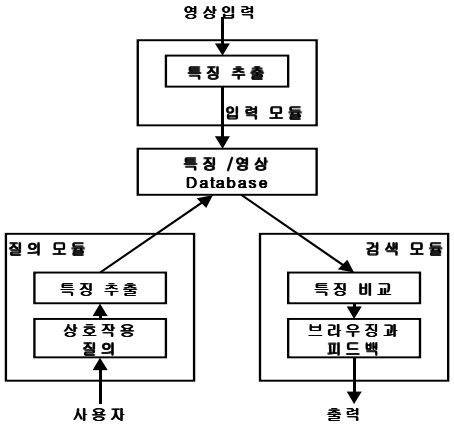

그림 2.1 내용기반 영상검색 시스템의 구조

영상의 입력 과정에서는 입력된 영상을 가장 잘 표현할 수 있는 특징(feature)을 추출해서 색인화하여 영상 데이터베이스를 구축하는 단계이고, 영상의 질의 과정은 사용자가 찾고자 하는 영상을 질의 자료로 제시하는 특징을 추출하는 과정이다. 이 단계에서는 질의 영상에 대해 데이터베이스의 구축 시 특징을 추출할 때와 동일한 방법으로 같은 종류의 특징을 추출해야 한다. 마지막으로 검색 과정은 질의 영상의 특징과 데이터베이스 상의 영상들의 특징들을 비교하여 가장 유사한 특징을 가지는 영상들을 결과로 출력하는 단계이다.

검색 시스템에 있어서 가장 중요한 요소는 영상을 어떠한 특징을 가지고 표현할 것인가와 추출된 특징들을 어떠한 방법으로 비교할 것인가 하는 문제이다. 검색에서 사용되는 특징은 원시적이거나 또는 구문적(semantic)이며, 특징 추출은 전적으로 자동적으로 수행되어져야 한다. 키워드가 영상의 내용을 나타낸다고 하더라도 수동적으로 할당된 키워드에 의한 검색은 내용기반 영상검색이라 하지 않는다.

기존의 내용기반 영상검색 시스템으로는 QBIC, VisualSEEK, Chabot, Photobook, SIMPLIcity 등이 있다.

표 2.1은 위의 시스템 및 기타 시스템을 비교한 것이다.

시스템	검색방법	특징정보 추출방식	단점
QBIC	사용자 스케치 검색, 샘플 이미지에 의한 유사성 검색, 색상/모양/질감 기반 검색	점(point)으로 특징 벡터 표현, R*-트리를 이용한 인덱싱	통합되지 못한 검색 인터페이스, 의미 기반 정보 검색 불가능, 지식기반 검색 불가능
VisualSEEK	평균 색상 및 공간 검색, 시각적 특징에 의한 검색	영역적 평균 색상 히스토그램 추출과 자동화된 영역 추출	색상정보 검색의 큰 비중, 비효율적인 공간 관계 연산 시간
Chabot	텍스트 및 색상 기반 검색	평균 색상 히스토그램과 수동적인 키워드 입력	복잡한 질의 인터페이스, 내용정보간의 관계성 부족
Photobook	객체 기반 검색, 색상 및 질감, 형태에 기반한 검색	객체(윤곽선) 정보 추출, 색상/질감/형태 특징 추출	통합되지 않은 검색 인터페이스, 의미 기반 검색 불가능, 객체간의 관계성 부족
SIMPLIcity	영역 매칭 검색	영역 세그멘테이션 분할, 의미적 분류, 영역특징 추출	지식기반 검색 불가능, 영역적 연산 시간 소요

표 2.1 내용기반 영상검색 시스템의 비교

2. 영상검색 관련 연구

멀티미디어 응용분야의 확장과 더불어 영상이나 비디오 정보는 기하급수적으로 증가하며, 이러한 정보는 미래의 필요성에 의해 적절하게 분류되고 검색될 수 있는 환경이 되어야 한다. 이와 같이 영상의 내용기반 영상검색 기법의 연구는 매우 중요하므로 많은 사람들이 이에 대한 연구를 활발히 진행하고 있다. 영상검색 분야와는 달리 패턴인식 분야에서는 여러 종류의 영상 중에서 어떤 하나의 영상과 동일한 영상을 찾아내는 작업을 연구하여 왔다. 다시 말하면, 패턴인식 기술은 몇 가지 표준화 된 패턴(원, 사각형 등)을 미리 정해 놓고 최근접 분류방식(Nearest Neighbor Classification)에 의해 영상의 특징을 추출하는 기법을 사용하고 있다. 그러나 일반적으로 영상자료는 매우 다양한 정보를 담고 있어 표준패턴을 정하는 것이 거의 불가능하며, 패턴인식의 대상이 되는 영상정보가 한정되어 있으므로 영상검색에 적용하기에는 많은 문제점이 있다.

Grosky 및 Mehrotra 등은 영상에 포함하고 있는 객체들의 윤곽선을 벡터화하여 이를 영상의 특징 값으로 사용하였다. 영상에서 추출된 특징 값들은 거리, 방향, 인접요소와 이루고 있는 각도 등을 계산하여 영상간의 유사성을 평가하였다. 검색에 소요되는 시간을 단축하기 위해 특징 값들을 트리형태로 색인한다.[1],[2] 이 방법은 영상내의 객체의 크기와 위치에 관계없이 적용할 수 있다는 장점은 있으나, 객체의 형태가 제한된 환경에서만 사용할 수 있다는 단점이 있다.

Hirata 및 Kato에 의한 QVE는 검색자가 그린 개략적인 스케치 또는 복사본을 기반으로 하여 영상을 검색하는 방법을 제안하였다. 이 방법은 영상을 작은 크기로 축소한 아이콘으로 특징 값을 사용한다. 영상정보 저장시스템에 저장된 각 영상자료는 모양과 색채에 대한 아이콘 영상을 가지고 있으며 이를 기반으로 검색작업을 수행한다. 이들의 방법은 다양한 형태의 영상자료를 다룰 수 있다는 장점을 가지고 있으나, 영상을 검색하기 위해서 모든 영상자료를 화소단위로 순차적으로 비교해야 하는 단점을 가지고 있다.

Jacobs 등은 특성벡터의 추출과정에서 처음으로 웨이브릿 변환을 사용하였다. 그들의 연구에서는 색상영상에 대하여 직접적으로 웨이브릿 변환을 적용하여 얻은 계수들을 영상의 R, G, B 각 채널마다 따로 특성벡터를 구성하였다. 이는 특성벡터의 차원이 너무 크므로 처리시간이 많이 걸려 기존의 색인기술을 이용하는데 많은

어려움이 있었다. 또한, Milanese는 영상을 직각좌표계에서 로그-극 좌표계로 변환한 후 이를 퓨리에 변환하는 방법으로, 변환한 좌표계가 회전, 이동, 크기의 변화에 강한 성질을 이용하였다. 그러나 이 방법은 회전 등의 변화를 계산하기 위해 많은 시간이 필요하여 대용량의 영상시스템에는 적용하기가 곤란하다는 단점이 있다.

버클리 대학에서 개발한 Chabot은 주석정보와 영상의 특성벡터를 함께 고려한 시스템으로 특성벡터로는 색상과 히스토그램을 이용하였다. 예를 들어 사용자는 "w꽃"x또는 "w풍경"x과 같은 주제어로 질의할 수 있으며, 부가적인 기능으로 색상을 선택하여 영상을 검색할 수 있도록 하였다. 이 시스템은 내용기반 영상검색에 접근하기 위한 색상. 질감. 물체의 모양 등과 같은 특징들을 사용하였으나, 특성정보를 추출하기 위한 과정이 복잡하며, 계산량이 많아 처리시간이 많이 소요되고 있다.

이용할 수 있는 영상의 범위가 광범위하게 확대됨에 따라 영상 내에 있는 객체를 자동으로 처리할 뿐 아니라, 이를 정확히 추출하는 문제는 컴퓨터비전 분야에서 아직도 해결하지 못한 숙제로 남아 있다. 더구나 각 영상의 객체는 보는 이의 관점, 물체의 흡수, 영상의 변형에 따라 다르게 나타날 수 있으므로 이러한 복합적인 변수들을 고려하여야 하는 문제가 있다. 따라서 객체나 영역을 근사한 모양으로 표현하기 위해 객체 또는 영역을 사각형으로 표현하기도 한다.

Hsu는 색상 히스토그램은 영상내의 색상 빈의 빈도수만으로 유사도를 측정하므로 모양이 전혀 다른 영상을 검색하는 오류를 범할 수 있음을 주장한다. 이들은 이를 개선하기 위해 영상의 엔트로피를 계산하고 추출된 영역을 사각형꼴로 표현한 후, 영역의 대표색상과 공간정보를 분석하여, 통합된 색상-공간정보에 기반 한 검색방법을 제안하였다.[3] Ooi 등은 영역의 분할개수에 대한 연구를 진행하여 4개의 영역이 적당함을 재현율(recall)과 정확율(precision)의 개념을 사용하여 유효성을 증명하였다.[4] Smith 등은 HSV(Hue, Saturation, Value)공간에서 색상에 의해 공간을 분할하고, 히스토그램 백-프로젝션방법을 사용하여 관심영역으로 추출된 각 영역을 이진화하여 특성을 색인하는 것으로 VisualSeek에 적용하고 있다.[5],[6]

영상의 영역이나 객체들을 기반으로 하는 색상정보가 공간적인 분포를 고려하기 위한 방법으로 매우 유용하지만, 영상의 영역을 분할하는데 어려움이 있으므로 간단한 고정크기의 분할방법이 다양하게 이용된다. Stricker 등은 영상을 중앙의 타원형과 겹치는 영역을 포함하여 5영역으로 구분하고, 각 영역에서 히스토그램 및 1,

2, 3차 모멘트를 추출하여 비교하였다.[7] 이들은 HSV공간에서 히스토그램과 평균 색상, 분산, 왜곡을 사용하여 계산량을 줄이는 효과를 가져온 반면, 영상에 나타나는 색상정보를 상세하게 반영하지 못하는 단점이 있다. Dimai는 영상을 8×8의 블록으로 계층적으로 분할하고 분할된 영역에서 색도와 채도의 값들로 색인한다.[8]

Zhang 등은 영상의 내용상 전체적으로 색상이 비슷한 영상을 검색하기 위해 고정된 크기의 국부적인 색상 히스토그램을 사용함으로써 계산이 간단하여 다양한 응용분야에서 효과적임을 보여주고 있다.[9] Belongie 등은 영상을 "wBlobWorld"x라는 형식으로 표현하여 영상검색에 적용하고 있다. 이는 자연영상을 점(blob)으로 나누고 각 영역에서 중앙과 주변에서 나타나는 대표색상을 특성벡터로 이용하였다.[10] Mehtre는 클러스터링 방법에 의해 영역을 분할하고 이 영역에서 7가지의 색상 모멘트를 계산하여 복합적인 특성추출방법을 제안하였다.[11]

영상을 고정 또는 가변블록으로 분할하지 않고 공간적인 색상분포를 표현하기 위한 다른 접근방법이 있다. Pass 등은 영상내에 포함하고 있는 같은 색상의 응집 여부를 이용한 CCV(Color Coherence Vectors)를 제안하여 기존의 히스토그램 방법을 개선하였으나 공간정보가 극히 적다는 단점이 있다.[12],[13] 또한 이들은 색상 히스토그램의 장점을 살리고 국부적인 화소들의 특성들로써 다차원의 히스토그램을 구성하는 결합 히스토그램을 제안하기도 하였다.[14] Huang 등도 공간정보를 고려하기 위한 방법으로, 주어진 색상의 화소가 임의의 거리에 존재할 확률을 계산한 테이블을 작성하여 색인하는 Color Correlogram을 제안하였다.[15]

Mandal 등은 색상정보를 반영하기 위해서 색상 히스토그램에 대한 모멘트를 이용하였고, 공간정보를 고려하는 방법으로는 웨이브릿 부 영상을 가우시안 분포로 근사화한 뒤, 그 계수를 이용하였다.[16] 이 방법은 특징의 수가 적어 색인에는 효율적이지만, 물체나 배경의 큰 변화 등에 민감하게 되는 단점이 있다. 또한 Vertan 등은 기존의 히스토그램에서 윤곽성분을 부가하기 위해 라플라시안 연산자를 사용함으로서 공간적으로 구속된 색상분포를 나타내고 있으며, 확률적으로 계산하는 히스토그램 표현방식과는 달리 멤버십 함수로 그룹별 대표성을 표현하는 퍼지 히스토그램으로 영상의 내용을 표현하고 있다.[17]

이와 같이 영상이 지니고 있는 다양한 특징 중에서 영상의 전체적인 색상 히스토그램과 모멘트들을 이용하면 다른 정보와 비교하여 상대적으로 비교적 쉽게 추출할 수 있을 뿐 아니라, 영상의 크기나 방향의 변화에 강한 성질을 지니고 있어

영상검색에 매우 유용한 정보를 제공하고 있지만, 영상내의 공간 정보를 충분하게 고려하지 못하고 있어 영상의 개수가 많아지면 검색결과가 좋지 않게 되는 경향이 있다. 내용기반 영상검색에서 공간적인 구조를 함께 고려하기 위한 최근의 연구에서 색상의 분포를 더욱 상세히 표현하기 위한 노력들이 시도되고 있다. 이러한 것들을 통틀어 Tao 등은 공간을 포함한 색상색인(spatial color indexing)기법이라 부르고 있다.

