WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템의 설계 및 구현

최 현 섭[†] · 최 기 호[††]

요 약

본 논문에서는 WWW에서 화상 데이타베이스로부터 가시적인 칼라특징에 의해 화상을 검색할 수 있는 내용기반 화상검색 시스템을 구현하였다. 이 화상검색 시스템은 질의시 입력화상으로부터 자동으로 칼라 특징을 추출하여 가장 유사한 칼라 영역을 갖는 화상을 찾는다. 질의는 전체 화상으로 질의하거나 4x4의 16개 영역별 칼라를 스케치함으로써 질의할 수 있게 하였고, 화상의 유사도는 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 계산하였다.

실험결과, 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리에 의한 검색방법의 precision/recall에서 각각 0.84/0.92, 0.85/0.93의 결과를 얻음으로써, 본 검색 시스템은 우수한 검색효율을 보였다.

Design and Implementation of the Content-Based Image Retrieval System using Color Features on the World Wide Web

Hyun Sub Choi[†] · Ki Ho Choi[††]

ABSTRACT

In this paper, we implement a content based image retrieval system for image searching by visual features from the image databases on WWW(world wide web). The image retrieval system finds the images that contain the most similar color regions after the system automatically extracts color features from the input image. We can select one of two query methods which use a full image or 4x4 16 sketched color region. The image similarity is calculated on the histogram intersection distance and the histogram Euclidean distance.

As the experimental results show that the two different query types provide the precision/recall 0.84/0.92 and 0.85/0.93 respectively, this retrieval system has been able to obtain high performance and validity.

1. 서 론

현재 멀티미디어 시대를 맞아 다양하고 방대한 멀티미디어 정보의 검색은 기존의 정형화되고 가공된 형태가 아니라, 인간의 시각적이고 감각적인 인지 방식에 근거한 고도로 지능화된 검색방법이 요구되고 있다. 이러한 멀티미디어 정보의 입력, 저장, 색인, 검색, 출력할 수 있는 멀티미디어 정보 시스템의 기술적인 요구는 관련 하드웨어 기술과 더불어 멀티미디어 S/W 기술 개발이 필수적이며, 특히 인터넷과 인트라넷의 폭발적인 사용환경과 맞물려 멀티미디어 정보검색 관련 S/W개발은 필수불가결한 요소가 되고

† 정 회 원:광운대학교 컴퓨터공학과
†† 정 회 원:광운대학교 컴퓨터공학과
논문접수:1997년 6월 16일, 심사완료:1997년 9월 5일

있다.

최근들어, 인터넷과 인트라넷 같은 WWW 환경하에서, 화상에 대한 온라인 데이타베이스를 구축하고 효율적인 검색기능을 제공하는 서비스가 점점 확대되고, 일반화 되어가고 있으며, 이에 따라 이들 화상 데이타베이스를 효율적으로 관리, 조직 및 네비게이션할 수 있는 검색 도구들이 필요하게 되었다.

내용기반 화상 질의의 목적은 사용자의 질의 화상과 유사도 기준을 만족하는 화상을 데이타베이스로부터 효율적으로 찾아서 검색하는 것이다. 그러나, 데이타베이스가 대규모이고 화상의 특징이 복잡하면 복잡할 수록 데이타베이스의 검색 시간과 화상의 유사도 계산이 쉽지 않다.

최근의 내용기반 검색(content-based retrieval) 기법들은 칼라 히스토그램[1], 압축 표현[2, 3], 효율적인 인덱싱 구조[4], 효과적인 사전-필터링 기법[5]등과 같은 단순한 화상 특징을 활용한 고속의 화상검색 방법들이 제안되어 왔다. 그러나, 내용기반 화상 질의에 대한 최근의 접근들은 유사도에 대한 중요한 기준의 하나인 공간정보나 공간관계를 고려하지 않고 있다.

화상검색 시스템의 가장 강력한 형태는 사용자가 의도하는 화상에 대한 가시적인 특징과 공간적인 속성 두가지를 지정함으로써, 화상에 대한 융통성 있는 질의가 가능한 시스템이다. 최근 몇몇 내용기반 화상 질의 시스템은 이러한 두가지 유형의 질의를 제공하지 않고 있다. QBIC 시스템[1]은 전체 화상에 대한 질의와 칼라, 텍스쳐 및 모양등 수작업에 의해 추출된 영역 질의가 가능하나 공간 관계 질의기능은 없다. Virage 시스템[5]은 칼라, 구성, 텍스쳐, 구조등과 같은 단지 전체화상 특징으로 질의하고 있다.