지금까지 내용기반 영상검색에 관련된 기존의 연구를 분석하였다. 앞서 지적한 바와 같이 색상 히스토그램은 전혀 다른 영상이지만 유사한 히스토그램을 가질 수 있으므로 이를 영상검색에 적용할 경우 사용자의 의도와는 전혀 다른 영상을 검색하는 결과를 가져온다. 이러한 히스토그램의 단점인 공간정보 부재문제를 해결하기 위해 영역을 고정 또는 가변 분할하는 방법을 시도하고 있으나, 유사한 영역의 분할이 용이하지 않아 검색결과가 좋지 않았다.

본 논문에서는 검색 성능을 향상시키기 위하여 칼라 RGB 배열과 그레이-레벨 양자화 기법을 도입하며, Feature Database 테이블을 만들어 영상의 유사도를 비교하는 방법을 제안한다.

3. 내용기반 영상검색 시스템의 응용 분야

내용기반 검색 시스템의 응용 분야는 상당히 다양하다. 각 분야별로 활용 가능한 응용을 살펴보면 먼저 범죄예방 분야로 범죄자의 얼굴, 지문, 발자국 등의 인식에 사용할 수 있으며, 군사 분야에서는 레이더 사진으로부터 적의 무기 확인, 위성사진으로부터 목표물 확인 등에 적용 가능하다. 또한 지적 재산권 분야로는 상표 이미지 등록 및 불법 복제 보호 등에 응용할 수 있고, 의학 분야에서는 X선 사진, 초음파 사진에 시각적 정보를 이용하여 병의 진단 및 환자의 상태를 파악할 수 있다. 패션 디자인, 그래픽 디자인, 산업 디자인 분야에서 고객에서 정보를 제공하거나 재창작 과정에서 요구되는 2, 3차원의 스케치나 모델링에 이용되며, 문화적 유산을 보관하는 박물관이나 미술관, 신문, 잡지 등의 기사나 광고에 적합한 그림을 찾기 위해 사용될 수 있고, 지리 정보 시스템(Geographic Information System : GIS), 교육 등 그 활용 분야가 매우 다양하다. 최근에는 인터넷의 활성화로 다양한 분야의 전문가들에게 원하는 영상을 제공하기 위한 검색 엔진이 서비스되고 있으며 대

표적인 것으로 Excalibur 검색 시스템에 기반을 둔 Yahoo의 Image Sufer와 Virage의 검색 시스템을 이용한 AltaVista의 AV Photo Finder가 있다.

B. 영상검색을 위한 특성 표현

1. 색상

칼라의 색상 정보는 영상에서 객체를 실별하게 하는 중요한 시각 요소이며, 영상 검색에 가장 널리 사용되어지는 시각 특징 중의 하나이다.

색상 특징을 나타내는 대표적인 방법으로는 칼라 히스토그램 (Color Histogram)에 의한 방법과 컬러로 유도된 감각 (Color-Induced Sensations)에 의한 방법이 있다. 칼라 히스토그램은 영상의 하위 수준 색상 속성을 기술하는 가장 전통적인 방법이다. 칼라 히스토그램은 영상의 색상 내용에 대한 매우 효과적인 표현이며, 칼라 히스토그램의 계산 방법은 각 색상 값에 얼마나 많은 화소가 속하는지 계소하는 통계적 방법을 사용한다.

영상간의 유사성은 각 화소가 갖는 색상 값의 차이에 의해 결정된다. 색상을 이용한 대부분의 연구들은 색상 값을 얻기 위하여 칼라 히스토그램 방법을 이용한다.

그림 2.2와 같이 R, G, B의 세 가지 색상 채널별 히스토그램을 정렬한 칼라 히스토그램은 주어진 컬러 영상은 초기에 특별한 변환을 가하지 않으면 R, G, B 값을 보유하고 있기 때문에, 영상을 구성하는 각 픽셀의 RGB 색상 공간에서의 분포 특성은 검색과정에서 유용하게 사용될 수 있다.

칼라 히스토그램으로서 표현되는 색상 분포는 영상을 나타내는 객체의 각 구성요소에 대한 내용보다는 전체적인 영상의 내용을 나타내는데 적합하다. 또한 칼라 히스토그램 방법은 객체의 회전이나 이동 등과 같은 기하학적 변형에도 비교적 영향을 받지 않으며 구현 알고리즘도 간단하다.

그러나, 빛의 밝기와 영상의 배경과 객체의 크기에 민감하고, 전혀 다른 종류의 영상도 같은 색상 분포를 가질 수 있다는 단점이 있다. 또한 색상은 화소들 사이의 위치 영역에 대한 정보가 부족하기 때문에 객체의 대략적인 구분 정보만을 가진다.

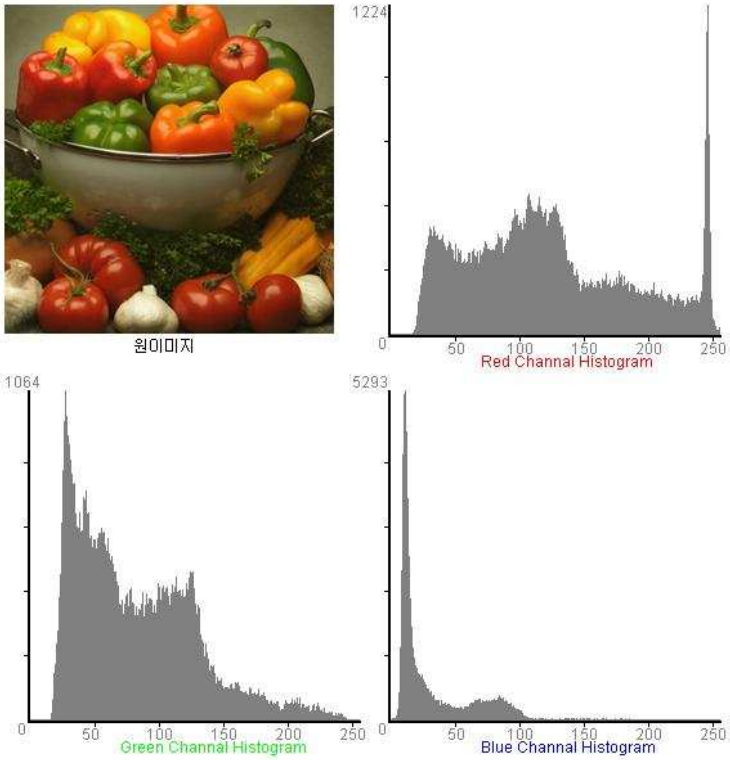

그림 2.2 칼라 히스토그램

색상 정보 기반 인덱싱 기법은 영상 데이터베이스의 검색에 있어서 아주 중요한 방법이다. 영상의 다른 정보들과 비교할 때 색상 특징은 영상에 대한 인덱싱을 구축하는데 가장 중요한 저수준의 정보를 가지고 있다. 색상 정보는 잡음이나 다른 배경의 복잡도에 덜 민감하며 영상 내의 물체의 이동, 회전 등의 변화에 영향을 적게 받는 통계정보를 계산하는데 사용될 수 있다. Swain과 Ballar는 히스토그램 인터섹션(histogram intersection)이라는 색상 검색 방법을 제안하였다.[18] 이 방법에서는 각 영상에 대해 색상 히스토그램을 구성한 후 각 히스토그램간의 공통부분을 취하는 방식으로 거리를 구하여 비교하였다. 이 방법은 계산과 정보 표현에 있어서 간결하기 때문에 많은 상황에서 유용하게 사용되고 있지만, 조명이 변화하는 경우에서는 성능이 저하되는 단점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 Funt와 Finlayson은 일정한 색상 인덱싱(constant color indexing)이라는 알고리즘을 개발하여 확장된 Swain 방법을 발표하였다.[19] 이 방법은 색상 비율의 히스토그램을

비교함으로써 검색을 수행한다. Funt 등의 논문에서는 제안한 알고리즘이 일정한 조명에서는 Swain의 방법보다 조금 성능이 떨어지지만 조명이 변화하는 경우에서는 성능이 크게 향상됨을 보였다. 또한 Stricker은 히스토그램 인터섹션 방법의 단점을 보강하여 누적 히스토그램을 이용하는 방법 및 각 색상 채널의 모멘트를 이용하여 색상 정보를 표현하고 유사도를 비교하는 방법을 제시하였다.[7] 반면에 Mehtre 등은 색상 비교를 위해 거리 방법(distance method)과 기준 색상표 방법(reference color table method)을 개발하였다.[11] 거리 방법은 특징으로서 세 가지의 색상 성분의 각각의 1차원 히스토그램의 평균값을 사용하였다. 두 특징 벡터간의 거리가 두 특징 사이의 유사도를 나타내기 위해 사용된다. 기준 색상표 방법에서는 한 세트의 기준 색상들이 먼저 색상표로 정의된다. 영상내의 각 색상 픽셀들은 색상표 상의 가장 가까운 색상으로 정의된다. 새롭게 할당된 색상을 가진 픽셀들의 히스토그램이 영상의 색상 특징으로 사용된다.

그러나 색상 히스토그램을 사용하는 방법들은 다음과 같은 단점들을 가지고 있다. 첫째, 히스토그램은 차원을 줄이기 위해 양자화를 필요로 한다. 전형적인 24 비트 컬러 영상은 224 개의 bin을 발생시키며, 이것은 최소한 2MB의 저장 공간을 필요로 한다. 따라서 bin의 수를 줄이기 위해 양자화가 필요하며, 이것에 의해 색상 정보의 손실이 일어나며 또한 어느 정도의 양자화 과정이 최적인지, 어느 정도까지 양자화를 수행해야 하는지에 대한 규칙이 없다. 둘째, 히스토그램이 만들어지는 색상공간이 검색결과에 상당한 영향을 줄 수 있으며 또한 양자화의 방법 및 양자화 정도를 결정한다. 예를 들면, 균일한 양자화는 RGB 공간에서는 유용하게 사용될 수 있는데, 그것은 RGB 공간에서 각 색상 성분의 분포가 균일하기 때문이다. 그러나 Mensell이나 LUV 공간에서는 균일한 양자화로는 불충분하다. 셋째로 색상 히스토그램을 사용하면 색상의 제외를 고려하기가 어렵다. 양자화의 정도에 따라 bin들이 나타내는 색상들이 변화하기 때문에 제외하고자 하는 색상을 나타내는 bin을 찾아내기가 어려우며 또한 제외하고자 하는 색상과 다른 색상들이 제외되는 경우가 발생할 수 있다. 마지막으로 히스토그램은 영상의 전체적인 색상 정보만을 추출한다. 즉, 어떠한 공간적인 정보도 이용되지 않는다는 단점을 가진다.

2. 형태

형태정보는 영상과 영상내의 객체의 중요한 특징이다. 이러한 형태정보에 의한 방법은 크게는 영상내 객체의 윤곽선 특징을 이용하는 boundary- based 기법과 영상내의 객체의 지역을 이용하는 region- based 기법으로 구분되고, 영상내 객체의 면적과 길이, 원형성(circularity), 신장율(elongation), 곡률(curvature), 주축의 회전각(major axisorientation)등을 특징으로 이용한다. 이러한 형태 특징의 이용은 위치나 크기 등에 영향을 받지 않고, 높은 수준의 검색환경을 제공하는 장점이 있다. 그러나 객체를 이루는 윤곽선이 형태의 변환이나 방향에 따라 민감하게 반응하기 때문에 형태 정보를 표현하기위해서는 일반적으로 기하학적 변환에 무관한 불변 모멘트(invariant moment)를 정의하여야하고, 영상내의 다양한 객체들을 표현하는 수학적인 모델이 없으며, 형태간의 유사도 측정 기준이 부족하다는 문제점이 있다.

형태 정보를 이용한 대표적인 연구로는 Mehrotra 등의 모양을 표현하기 위해 다각형을 이용한 연구가 있었다. 그리고 Huttenlocher 등은 수치 벡터로 표현된 모양 정보를 비교하기 위해 일반적으로 사용되는 유클리디언 거리를 이용하지 않고 하우스돌프 거리(Hausdorff distance)를 사용하였다. Niblack 등은 QBIC시스템에서 형태 정보를 표현하기 위해 모멘트를 사용하였으며, Mokhtarian 등은 multiple scale에 의한 모양의 변화가 모양의 구조적 유사성을 검출하는데 중요하다는 것에 착안하여 해상도에 따른 윤곽 곡선의 변화를 이용한 연구를 하였다. 또한 Wang은 B-spline을 기반 한 multiscale curvature의 표현을 연구하였다. 그리고 Belongie 등은 모양 문맥(shape contexts)을 이용한 정합 방법에 관하여 연구하였다.

3. 질감

질감(texture)은 영상에서 물체의 표면이나 구조를 나타내는 특성을 말한다. 질감은 영역 내에 있는 화소들의 구성관계를 결정짓고 영역의 특성을 나타내는 즉, 단위 종속형태(unit subpattern)의 반복배열이나 그레이-레벨의 불균일성으로 간주된다. 질감은 칼라, 형태등과 더불어 영상을 분석하는데 중요한 요소로서 사용된다. 질감으로 영상을 구분할 때 기준이 되는 특성으로는 질감의 소한정도 (coarseness), 밀한 정도(fineness), 대비(contrast), 방향성(directionality), 선 유사성

(line-likeness), 규칙성(regularity)등이 있다.

질감은 모든 영상에 존재하며 질감 특성을 이용하여 영상을 검색할 수 있다. 질감 특성은 의료영상, 산업영상, 위성영상 등에서 유용하게 사용되며 1970년대 이후 영상처리의 중요한 분야가 되었다.

영상처리의 관점에서 질감특성 추출에는 세 가지 접근 방법이 있다. 주파수 공간적 접근방법, 공간적(spatial)/지각적(perceptual) 접근방법, 구조적 접근방법 그리고 통계적 접근방법 등이다.

주파수 공간 접근 방법은 주파수 공간에서 주어진 영상을 분석한다. 이 방법은 Fourier 변환을 사용하므로 계산량이 많다. MPEG-7의 TBD와 HTD는 이 방법에 속한다.

통계적 접근방법은 통계적 관점에서 보면 영상은 복잡한 패턴들로 되어있고 이러한 패턴들을 특성화시키기 위해서 통계적 방법을 사용할 수 있다. 이 방법에는 일차 질감 특징(First-Order Texture Feature)과 이차 질감 특징(Second-Order Texture Feature)으로 구분된다. 일차 질감 특징은 히스토그램으로부터 직접적으로 추출하고 픽셀의 위치에 대한 정보를 포함한다. 예를 들어, MPEG-7의 EHD는 여기에 속한다. 이차 질감 특징은 다른 픽셀에 비교한 한 픽셀의 특정한 위치를 표현한다. 대표적인 것으로 Spatial Gray Level Dependency Matrix(SGLDM)가 있다.

그러나, 구조적인 방법은 영상내 원형의 구조가 크고, 일정한 규칙성을 가지는 영상만이 분석 가능하다는 단점을 갖고, 통계적인 방법은 영상의 크기가 따라 계산량이 많으며, 통계값을 구하는 알고리즘이 복잡하다는 단점을 갖는다. 그래서 최근에는 피라미드구조 웨이브릿 변환 (Pyramid- structed Wavelet Transform), 트리구조 웨이블릿 변환(Tree- structed Wavelet Transform), Gabor 웨이블릿 변환등을 이용하여 영상의 질감정보를 공간영역이 아닌 변환영역에서 주파수 대역별로 분석하는 방법이 많이 사용되고 있다

C. 칼라를 이용한 검색 접근 방식

인간의 눈을 통하여 들어온 빛은 시신경을 통하여 두뇌에 전달되고 두뇌에서는 이를 어떤 매케니즘을 거쳐 색으로 감지하게 된다. 이러한 메커니즘은 정확히 밝혀지지 않았고 이를 해석하는 방법은 여러 가지가 있을 수 있다.

빛의 삼원색은 빨강(Red), 녹색(Green), 파랑(Blue)를 말한다. 이 삼원색을 가산혼합하여 임의의 색을 만들 수 있다는 사실에 기초한다. TV나 칼라 모니터, 영사기, 무대조명 등에 사용되며 RGB 칼라공간의 기초가 된다.

색은 색상(Hue), 명도(Brightness), 채도(Saturation)의 3요소를 가지고 있는 것으로 생각한다. 색상이란 빨강, 주황, 노랑, 초록, 파랑, 남색, 보라 등과 같이 빛의 스펙트럼 상에 나타나는 색들을 말한다. 명도는 색의 밝고 어두운 정도를 의미하며 이것은 물리적으로는 시감반사율의 크고 작음을 의미한다. 여기서 시감 반사율은 물체표면에 입사되는 빛과 반사되는 빛의 비율을 말한다. 명도는 색의 3속성 중에서 인간의 눈에서 가장 예민한 부분이며, 그 다음으로 색상, 채도 순이다. 채도는 색의 지각적은 면에서 보았을 때 색의 강약이라 할 수 있다. 진한 색, 연한 색, 흐린 색, 맑은 색 등이 채도의 고저를 가리키는 말이다. 순색에 무채색의 혼합량이 많아지면 채도가 낮아지고 적어지면 채도가 높아지게 된다. 이를 이용한 칼라공간에는 HSI, HSV 공간이 있다.

색의 삼원색 청록색(Cyan), 심홍색(Magenta), 노랑(Yellow)을 말한다. 빛의 삼원색으로부터 만들어지는 2차색상인 청록, 심홍, 노랑으로부터 감산혼합으로 무한한 색상을 만들어 낼 수 있다는 사실에 기초한다. 예를 들면 노랑물감과 심홍색 물감이 종이위에 겹치게 되면 빨강색이 만들어 지는데 그 원리는 두 물감이 합쳐진 부분에서 녹색과 파랑의 빛의 파장을 흡수하고 (빼고) 빨강만 반사하기 때문이다. 이런 이유로 감산혼합이라 부른다. 물감으로 그림을 그리거나 프린터에서 프린트할 때 감산혼합방식이 적용되며 CMY 공간의 기초가 된다.

칼라 프린터를 위한CMY(Cyan, Magenta, Yellow) 공간과 CMYK(Cyan, Magenta, Yellow, Black) 공간, 칼라 텔레비전 방송을 위한 YIQ(Luminace, Inphase, Qu adrature) 공간 등이 있으며 칼라를 재현하는 장치의 특성에 따라 정의된다. 칼라를 표현하는 공간 모델 중에서 사용자 중심 공간은 HSV(Hue, Saturation, Value) 공간, HSI(Hue, Saturation, Intensity) 공간, HSB(Hue, Saturation, Brightness) 공간, L*u*v* 공간, L*a*b* 공간 등으로 분류할 수 있다.

사용자 중심 공간은 인간의 칼라 인식을 기초로 정의되며 인간이 느끼는 칼라간의 거리를 3차원 칼라 공간으로 표현한다. 하나의 칼라 공간에서 다른 칼라 공간으로 칼라 데이터를 변환할 때 칼라 공간의 기하학적인 모양이 처리 과정에 영향을 미친다. RGB 공간은 이미지 처리장치의 하드웨어에 적합하여 많이 사용되고 있다.

본 논문에서는 여러 가지 칼라 공간 중에서 RGB 공간, HSI 공간, CMY/CMYK 공간, YCbCr 공간에 대하여 기술한다.

1. RGB 칼라 공간

RGB 칼라 영상은 M x N x 3개의 칼라 화소의 배열이다. 각 칼라 화소는 RGB 영상의 특정 공간 위치에서의 빨강색, 녹색, 파랑색 성분의 트리플릿이다. RGB 영상은 칼라 모니터의 빨강색, 녹색, 파랑색 입력으로 각각 인가될 때는 칼라 영상을 만드는 세 개의 그레이 스케일 영상의 "스택(stack)"으로 볼 수 있다. 관례적으로, RGB 칼라 영상을 형성하는 세 영상들을 빨강색, 녹색, 파랑색 성분 영상이라고 부른다. RGB 공간은 서로 가산될 수 있는 빨강(Red), 녹색(Green), 파랑(Blue)의 삼원색으로 구성된 입방체에 해당하며 칼라 당 하나씩 모두 3개의 독립적인 이미지 평면으로 그림 2.3 같이 구성된다.

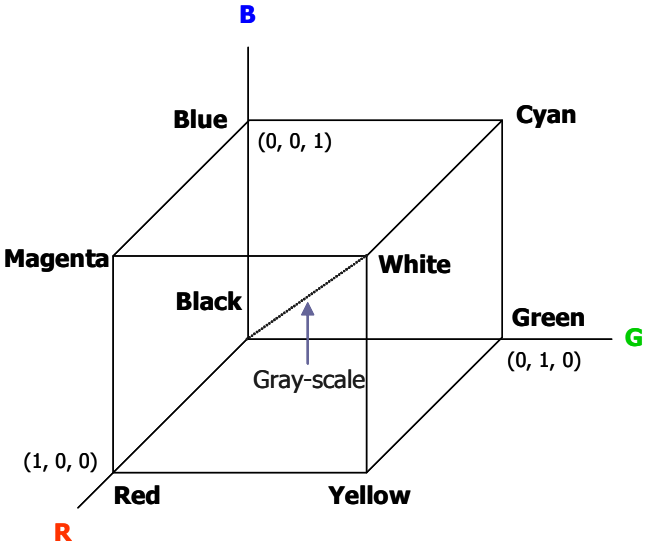

그림 2.3 RGB 칼라 공간

RGB 공간에서 원점은 검정색에 해당한다. 흰색은 입방체의 반대쪽 끝이다. 명도는 검정색에서 흰색으로 이어지는 선을 따라 표현된다. 칼라 채널당 8비트를 가지

는 24비트 칼라 그래픽 시스템에서 빨강색은 (255, 0, 0)이며, 칼라 입방체 상에서는 (1, 0, 0)으로 표현된다. 이 RGB 공간은 대부분의 컴퓨터 모니터와 컴퓨터 그래픽에서 널리 사용되고 있다. RGB 칼라는 3가지 원색을 더하여 원하는 칼라를 만들 수 있다. RGB 공간은 칼라를 해석하기 어려우므로 대부분의 경우에 다른 공간으로 변환하여 사용한다. 이미지를 RGB 칼라에서 명도 V로 표현되는 그레이 이미지로 변환하기 위해서 식 (2-1), (2-2)를 사용한다. 식 (2-1)은 NTSC 표준에서 사용되고 있으며, 식 (2-2)는 대부분의 어플리케이션에서 사용하고 있다.

$$V = 0.299*R + 0.587*G + 0.114*B \quad (2\text{-}1)$$

$$V = 0.333*R + 0.333*G + 0.333*B \quad (2\text{-}2)$$

2. *HSI* 칼라 공간

사람의 칼라 지각 능력은 색상, 명도, 채도의 세 가지 cone들의 반응들에 기초하고 있으며 칼라 공간은 이런 삼중 자극 값을 기반으로 한다. 이와 유사한 칼라 공간은 HSI 칼라 공간이다.

보통 칼라라는 용어는 색상을 가리키며, 빨강색, 초록색과 같이 색상을 식별하는 역할을 한다. 따라서 색상은 다양한 파장이 복합됨으로서 받아들여지는 컬러에 대한 느낌이라 할 수 있다. 이중에서 검정색, 흰색, 회색은 색깔을 가진다고 하지만 색상은 없다.

채도란 흰색으로 희석되지 않은 색깔의 정도를 말한다. 순수한 색상에 첨가되는 자연 색깔의 양이 증가할수록 채도는 감소한다. 채도는 흔히 색깔이 얼마나 순수한가를 의미하기도 한다. 채도가 약한 색깔은 색이 바래거나 희미해져 보이며, 채도가 강한 색깔은 뚜렷하고 활기가 넘쳐 보인다. 붉은 색은 채도가 가장 높은 색인 반면, 분홍색은 채도가 떨어지는 색이다. 순수한 색깔은 100% 채도를 가지며 흰색이 전혀 섞이지 않은 것을 말한다. 흰색과 순수한 색깔을 혼합하여 0%에서 100%로 채도를 만들 수 있다.

명도란 빛이 물체에 반사되어 느껴지는 강도를 말하는 것이다. 흰색에서 검정색까지 이르는 모든 범위를 의미하는데 이러한 범위를 명암도 (Gray Level)라고 한다.

HSI 컬러 공간을 사용할 때, 어떤 컬러를 만들어 내기 위해서 몇 퍼센트의 파랑색이나 녹색이 필요한지 알 필요가 없다. 진한 빨강색을 분홍색으로 바꾸기 위해 단순히 채도를 조절하고 어두운 것을 밝게 하려면 명도를 변경한다. RGB 모델은 색상 명을 모르는 상태에서 R, G, B 값을 혼합하여 새로운 색상을 만드는 수학적인 모델이다. 반면 HSI 모델은 만들 색상의 이름을 이용하여 색을 만드는 직관적인 모델이다.