본 논문에서는 칼라 영역 정보를 이용한 화상검색을 위해 절대적인 공간위치를 표현할 수 있는 임의의 칼라영역에 대한 공간적인 구조를 스케치하여 지정할 수 있도록 하였다. 따라서, 본 논문에서는 화상의 16개 영역별 칼라 특징을 추출하였고, 공간정보를 고려하여 질의시에 영역별로 칼라를 지정하여 스케치함으로써 관심 있는 영역의 화상을 검색할 수 있도록 하였다.

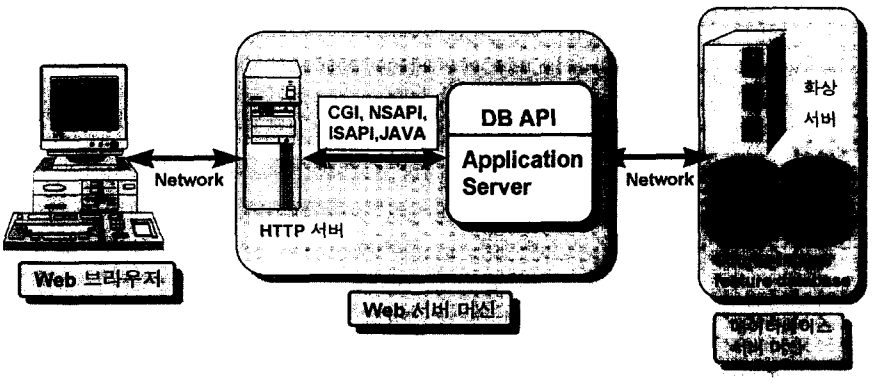
Ⅱ. WWW에서 칼라 특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템의 설계

2.1 WWW에서 내용기반 화상검색 시스템 환경

본 논문에서 개발하는 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템은 인터넷, 인트라넷과 같은 분산 네트워크 환경에서 화상 서버상에 구축되는 다양한 화상에 대하여, 넷스케이프나 익스플로어등과 같은 웹 브라우저로부터 전체화상이나 영역별 칼라를 스케치하여 유사한 칼라를 갖는 화상을 찾아내는 내용기반 화상검색 시스템이다. 다음 그림 1은 내용기반 화상검색을 위한 인터넷 환경을 보인다.

본 논문에서 구현하는 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템은 다음과 같은 특성을 갖도록 설계한다.

첫째, WWW상에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상 검색 기능을 갖도록 한다. 이를 위해 화상의 자



(그림 1) 내용기반 화상검색을 위한 인터넷 환경
(Fig. 1) Internent environments for content based image retrieval

동 특징추출(칼라 세그멘테이션 기법 및 칼라 영역등 특징값 추출), 자동 색인, 유사도 검색이 가능한 내용기반 화상 검색기능을 개발하여 구현하고, 사용자의 관심있는 영역별 칼라지정을 사용한 검색기법을 구현한다.

둘째, 인간의 시각 및 감각에 근거한 지능화된 내용기반 화상질의 및 검색기능을 갖도록 한다. 이를 위해 칼라 특징을 사용하여 사용자의 스케치및 전체 화상에 대한 질의 및 검색기능을 개발하여 구현하고, 영역별 시각적인 칼라 지정에 의한 화상질의 및 검색기법을 개발하고 구현한다.

세째, 상용 DBMS를 사용한 화상 데이타베이스 구축 기법을 개발한다. 이를 위해 원화상 DB 및 칼라 특징 테이블간의 상호 연동 및 테이블 관리 기법을 구현하고 MS SQL-Server를 사용한 화상 데이타베이스 구축 기법을 구현한다.

네째, 인터넷 환경에서의 화상검색 및 운용을 위한 웹 서버 구축 기능을 갖도록 한다. 이를 위해 2 tier 방식을 사용한 웹서버및 응용서버 구축기법을 개발하여 구현하고, CGI-BIN, NSAPI, ISAPI, JAVA등을 이용한 게이트웨이 연결기능을 구현하여, WWW에서의 내용기반 화상 검색 가능하도록 한다.

2.2 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템 설계

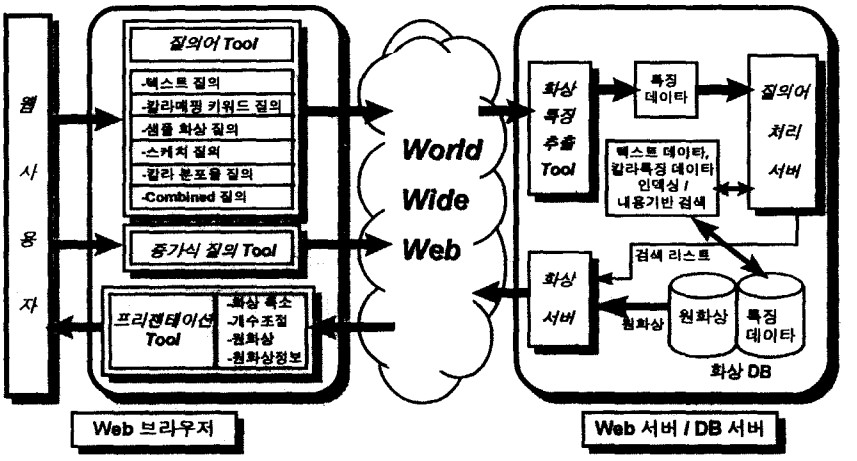
본 논문에서는 사용자 인터페이스로서 WWW을 사용하였다. 사용자는 데이타베이스에 있는 임의의 질의 화상을 웹 브라우저를 통해 무작위로 선택할 수 있고, 질의 화상에 대하여 데이타베이스내에 있는 화상의 칼라 특징들과 유사도 매칭하여 검색결과를 웹 브라우저를 통해 프리젠테이션하게 된다. 다음 그림 2는 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템을 설계한 구조를 보이고 있다.

WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템은 질의어로 입력되는 화상이나 영역별로 칼라를 스케치한 그림에 대한 전처리 과정을 거쳐, 칼라 특징추출 알고리즘과 자동 인덱싱 알고리즘을 개발하고, 화상 데이타베이스내의 각 화상들의 칼라특징들과 유사 매칭 알고리즘을 개발하여, 유사도에 따라 검색된 화상을 웹 브라우저를 통해 프리젠테이션 가능하도록 한다.

2.2.1 웹 브라우저 설계

1) 질의어 Tool

사용자는 웹 브라우저상에서 검색하고자 하는 화



(그림 2) 인터넷상에서의 내용기반 화상검색 시스템 구조도
(Fig. 2) Block diagram of the architecture for content based image retrieval system on internet

상을 선택하여 질의하거나, 칼라, 위치, 공간 스케치를 통해 질의할 수 있으며, 텍스트나 키워드를 사용하여 질의할 수 있다. 따라서, 사용자는 텍스트나 키워드로서 "빨간 꽃", "하늘과 호수" 등 명사나 형용사를 조합한 장면 묘사 단어를 질의할 수 있다.

사용자는 웹 브라우저를 통해 질의할 화상을 마우스로 버튼을 눌러서 무작위로 선택하면 선택된 그림에 대해서 질의가 시작되고 칼라 특징을 추출하여 WEB 데이타베이스로 부터 칼라에 의한 내용기반 검색이 시작된다.

본 논문에서 구현한 WWW상에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템은 사용자가 특정 칼라화상의 내용기반 검색을 위해 선택가능한 질의 방법은 다음과 같다.

- 내용기반 질의 및 검색:내용기반 화상검색을 위해 화면상에 디스플레이된 임의의 sample 화상의 무작위 선택에 의한 visual query 및 칼라 특징에 의한 내용기반 검색
- 주제별 검색:주제어별 검색을 위해 화상의 종류별로 대, 중, 소 분류한 catalog query 및 FULL TEXT 주제어 검색(예:자연/ 물/ 바다 메뉴, 자연/풍경/ 일출일몰 메뉴 등 선택)
- 전문 검색 질의 및 이의 조합:
  - 키워드 검색을 위해 FREE TEXT 입력 질의 및 FULL TEXT 전문검색(예:노을, 하늘, 계곡, 포유류등)
- 칼라 공간 검색:사용자의 의도대로 검색을 원하는 칼라를 16(4x4)개 영역별로 지정하여 스케치함으로써 사용자는 관심있는 영역에 해당 칼라를 갖는 화상만 내용기반 검색 가능(예:위쪽에 붉은 하늘이 있는 일몰 풍경을 찾고 싶으면 위쪽 4개 영역에 붉은색을 스케치하여 질의)
- 칼라 분포 검색:사용자의 의도대로 검색하고자 하는 여러가지 칼라(최대 4가지)를 분포율(%)로 지정함으로써 사용자는 관심있는 칼라 분포를 갖는 화상만 내용기반 검색 가능(예:노란색이 40%정도 포함된 화상을 찾고 싶으면, 노란색을 선택하여 박스에 지정하고 40%를 지정하여 질의)
- 키워드 검색과 내용기반 검색의 조합에 의한 검색 1차 텍스트 검색결과에 대한 2차 내용기반 검색이나, 1차 내용기반 검색 결과에 대한 2차 텍스트 검색 가능

2) 증가식 질의 Tool

사용자에게 프리젠테이션된 여러 검색된 후보 화상중에서 사용자는 다시 하나의 화상을 선택하여 반복적으로 재질의 할 수 있다. 따라서, 검색 결과가 만족되지 않았을 때 다시 증가식 질의(incremental query) 함으로써, 결국 원하는 화상을 찾을 수 있다. 또한, 사용자는 1차로 텍스트 검색, 칼라 분포 검색, 칼라 공간 검색, 내용기반 검색중 한가지를 한 후, 다시 2차로 다른검색 기법을 써서 재질의 할 수 있다.