HSI 색상 모델은 그림 2.4와 같이 원통 모양의 좌표계로 모형화 된다. 하나의 원뿔 밑에 또 하나의 원뿔이 뒤집혀져 있는 이중 원뿔 모형을 사용한다.

.

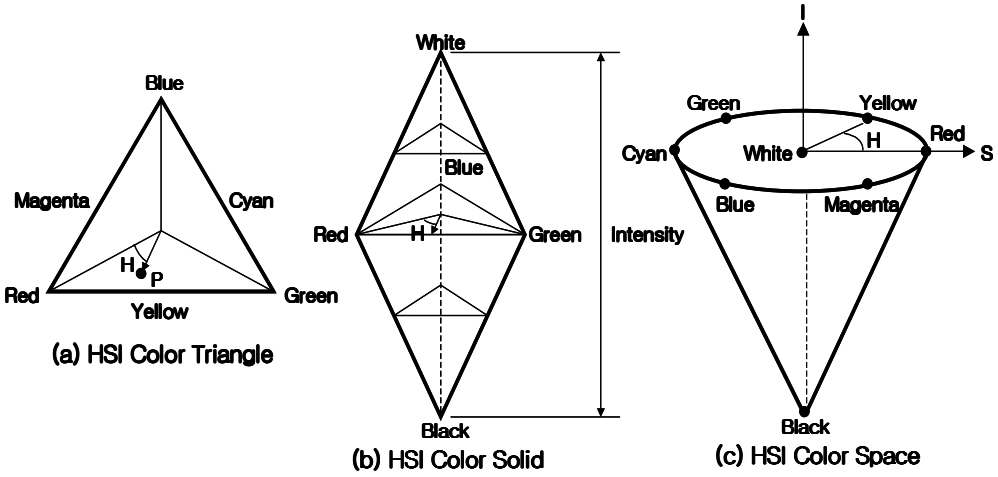

그림 2.4 HSI 칼라 모델

색상은 0°에서 360°의 범위를 가진 각도로 표현된다. 채도는 색상의 순수도를 나타내는 것으로 0에서 1까지의 범위를 가지는 반지름에 해당한다. 명도는 평균 흑백 계조를 표현하는 것으로 Z축에 해당하는데 0일 때는 검정색을 1일 때는 흰색을 나타낸다.

식 (2-3)은 RGB에서 HSI로의 변환 공식을 나타낸다.

$$I = \frac{1}{3}(R+G+B)$$

$$S = 1 - \frac{3}{R+G+B}[min(R,G,B)] \qquad (2\text{-}3)$$

$$H = cos^{-1}\left(\frac{\frac{1}{2}[(R-G)+(R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2+(R-B)(G-B)}}\right)$$

3. CMY/CMYK 칼라 공간

CMY 공간은 서로 감산될 수 있는 청록색(Cyan), 자홍색(Magenta), 노랑색(Yellow)으로 구성된다. 청록, 자홍, 황색은 빛의 등화색(secondary colors) 또는 물감의 원색(primary colors)이다. 예를 들면 청록색 물감으로 코팅된 표면에 백색 빛이 비춰 졌을 때 적색 빛은 표면에서 반사되지 않는다. 즉, 청록색 물감은 반사되는 백색 빛에서 적색 빛을 뺀다. 백색 빛은 같은 양의 적, 녹, 청색의 빛으로 구성된다. 이 원색들은 흰색으로부터 감산되어 원하는 색이 만들어진다. 이것은 그림 2.5에서 RGB 칼라 공간과 반대의 공간으로 청록, 자홍, 노랑은 빨강, 초록, 파랑의 보색이다. 따라서 두 공간 사이의 변환은 간단하다.

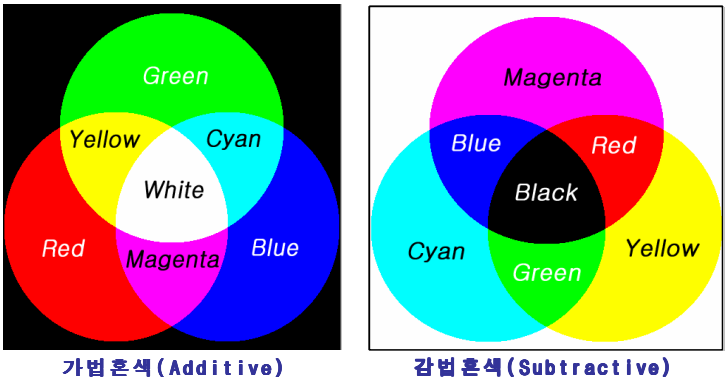

그림 2.5 CMY/CMYK 칼라 공간

RGB 공간을 CMY 공간으로 변환하기 위해서는 식 (2-4)와 같이 흰색에 대한 보수를 취하면 된다.

$$\begin{bmatrix} C = 1.0 - R \\ M = 1.0 - G \\ Y = 1.0 - B \end{bmatrix} \tag{2-4}$$

프린터를 이용한 인쇄 작업에는 CMY 공간에 검정색(Black, K)을 추가한 CMYK 공간을 사용한다. 세 가지 칼라를 조합해서 검정색을 만들면 순수한 검정색이 만들어지지 않기 때문에 순수한 검정색을 별도로 사용하는 것이 좋기 때문이다. 그리고 검정 잉크가 칼라 잉크보다 비용 부담이 적기 때문이다. CMY 공간에서 CMYK 공간으로의 변환은 식 (2-5)를 사용한다.

$$\begin{bmatrix} K = \min(C, M, Y) \\ C = C - K \\ M = M - K \\ Y = Y - K \end{bmatrix} \tag{2-5}$$

4. *YCbCr* 칼라 공간

YCbCr 칼라 공간은 디지털 비디오에서 널리 사용된다. 이 포맷에서 휘도 정보는 단일 성분 Y에 의해 표현되며 칼라 정보는 두 개의 칼라 차이 성분들 Cb 와 Cr로서 저장된다. 성분 Cb는 청색 성분과 기준 값 간의 차이를 나타내고 성분 Cr은 적색 성분과 기준 값 간의 차이이다.

RGB를 YCbCr로 전환하기 위해 IPT에 의해 사용되는 변환은 다음 식 (2-6)과 같다.

$$\begin{bmatrix} Y \\ Cb \\ Cr \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 16 \\ 128 \\ 128 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 65.481 & 128.553 & 24.966 \\ -37.797 & -74.203 & 112.000 \\ 112.000 & -93.786 & -18.241 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \tag{2-6}$$

D. 기존 칼라 영상검색 방법

1. 칼라 히스토그램

칼라 특징 정보를 표현하기 위하여 Swain이 제안한 칼라 히스토그램을 많이 사용한다. 칼라 히스토그램은 주로 막대 그래프로 표시한다. 이 막대 그래프의 간격을 빈(Bin)이라고 하며 각 이미지에 대한 히스토그램을 빈스(Bins)라고 한다. 칼라 히스토그램은 이미지 내의 각 화소의 동일한 칼라를 카운트함으로써 얻을 수 있다. 두 개의 이미지가 유사하다는 것은 유사한 빈도 분포를 가지고 있는 것을 말한다.

칼라 영상 히스토그램은 칼라 영상 명암의 가능성 밀집 함수로 간주 된다. 칼라 영상에 대해서 세 개의 칼라 채널 명암의 접속 가능성을 포착하게 확장된다. 공식적으로, 칼라 히스토그램은 식 (2-7)과 같이 정의 된다.

$$h_{r,g,b}(R,G,B) = N \cdot Prob\{R=r,\ G=g,\ B=b\} \qquad (2\text{-}7)$$

R, G, B는 세 개의 채널을 표현하고, N은 영상내의 픽셀 수이다. 계산적으로, 칼라 히스토그램은 영상내의 분리된 칼라와 각 칼라 픽셀 수의 계산에 의해 만들어진다. 칼라 히스토그램은 영상내의 칼라를 분별하거나 영상 배열 내에 나타나는 칼라를 카운트함으로써 얻어 질 수 있다. 즉, 히스토그램이란 모든 가능한 칼라의 집합 내에서 상등함수로 정의 할 수 있다. 기존의 히스토그램 방식은 크게 두 가지로 나누어지는데, 영상 전체에 대한 전역적인 특징을 갖는 글로벌 히스토그램과 객체와 배경 사이의 경계선 사이에 존재하는 국부적 히스토그램으로 나뉜다. 이들을 구분 짓는 것은 전자의 경우 사용되는 단위가 히스토그램이고 후자의 경우는 각 히스토그램간의 거리 값이다.

전역적으로 사용되는 히스토그램 방식은 누적히스토그램과 같은 형태로 나타나는데 3차원 칼라 공간(x, y, z)에 누적되는 히스토그램을 표현하면 식 (2-8)과 같다.

$$C(x,y,z) = \sum_{i=1}^{x} \sum_{j=1}^{y} \sum_{z=1}^{z} H(x,y,z) \tag{2-8}$$

입력 이미지의 칼라 값에 대한 정규화 된 히스토그램 $I(i)$는 식 (2-9)에 의하여 구할 수 있다.

$$I(i) = \frac{H(i)}{\sum_{i=0}^{n} H(i)} \tag{2-9}$$

식 (2-9)에서 i는 히스토그램 빈을 나타내고 $H(i)$는 i칼라 값을 갖는 화소의 합이다. n은 빈의 갯수를 의미한다.

2. 칼라히스토그램 인터섹션

내용기반 영상검색 방법 가운데 칼라를 이용한 대표적인 검색방법은 칼라 히스토그램 인터섹션(Color Histogram Intersection)이다. 칼라 영상의 경우 밝기영상에 비해 정보량이 많음을 이용하여 영상의 통계적 특성을 이용한 3차원 히스토그램을 생성한 후 히스토그램 공간상에서 데이터베이스 영상과 입력영상의 정합을 시도하는 색인화 알고리즘을 제안하였다. 이 알고리즘은 간단하고 적용하기 쉬우면서도 물체의 회전, 이동 및 어느 정도의 크기 변화, 그리고 영상 획득 시 각도의 변화 등에 강인하게 동작한다는 장점을 가진다. 이 방법에서는 칼라 공간으로 식 (2-10)과 같은 R, G, B (Red, Green , Blue)로부터 얻어지는 rg, by, wb의 보색축(opponent color axis)을 이용하였다.

먼저 영상의 칼라를 식 (2-10)과 같이 공간변환을 행한다.

$$rg = R - G$$
$$by = 2B - R - G$$

$$wb = R + G + B \tag{2-10}$$

영상의 칼라 히스토그램을 구하기 위해서 위 세 축의 구간을 나누어야 하는데, 여기서는 세기(intensity)축인 wb가 광원으로부터의 거리 및 밝기의 변화 등에 민감하기 때문에 영향을 줄이기 위해 구간을 더 크게 하였다. rg, by는 16개의 구간으로 나누었으며 wb는 8개의 구간으로 나누어 히스토그램은 총 2048 (16x16x8)개의 그룹을 가진다. 히스토그램이 구해지면 두 영상의 색상 히스토그램은 히스토그램 인터섹션(Histogram Intersection) 방법에 의해 비교된다.

일반적으로, 영상을 N개의 칼라로 양자화 한다면, 칼라 히스토그램 H는 벡터 $\langle h_1, h_2, h_3 ...., h_N \rangle$로 구성된다. 이때 h_j는 영상 내의 칼라를 가진 화소수의 수를 나타낸다. 입력 영상(query image)이 I이고 데이터베이스 영상이 M(model)일 때 히스토그램 인터섹션은 식 (2-11)과 같이 두 히스토그램의 교집합으로 정의된다.

$$H(I, M) = \sum_{j=1}^{n} min\,(I_j, M_j) \tag{2-11}$$

여기서 j는 히스토그램에서의 각 구간을 나타낸다. 이 결과는 영상의 크기에 따라 값이 변하므로 식 (2-12)와 같이 정규화 시켜서 사용한다.

$$H(I, M) = \frac{\sum_{j=1}^{n} min\,(I_j, M_j)}{\sum_{j=1}^{n} M_j} \tag{2-12}$$

식(2-12)은 입력 영상과 데이터베이스 영상의 유사도를 나타내고 0에서 1사이의 값으로 정규화 된 값이다. 각각은 유사도가 높은 두 영상에 대해서 1의 값에 가까운 값을 가지게 된다. 만일 두 영상이 동일한 경우는 1의 값을 가지게 되고 두 영상이 전혀 다른 경우는 0의 값을 가진다. 보는 바와 같이 히스토그램 인터섹션은 알고리즘이 비교적 간단하며 식 (2-12)에서 보다시피 화소의 위치에는 상관없이 유사도가 측정된다는 것을 알 수 있다. 즉, 어떠한 영상이라도 히스토그램만 유사하

다면 검색되기 때문에 영상 내에서 어떤 목적물의 이동이 있는 영상에 대해서도 잘 검색되고 영상의 회전이 있을 때도 좋은 검색 결과를 나타내는 것을 알 수 있다. 그러나 영상 내의 칼라 빈도수만을 이용하기 때문에 히스토그램은 같으나 영상의 내용은 전혀 다를 경우에도 검색되어 질 수 있는 단점을 가지고 있다. 또한, 밝기 변화나 칼라 변화가 없는 영상을 가정한 알고리즘이므로 영상내의 밝기나 칼라 변화에는 민감하다는 단점을 가지고 있으며 데이터베이스의 크기가 커질수록 그 문제가 심각해진다.

3. CCV(Color Coherence Vector)

공간정보 부재문제를 해결하는 방법으로 영상의 공간적인 밀집과 분산관계를 고려하여 화소들을 분리하는 CCV방법을 Pass 등은 제안하였다. 그들에 의하면 "유사하지 않는 두 개의 영상일지라도 히스토그램 상으로 비슷한 결과가 나타날 수 있다"고 주장하였고 CCV기법을 활용하여 이를 보완하고자 하였다.[20] CCV에서는 양자화한 색상별로 영상내의 색상이 응집되어 있는지 아니면 분산되어 있는지를 구분하여 색상의 응집 분산상태를 구분한다. 예를 들어서 그림 2.6에서 보는 바와 같이 임의의 화소 값 10과 19사이를 1, 20에서 29까지를 2 등과 같이 진행하면 그림 2.6 (b)가되고 (b)에서 임의의 화소의 상하좌우에 있는 화소들 간의 연결여부를 (c)와같이 문자로 표시하게 되면 화소들의 응집여부를 그림 2.7과 같이 작성할 수 있다.

$$\begin{matrix} 22 & 10 & 21 & 22 & 15 & 16 \\ 24 & 21 & 13 & 20 & 14 & 17 \\ 23 & 17 & 38 & 23 & 17 & 16 \\ 25 & 25 & 22 & 14 & 15 & 21 \\ 27 & 22 & 12 & 11 & 21 & 20 \\ 24 & 21 & 10 & 12 & 22 & 23 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} 2 & 1 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 1 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 1 & 3 & 2 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 & 1 & 1 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 \\ 2 & 2 & 1 & 1 & 2 & 2 \end{matrix} \Rightarrow \begin{matrix} B & C & B & B & A & A \\ B & B & C & B & A & A \\ B & C & D & B & A & A \\ B & B & B & A & A & E \\ B & B & A & A & E & E \\ B & B & A & A & E & E \end{matrix}$$

(a) (b) (c)

그림 2.6 CCV 연산 방법

그림 2.7에서 색상 (1, 2, 3)에 대한 화소들의 분포는 [(12, 3),(20, 0),(0, 1)]과 같

이 되고 이를 해당되는 영상의 특성으로 이용할 수 있다. 여기서 집합요소인 숫자 조합 중 앞의 수는 응집 그리고 뒤의 수는 분산을 나타내며 응집여부를 판단하기 위한 값은 임의의 값인 4로 한 경우를 예로 하였다. 1로 구분된 자료 중 A 항목에 속하는 자료의 수는 4보다 크므로 응집으로 분류하고 C 항목에 분류된 자료는 4보다 적은 3의 값을 가지므로 분산으로 분류하였다.

Label	A	B	C	D	E
Color	1	2	1	3	2
Size	12	15	3	1	5

⇒

Color	1	2	3
Coherence	12	20	0
Incoherence	3	0	1

그림 2.7 CCV 연산 예

4. 칼라 코렐로그램

칼라 코렐로그램은 영상의 모든 화소의 칼라에 대해 일정 거리가 떨어진 화소에 나타나는 칼라를 2차원 확률로 나타낸다. m개의 칼라로 양자화한 영상 I 에서 화소 간의 거리가 k가 되는 칼라 C_i 와 C_j 에 대한 칼라 코렐로그램 $r^k_{C_i,C_j}(I)$ 는 식 (2-13)과 같다.

$$r^k_{C_i,C_j}(I) = \Pr_{p_a \in I_{C_i}} [p_b \in I_{C_i} \mid |p_a - p_b| = k] \tag{2-13}$$

여기서, $\Pr[\cdot]$ 은 내부조건을 만족하는 확률, $i, j = 0, 1, \cdots, m-1$ 이고 m은 양자화한 칼라의 개수이다. I_{C_i} 와 I_{C_j} 는 영상에서 i와 j번째 칼라를 가지는 모든 화소를 나타낸다. 화소 p_a 와 p_b 간의 거리 $|p_a - p_b|$ 는 식 (2-14)와 같다.

$$|p_a - p_b| = \max(|x_a - x_b|, |y_a - y_b|) \tag{2-14}$$

각각의 화소의 좌표는 $p_a = (x_a, y_a) \in I, p_b = (x_b, y_b) \in I$ 이고 $C_i = C_j$ 인 영역을 오토-코렐로그램이라 한다. 여기에는 영상의 한 화소가 가지는 칼라와 같은 칼라를 가지는 화소들이 그 주위에 얼마나 분포되어 있는지에 대한 정보를 나타내며 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기정보를 포함한다. 또한, 칼라 코렐로그램의 대부분의 에너지는 이 영역에 나타나게 되고 $C_i \neq C_j$ 인 영역을 크로스-코렐로그램이라 한다. 여기에는 두 화소에서 달라진 칼라의 정보를 포함한다.

칼라 코렐로그램은 영상에 존재하는 하나의 칼라를 가지는 영역의 크기정보와 화소 간에서 변하는 칼라정보를 포함한다. 그래서 칼라 코렐로그램이 영상검색에 많이 이용된다. 하지만 칼라 코렐로그램은 물체의 크기정보를 너무 많이 고려하기 때문에 물체의 크기가 변할 때의 칼라 코렐로그램은 영상검색의 성능에 좋지 않은 영향을 미친다.

III. 제안한 알고리즘 설계

본 논문에서는 RGB 칼라의 크기순 배열과 그레이레벨의 양자화를 통하여 얻어진 특징자를 이용하여 영상을 검색하는 알고리즘을 제안하였다. 아래 그림 3.1은 제안한 알고리즘의 순서도를 나타낸 그림이다. 원 영상을 RGB 영상으로 분할하고 각각의 픽셀에 대하여 R, G, B 값의 크기순으로 정렬을 시키고 칼라 그레이-레벨을 구한 뒤 양자화한다. 이 각각의 특징자들을 데이터베이스에 저장하고 특징 데이터베이스를 정규화하여 기준영상과 비교영상의 유사도를 검색하게 된다.

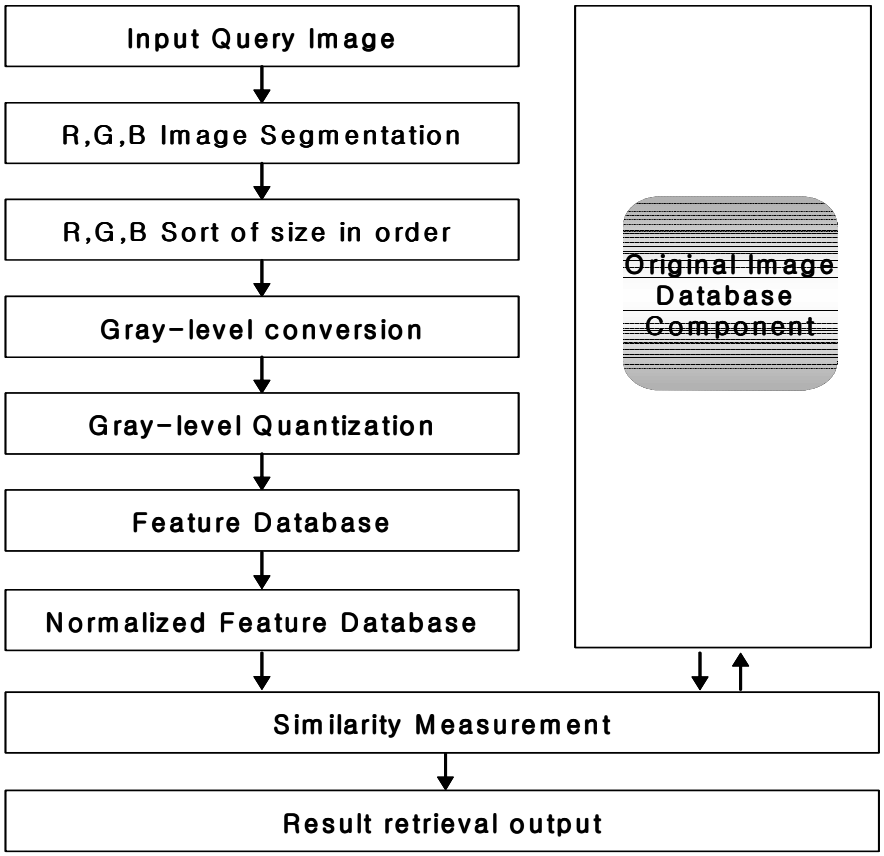

그림 3.1 제안한 알고리즘

A. RGB와 그레이-레벨 양자화 기반 알고리즘 설계

1. RGB 특징자 설계

영상간의 유사성은 각 화소가 갖는 색상 값의 차이에 의해 결정된다. 색상을 이용한 대부분의 연구들은 색상 값을 얻기 위하여 칼라 히스토그램 방법을 이용한다.

그림 3.2와 같이 R, G, B의 세 가지 색상 채널별 히스토그램을 정렬한 칼라 히스토그램은 주어진 칼라 영상은 초기에 특별한 변환을 가하지 않으면 R, G, B 값을 보유하고 있기 때문에, 영상을 구성하는 각 픽셀의 RGB 색상 공간에서의 분포 특성은 검색과정에서 유용하게 사용될 수 있다.

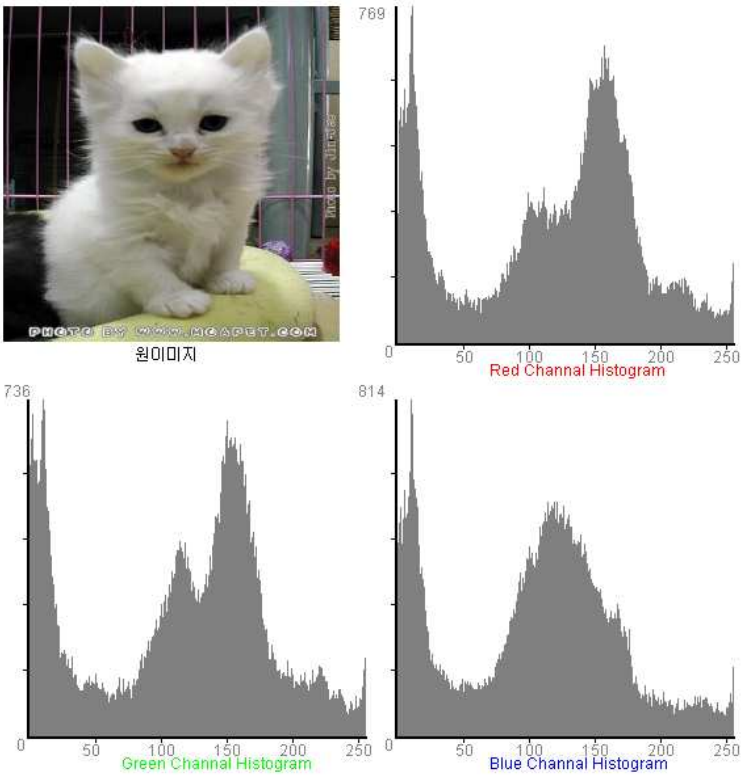

그림 3.2 칼라 RGB 히스토그램

칼라의 색상 분포는 영상을 나타내는 객체의 각 구성 요소에 대한 내용보다는

전체적인 영상의 내용을 나타내는데 적합하며 칼라를 이용한 방법은 객체의 회전이나 이동 등과 같은 기하학적 변형에도 비교적 영향을 받지 않으며 구현 알고리즘도 간단하므로 본 논문에서는 칼라의 색상정보를 이용하여 영상을 검색하는 방법을 제안하고자 한다.

칼라 영상은 M x N x 3개의 칼라 화소의 배열이다. 각 칼라 화소는 R, G, B 영상의 0~255 사이의 값을 가지는 빨강색, 녹색, 파란색 성분을 나타낸다.

본 논문에서는 먼저 칼라 영상을 RGB 채널로 분리하고 각각의 픽셀들에 대하여 p(r, g, b) 값들을 구하고 그 값들의 크기순서에 따라 6가지 형태로 배열하게 된다.

그림 3.3은 칼라 영상을 Red-채널, Green-채널, Blue-채널 영상으로 분리한 그림이다.

그림 3.3 칼라 RGB 채널 분리

분리된 RGB 채널 영상에서 식 (3-1)과 같이 각 픽셀마다 R값, G값, B값의 크기를 구한다.

$$P_{ij}(RGB) = (p_{00}(rgb), p_{01}(rgb), p_{11}(rgb), \cdots, p_{ij}(rgb)) \quad (3\text{-}1)$$

RGB의 크기값을 가지고 R, G, B 값을 크기순으로(예를 들어, R>G>B : RGB) 배열하면 아래와 같이 6가지 형태로 나타낼 수 있다.

{ RGB, RBG, GRB, GBR, BRG, BGR }

여기에서 구한 RGB의 크기순인 6가지 특징자는 빈도수에 따라 database 테이블에 저장된다.

2. 그레이-레벨 양자화 특징자 설계

칼라 그레이-레벨 값은 0~255의 값을 가지는데 이 범위 전부를 가지고 특징 데이터베이스를 만들게 되면 많은 기억 공간이 필요하게 되므로 양자화가 필요하다.

본 논문에서는 칼라 그레이-레벨을 구한 뒤 양자화해서 Feature Database 테이블에 저장하게 된다.

먼저, 식 (3-2)을 이용하여 칼라 영상 RGB의 각 픽셀마다 그레이-레벨 값을 구한다.

$$gray-level = \frac{1}{3}(R+G+B) \quad (3\text{-}2)$$

식 (3-2)를 통해 얻어진 그레이-레벨의 화소의 값은 0에서 255까지 256개의 정수 중 하나의 값을 가진다. 논 본문에서는 특징 추출을 위한 계산량을 줄이기 위하여 256단계의 그레이-레벨을 8단계로 양자화 한다. 이때, 양자화 방법은 균등 양자화(uniform quantization) 방법을 사용한다. 균등양자화는 식 (3-3)과 같이 나타낸다.

$$Q = I \times \frac{|Q_{\max} - Q_{\min}|}{|I_{\max} - I_{\min}|} \tag{3-3}$$

여기서 Q는 그레이 값 I를 양자화한 결과이다. $Q_{\min}$과 $Q_{\max}$는 Q가 가질 수 있는 최소, 최대 값을 나타내며 $I_{\min}$과 $I_{\max}$는 I가 가질 수 있는 최소, 최대 값을 나타낸다. 여기서 모든 변수들($Q, I, Q_{\min}, Q_{\max}, I_{\min}, I_{\max}$)은 정수 값을 가진다.

그림 3.4는 그레이-레벨 값의 0~255 범위를 8개로 단계로 양자화한 그림을 나타낸다.

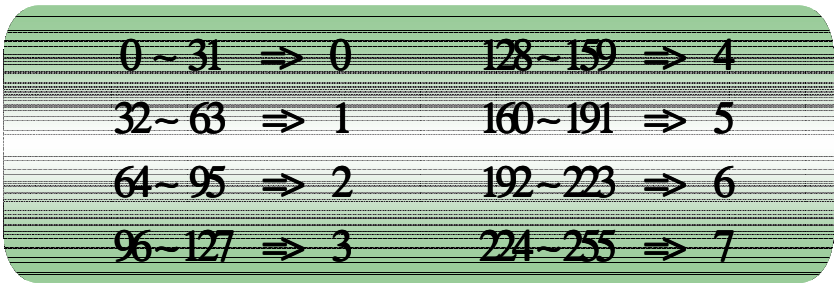

그림 3.4 그레이-레벨 양자화

이와 같이 칼라 RGB의 6가지 특징자의 크기순 배열과 그레이-레벨을 8개로 양자화한 특징자는 데이터베이스에 저장되게 된다.

3. *Feature Database* 설계와 정규화

그림 3.5의 원영상의 특징자는 표 3.1과 같이 Feature Database의 테이블 위치에 놓여지게 된다.

그림 3.5 원 영상

19238	3779	4849	15406	36305	15343	3803	3156	RGB
4060	1794	1645	3314	1401	517	376	612	RBG
3428	1522	1494	2402	5207	4440	3731	1681	GRB
2771	1615	3561	8038	850	341	589	1051	GBR
4172	446	523	1182	540	512	466	490	BRG
1631	292	736	2273	518	158	273	269	BGR
000	001	010	011	100	101	110	111	

표 3.1 Feature Database

영상마다 영상의 크기가 다르기 때문에 위에서 구한 특징자를 가지고 영상을 검색할 경우 유사도가 떨어지게 된다. 따라서 Feature Database 테이블의 정규화가 필요하다. 본 논문에서는 내부적으로 처리되는 모든 Feature Database 테이블의 최대치를 255로 하여 고정된 형태로 정규화를 하였다.

표 3.2의 (a)는 최대값의 범위가 36305를 가지는 그림 3.5의 영상을 표 3.2의 (b)처럼 최대값이 255를 가지도록 정규화 시킨 것이다. 표 3.2 (a)는 정규화를 거쳐서 (b)처럼 최대치가 255인 Feature Database 테이블이 만들어진다.

						최대값 : 36305		
19238	3779	4849	15406	36305	15343	3803	3156	RGB
4060	1794	1645	3314	1401	517	376	612	RBG
3428	1522	1494	2402	5207	4440	3731	1681	GRB
2771	1615	3561	8038	850	341	589	1051	GBR
4172	446	523	1182	540	512	466	490	BRG
1631	292	736	2273	518	158	273	269	BGR
000	001	010	011	100	101	110	111	

(a)

						정규화 최대값 : 255		
135	26	34	108	255	107	26	22	RGB
28	12	11	23	9	3	2	4	RBG
24	10	10	16	36	31	26	11	GRB
19	11	25	56	5	2	4	7	GBR
29	3	3	8	3	3	3	3	BRG
11	2	5	15	3	1	1	1	BGR
000	001	010	011	100	101	110	111	

(b)

표 3.2 Feature Database 테이블 정규화

본 논문에서는 표 3.2와 같이 Feature Database 테이블을 이용해서 각각의 영상의 유사도를 비교해서 검색하게 된다.

B. 유사도 및 성능 측정

위의 특징정보 추출 과정을 거치게 되면 각 영상에 대한 Feature Database 테이블이 만들어진다. 이러한 특징 테이블을 이용하여 영상검색을 수행하기 위해 특징 테이블의 정보를 비교하는 과정이 요구되며 이 과정이 검색 성능을 좌우하는 중요한 부분이다. 본 논문에서는 특징 테이블의 유사도를 비교하기 위하여 다음과 같은 방법을 사용하였다.

검색하고자하는 기준 이미지에 대한 칼라 RGB 크기순 배열과 칼라 그레이-레벨의 특징자의 색인정보를 추출한다. 추출된 특징정보를 이용하여 데이터베이스에 저장되어진 비교이미지들과 비교하여 각 영상들의 유사도를 계산한다. 유사도는 식 (3-4)에 의해서 계산된다.

$$f(i) = \sum_{i,j=0}^{48} C_p(I_b, I_d) \tag{3-4}$$

여기서 I_b는 기준이미지 데이터베이스이며 I_d는 비교이미지 데이터베이스이다. $C_p()$ 함수는 각 Feature Database 테이블을 비교하여 각 영상들의 유사도를 측정하게 된다.

유사도 계산이 완료되면 데이터베이스로부터 검색하여 검색화면에 출력하게 되고 최대 정합율을 100%로 하여 기준이미지와 각각의 이미지들에 대한 유사도가 해당 정보를 갖는 이미지의 위치에 나타나게 된다.

IV. 시뮬레이션

본 장에서는 제안한 영상검색 시스템의 구현 환경을 설명하고 실험을 통해 결과를 나타내고 제안한 알고리즘에 대한 성능을 테스트하였다.

본 논문에서 제안한 검색 방법의 실험을 위하여 Pentium 4 PC를 사용하였으며, 웹 서버로는 플랫폼에 독립적인 Apache를 사용하였다. JSP에서 데이터베이스에 접근하기 위한 드라이버는 Type 4 형태인 JDBC 드라이버를 사용하였고, JSP 컨테이너로 JSP/Bean를 비교적 잘 지원하는 Resin를 사용하였다. 제안한 알고리즘을 테스트하기 위해 웹상에서 간단한 검색 시스템을 구현하였다.

표 4.1은 실험 환경을 표시한 것이다.

환경	내용
OS	Window XP
Web Browser	IE 6.0
Web Server	Apache Web Server
Language	HTML, JSP, Bean
Database	Mysql 5.0
JSP Engine	Resin 3.0

표 4.1 실험 환경

그림 4.1은 테스트에서 사용된 이미지는 크기와 색상의 차이를 가진 16개 이미지를 사용하였다.

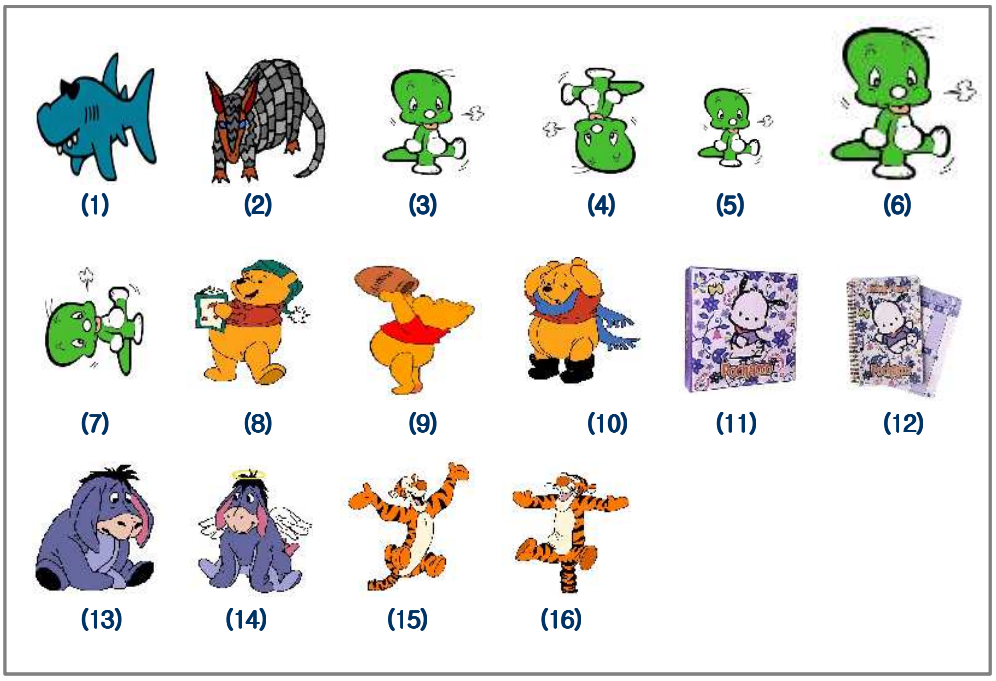

그림 4.1 실험 영상

제안한 알고리즘을 검증하기 위하여 테스트 이미지 중에서 (3), (4), (5), (6), (7)번 이미지는 같은 이미지를 회전, 확대, 축소한 이미지로 하여 검색을 실행하였다. 또한, (2), (8), (9), (10), (15), (16)번 이미지는 색상 정보가 비슷하지만 각기 다른 영상들이다. 이중에서 (8), (9), (10)번은 유사 이미지로 볼 수 있고 (15), (16)번 영상도 유사 이미지로 볼 수 있다. 각각의 이미지들에 대한 특징 정보는 Feature Database 테이블에 저장되고 영상에 대한 유사도를 비교하게 된다.

그림 4.2는 제안한 시스템을 테스트하기 위해 웹상에서 제작된 테스트 프로그램 화면이다. 상단의 “찾아보기” 버튼을 눌러서 검색하고자 하는 이미지를 선택하면 바로 아래에 있는 출력화면에 이미지가 출력된다.

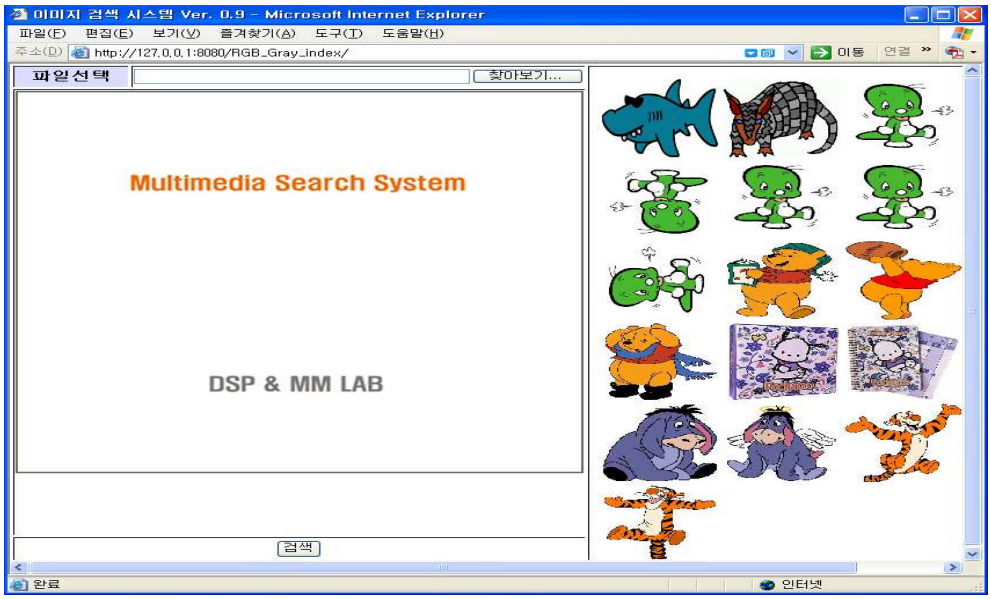

그림 4.2 시작화면

그림 4.3은 사용자가 기준 이미지를 불러와서 검색을 시작하면 검색된 이미지들이 적합도와 함께 화면에 출력하게 된다.

그림 4.3 출력화면

표 4.2는 본 논문에서 제안한 시스템에 테스트 이미지 16개를 적용한 매칭도이다. 유사도가 100%에 가까울수록 매칭도가 높다.

	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	*13*	*14*	*15*	*16*
1	100	33.3	58.3	58.3	50.0	54.2	58.3	62.5	54.2	58.3	22.9	22.9	50.0	52.1	56.2	50.0
2		100	37.5	35.4	33.3	35.4	35.4	43.8	45.8	43.8	25.0	25.0	33.3	39.6	41.7	39.6
3			100	87.5	77.1	87.5	93.8	56.3	64.6	56.3	20.8	25.0	39.6	39.6	62.5	62.5
4				100	81.3	89.6	95.8	60.4	64.6	58.3	18.8	22.9	41.7	41.7	60.4	60.4
5					100	81.3	81.3	58.3	64.6	54.2	16.7	22.9	39.6	39.6	62.5	62.5
6						100	91.7	58.3	64.6	58.3	18.8	25.0	41.7	41.7	60.4	60.4
7							100	58.3	64.6	56.3	18.8	22.9	41.7	41.7	60.4	60.4
8								100	75.0	68.8	22.9	25.0	50.0	47.9	66.7	64.6
9									100	72.9	31.3	37.5	47.9	47.9	66.7	68.8
10										100	31.3	33.3	54.2	58.3	64.6	60.4
11											100	66.7	31.3	55.4	33.3	31.3
12												100	39.6	35.4	33.3	31.3
13													100	75.0	52.1	50.0
14														100	50.0	47.9
15															100	89.6
16																100

표 4.2 실험 영상의 매칭도

실험 결과에서 보이는 것처럼 같은 이미지인 (3), (4), (5), (6), (7)은 이미지의 크기 변화, 회전등의 변화에도 해당 이미지의 검색 매칭도가 높음을 알 수 있다.
또한 유사 영상인 (8), (9), (10)번 이미지들은 다른 이미지들과 비교하여 매칭도가 높게 나타남을 볼 수 있고 유사 영상인 (15), (16)번도 매칭도가 높음을 알 수 있었다.

V. 분석

A. 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘 비교 I

본 알고리즘의 성능 측정을 위해 그림 5.1과 같이 실험 이미지 12개를 가지고 기존 알고리즘과 제안한 알고리즘의 검색 결과의 성능을 비교 하였다. 영상 (1)을 기준 영상으로 하여 각각의 영상들에 유사도를 비교 후 유사도가 높은 순으로 영상을 검색하도록 하였다.

그림 5.1 실험 영상

그림 5.3은 칼라 히스토그램의 실험 결과이다. 그림 5.1의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.2를 기준 영상으로 하여 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 화면에 출력하게 된다.

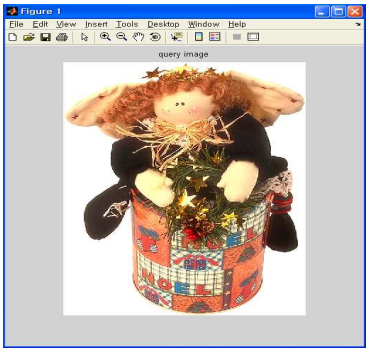

그림 5.2 기준 영상

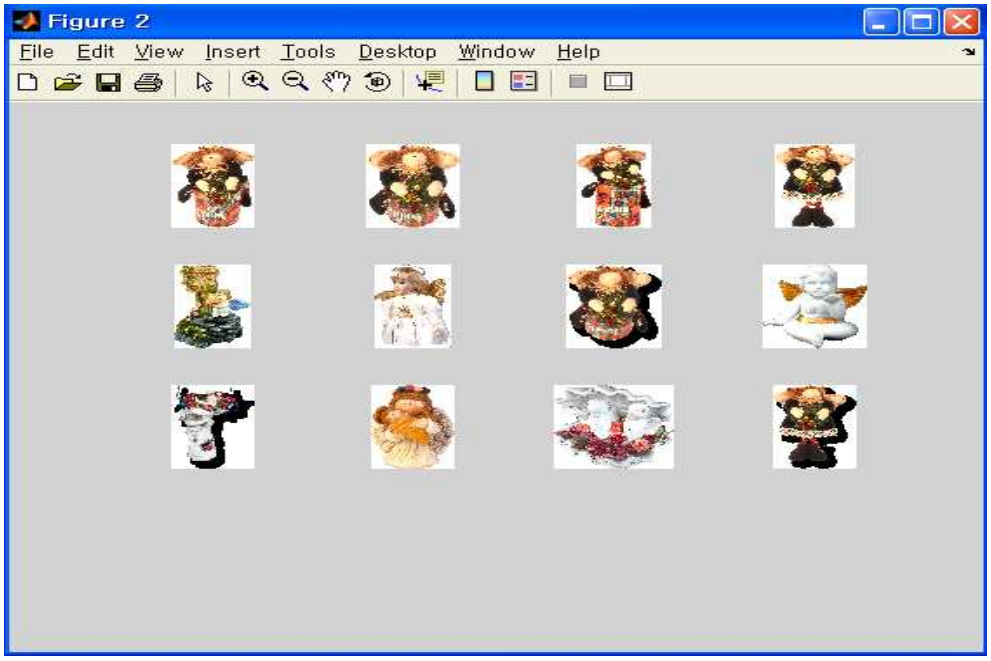

그림 5.3 칼라 히스토그램 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5), (6)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (5)번, (6)번 영상의 검색 순위가 떨어짐을 볼 수 있다.

그림 5.5는 칼라 코렐로그램의 실험 결과이다. 그림 5.1의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.4를 기준 영상으로 하여 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 화면에 출력하게 된다.

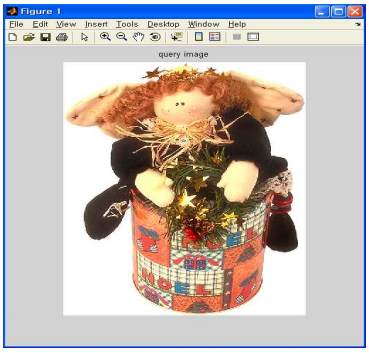

그림 5.4 기준 영상

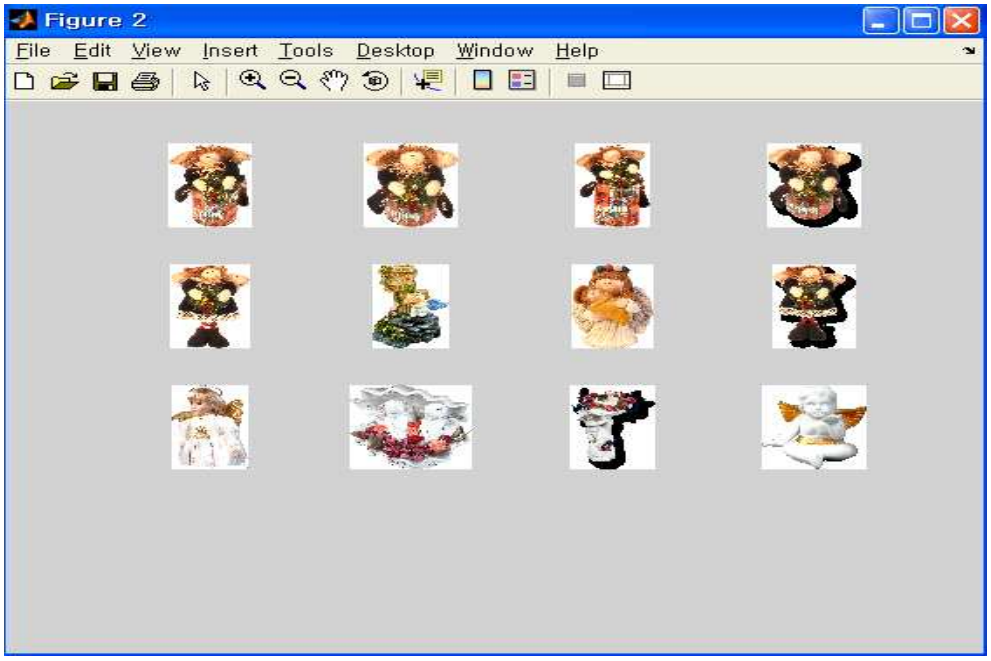

그림 5.5 칼라 코렐로그램 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5), (6)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (6)번 영상의 검색 순위가 떨어짐을 볼 수 있다.

그림 5.6은 제안된 알고리즘의 실험 결과이다. 그림 5.1의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.4를 기준 영상으로 하여 실험한 결과이다. 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 이미지들이 출력되며 각 이미지 옆의 테이블에 최대 정합률을 100% 로하여 적합도가 표시된다.

검색 결과

이미지	적합도 (최대 96)
	100.0%
	88.54166666666666%
	85.41666666666666%
	83.33333333333334%
	81.25%
	79.16666666666666%
	77.08333333333334%
	64.58333333333334%
	56.25%
	55.20833333333336%
	47.91666666666667%
	36.45833333333333%

그림 5.6 제안된 알고리즘 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5), (6)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (1)~(6)번까지의 영상들이 먼저 검색되는 것을 볼 수가 있다.

B. 기존 알고리즘과 제안된 알고리즘 비교Ⅱ

본 알고리즘의 성능 측정을 위해 그림 5.7과 같이 실험 이미지 12개를 가지고 기존 알고리즘과 제안한 알고리즘의 검색 결과의 성능을 비교 하였다. 영상 (1)을 기준 영상으로 하여 각각의 영상들에 유사도를 비교 후 유사도가 높은 순으로 영상을 검색하도록 하였다.

그림 5.7 실험 영상

그림 5.9은 칼라 히스토그램의 실험 결과이다. 그림 5.7의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.8를 기준 영상으로 하여 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 화면에 출력하게 된다.

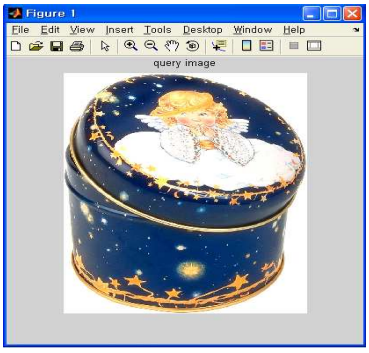

그림 5.8 기준 영상

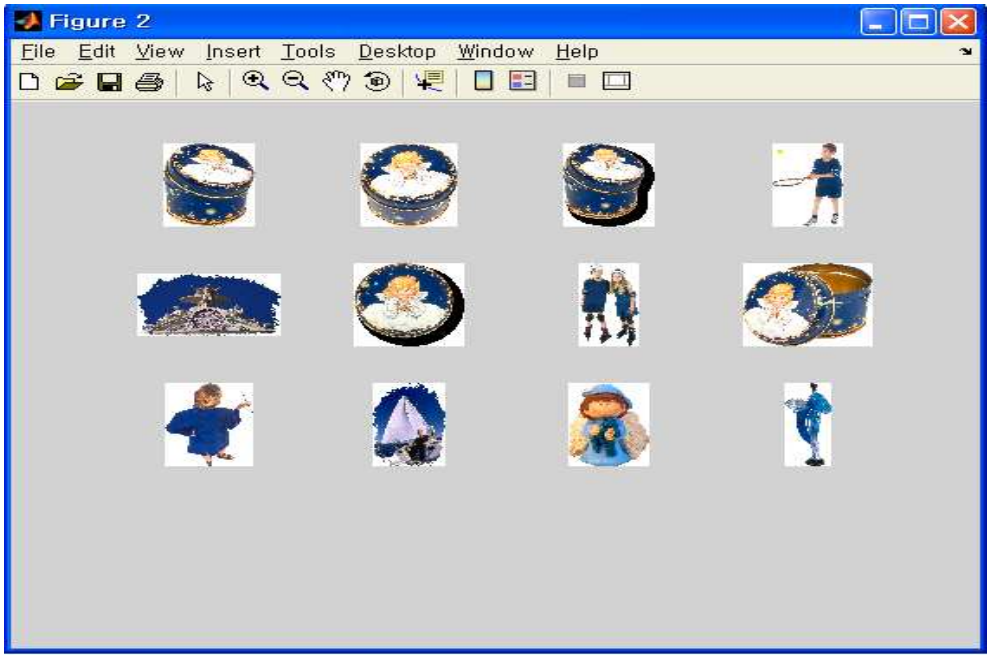

그림 5.9 칼라 히스토그램 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (3)번, (5)번 영상의 검색 순위가 떨어짐을 볼 수 있다.

그림 5.11은 칼라 코렐로그램의 실험 결과이다. 그림 5.7의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.10을 기준 영상으로 하여 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 화면에 출력하게 된다.

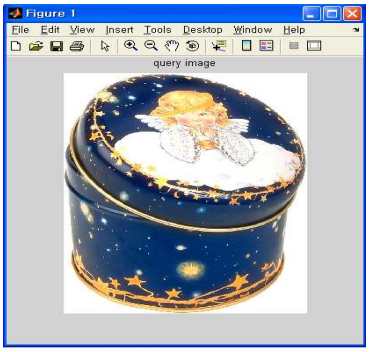

그림 5.10 기준 영상

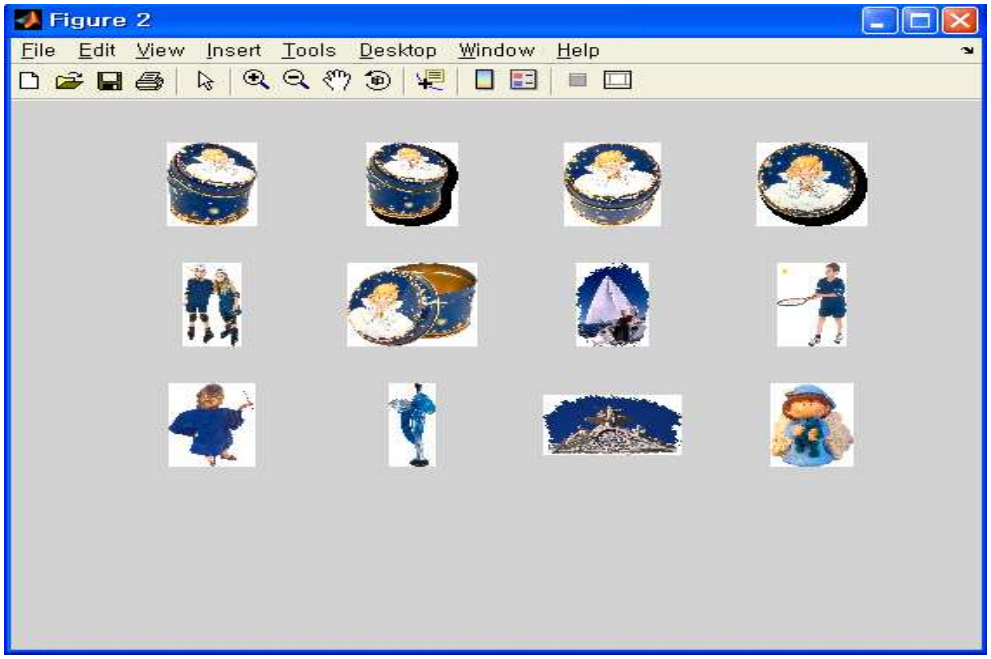

그림 5.11 칼라 코렐로그램 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (3)번 영상의 검색 순위가 떨어짐을 볼 수 있다.

그림 5.12는 제안된 알고리즘의 실험 결과이다. 그림 5.7의 실험 영상 12개를 가지고 그림 5.10을 기준 영상으로 하여 실험한 결과이다. 유사도가 높은 순서에서 낮은 순서의 형태로 이미지들이 출력되며 각 이미지 옆의 테이블에 최대 정합률을 100% 로하여 적합도가 표시된다.

검색 결과

이미지	적합도 (최대 96)
	100.0%
	94.791666666666666%
	76.041666666666666%
	73.958333333333334%
	63.541666666666664%
	62.5%
	61.458333333333336%
	61.458333333333336%
	58.333333333333336%
	57.291666666666664%
	54.166666666666664%
	40.625%

그림 5.12 제안된 알고리즘 검색 결과

영상 (1), (2), (3), (4), (5)를 유사 영상으로 볼 수 있는데 검색 결과를 보게 되면 (1)~(5)번까지의 유사 영상들이 먼저 검색되는 것을 볼 수가 있다.

Ⅵ. 결론

영상검색 방법들 중에서 현재까지 가장 보편적으로 사용되고 있는 문자기반 검색은 주석을 수작업으로 진행해야 하는 단점 외에도 여러 가지 문제점을 지니고 있다. 그리하여 영상의 이름이나 주석을 기억하지 않아도 필요한 영상을 검색할 수 있으며, 주제어로 표현할 수 없는 영상의 고유한 특성까지 검색에 이용할 수 있는 영상의 내용에 기반한 접근방법이 필요하게 되었다. 따라서 본 논문에서는 영상의 특징을 자동으로 추출할 수 있으며, 영상의 속성을 근거로 유사한 영상을 검색하는 칼라 영상의 내용을 기반으로 한 영상검색 방법에 대하여 연구하였다.

내용기반 영상검색기법의 연구 중에서 가장 핵심부분은 영상내의 특징정보를 추출하여 특성자를 구성하는 과정이다. 본 논문에서는 내용기반 기반 기술자 중에서 칼라의 색상 기술자를 사용한 이미지 검색 시스템을 제안하였다.

칼라 영상 검색의 성능을 향상시키기 위한 방법으로 칼라 RGB의 크기순 배열과 칼라 그레이-레벨 양자화의 Feature Database 테이블을 이용해서 영상을 비교했다. RGB는 칼라정보의 색상의 특성을 계산하는 방법으로 계산량이 매우 적을 뿐 아니라 색인정보의 수가 적어 저장 공간이 작은 장점을 가지고 있다.

제안한 방법의 유효성을 증명하기 위하여 비교대상으로는 기존의 연구 중에서 색상정보만을 고려한 칼라 히스토그램 방법과 색상과 공간정보를 함께 포함한 칼라 코렐로그램 방법을 이용하여 시뮬레이션 한 결과 다음과 같은 사실을 확인하였다.

- 칼라 영상의 단순한 칼라 빈도수를 나타내는 칼라 히스토그램보다 더 좋은 성능을 확인하였다.
- 칼라 영상의 방대한 양의 칼라 정보를 공간 정보로 사용하는 칼라 코렐로그램보다 성능이 더 좋은 것을 확인하였다.
- 칼라의 색상과 명암의 특징자를 사용함으로써 단순 칼라 보다 검색 성능이 더 우수한 결과를 확인하였다.
- 칼라 특징자의 Feature Database 테이블을 정규화하여 이미지의 크기 변화, 회전에도 강인한 검색을 할 수 있음을 실험을 통해 검증하였다.

향후 연구과제로는 비슷한 색상 공간 분포를 갖는 이미지에 대해서도 정확한 검색이 가능한 알고리즘에 대한 연구가 진행되어야 하고 영상의 형태 정보까지 고려하여 보다 정확하게 영상을 검색해 낼 수 있는 연구가 필요할 것이다.

참고문헌

[1] W. I. Grosky, and Z. Jiang, "A hierarchical approach to feature indexing," Proc. SPIE: Storage and Retrieval Systems 1662. pp. 9-20, February 1992.

[2] R. Mehrotra, and J. E. Gary, "Similar-Shape Retrieval in Shape Data Management," IEEE Computer, 28(9), pp. 57-62, September 1995.

[3] W. Hsu, T. S. Chua, and H. K. Pung, " An Integrated Color-Spatial Approach to Content-based Image Retrieval," Proceedings of ACM Multimedia, pp. 305-313, Sanfrancisco, November 1995.

[4] B.C. Ooi, K.-L. Tan, T.S. Chua and W. Hsu, "Fast Image Retrieval Using Color-Spatial Information," The VLDB Journal, Number 7, pp. 115-128, 1997.

[5] J. R. Smith and S. F. Chang, "Automated Binary Texture Feature Sets for Image Retrieval," Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Proceeding (ICASSP'96), Atlanta, USA, May 1996.

[6] J. R. Smith and S. F. Chang, "VisualSEEk: a Fully Automated Content-Based Image Query System," In: Proceedings of ACM Multimedia'96 Conference, Boston, USA, November 1996.

[7] M. A. Stricker and A. Dimai, "Color indexing with weak spatial constraints," In Storage and Retrieval for Still Image and Video Databases, volume 2670, pp. 29-40, 1996.

[8] A. Dimai, "Spatial Encoding Using Differences of Global Features," Proceedings of SPIE Storage and Retrieval for Image and Video Databases, Volume 3022, February 1997.

[9] H.-J. Zhang, S. W. Smoliar, J. H. Wu, C. Y. Low, and A. Kan-kanhalli, "A Video Database System for Digital Libraries," ISS, National University of Singapore, June 1994.

[10] S. Belongie, C. Carson, H. Greenspan, and J. Malik, "Color and Texture-Based Image Segmentation Using the Expectation-Maximization Algorithm and Its Application to Content-Based Image Retrieval,"

International Conference on Computer Vision (ICCV'98), Bombay, India, January 1998.

[11] B.M. Mehtre, M.S. Kankanhalli, and W.-F. Lee, "Content-Based Image Retrieval Using A Composite Color-Shape Approach," Information Processing & Management, Volume34, Number 1, pp. 109-120, January 1998.

[12] Greg Pass and Ramin Zabih, "Histogram Refinement for Content-based Image Retrieval," Workshop on the Application of Computer Vision, 1996.

[13] Greg Pass, Ramin Zabih, and Justin Miller, "Comparing Images Using Color Coherence Vectors," ACM Conference on Multimedia. Boston, Massachusetts, November 1996.

[14] Greg Pass and Ramin Zabih, "Comparing Images Using Joint Histograms," Computer Science Department, Connell university, 1998. [PENTLAND94] A. Pentland, R. Picard, and S. Sclaroff, "Photobook: Content-Based Manipulation of Image Databases," Storage and Retrieval for Image and Video Databases, SPIE Proceedings Vol. 2185, pp. 34-47, 1994.

[15] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W.-J. Zhu, and R. Zabih, "Image Indexing Using Color Correlograms," In: IEEE Computer Vision and Pattern Recognition Conference, San Juan, Puerto Rico, June 1997.

[16] M. K. Mandal, T. Aboulnasr, and S. Panchanathan, "Image Indexing Using Moments and Wavelets," IEEE Transactions on Consumer Electronics, vol. 42, no. 3, pp. 557-565, August 1996.

[17] C. Vertan and N. Boujemaa, "Spatially constrained color distributions for image indexing," International Conference on Color in Graphics and Image Processing-CGIP'2000, INRIA Rocquencourt, France, 2000.

[18] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing", International Journal of Computer Vision Vol.7 No.1, pp.11~32, 1991.

[19] B.V. Funtand G.D. Finlayson , "Color constant color indexing ", IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol. 17, pp.522~529, 1995.

[20] Greg Pass, Ramin Zabih, and Justin Miller, "Comparing Images Using Color

Coherence Vectors," ACM Conference on Multimedia. Boston, Massachusetts, November 1996.

[21] 장 정동, 이 태홍, "색상-공간정보를 고려한 내용기반 영상검색," 한국통신학회 논문지, vol.26, No.3B, pp. 315-322, 3월, 2001년.

[22] 안명석, 조석제, "분할된 영상에서의 칼라 코렐로그램을 이용한 내용기반 영상검색", 정보과학회 논문지, vol. 28, no.10, 2001

[23] 안명석, 조석제, "칼라 코렐로그램을 이용한 영상검색", 영상처리 및 이해에 관한 워크샵 발표 논문집, 2002

[24] 박종안, Muhammad Bilas Ahmad, "Modified Color Co-occurence Matrix for Image Retrival", Springer, LNCS 3661, 2005.9