3) 프리젠테이션 Tool

웹 데이타베이스로부터 검색되어 출력된 후보 화상 리스트를 화상 서버로 부터 넘겨 받아 화면상에 축소하여 유사도순으로 디스플레이하게 한다. 또한, 사용자는 화면상에 프리젠테이션시키는 화상의 개수(n x m개)를 임의로 조정하여 출력가능하도록 하며, 또한 원화상 크기대로 볼 수 있거나 출력할 수 있게 한다.

또한, 사용자는 화상에 대한 목록, 제목 , 화상에 대한 요약정보 등을 링크를 통해 연결함으로써 사용자들이 원화상에 대한 정보들을 열람하고 확인해 볼 수 있게 하였다.

2.2.2 웹 서버/데이타베이스 서버 설계

1) 질의어 처리 서버

사용자가 질의한 예제 화상의 칼라 특징이나, 칼라 공간 스케치, 칼라분포율, 칼라매핑 키워드, 텍스트 질의어를 넘겨받아 화상 특징 데이타베이스와 유사도 매칭 및 검색을 수행하며, 입력된 화상의 자동 추출된 칼라 특징을 화상 특징추출 Tool로 부터 넘겨받아서 특징 데이타베이스에 자동 인덱싱하게 한다. 물론, 화상의 텍스트 데이타에 대한 내용들도 인덱싱하여 텍스트와 칼라매핑 키워드 및 내용기반 검색을 조합한 색인 및 검색이 가능하게 하였다.

2) 화상 특징 추출 Tool

질의어로 선택된 화상에 대하여 칼라 특징을 자동으로 추출하여 화상 데이타베이스에 인덱싱하거나,

내용기반 화상 검색에 이용할 수 있도록 질의어 처리 서버에게 넘겨 준다. 화상의 칼라 특징은 크기 정규화를 거치고 반대축 칼라공간 변환하여, 256x256x256 레벨의 RGB 칼라에 대하여 8x8x4 레벨로 양자화한 전체 화상에 대한 대표칼라 15개와 공간정보를 고려하여 4x4의 16개 영역별로 10개의 대표칼라 히스토그램을 추출한다.

3) 화상 서버

질의어 서버로 부터 검색된 리스트와 유사도를 넘겨 받아 화상 데이타베이스로부터 원화상이나 축소화상을 프리젠테이션 Tool의 요구에 대하여 유사도 순으로 차례대로 넘겨주게 한다. 또한, 화상 데이타베이스를 효율적으로 관리하고 삽입, 삭제, 수정등 갱신 작업을 수행하게 한다. 화상에 대한 텍스트 데이타에 대해서도 목록, 제목 리스트, 화상에 대한 요약정보들을 다룰 수 있게 하고, 수시로 이들 데이터의 수정과 갱신 작업을 가능하도록 한다.

4) 화상 데이타베이스

각 화상 데이타별로 내용기반 검색을 위한 칼라 특징 인덱스 테이블과 함께 대규모 원화상을 저장하게 한다. 또한, 전문검색을 위해 화상에 대한 FREE TEXT 데이타도 함께 링크되어 관리하고 이들을 결합하여 저장시킴으로써, 키워드 검색과 내용기반 검색을 조합가능하게 한다. 따라서, SQL server 6.5를 사용하여 구축한 화상 데이타베이스는 시스템 관리자 페이지에서 ODBC를 통하여 입력된다.

Ⅲ. 칼라 특징추출 기법 및 검색 유사도 측정

칼라 특징추출 과정은 그림 3에 보이고 있다. 입력된 원화상에 대하여 크기 정규화를 시킨다음, 인간의 가시 시스템과 유사하게 칼라공간 변환을 시킨다. 그 다음, 256 칼라 범위를 8x8x4 레벨로 칼라 양자화를 행한 다음, 256 bin의 칼라 히스토그램을 산출하여 그룹화시키고, 산출된 칼라 히스토그램 bin을 정렬하게 되면 최종 정렬된 칼라 히스토그램이 생성되게 된다.

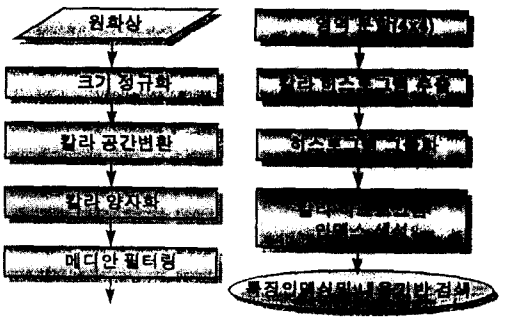
3.1 크기 정규화

화상의 크기는 각각 다양해서, 원화상 크기대로 특징추출할 경우 처리속도가 늦어지기 때문에 처리시간을 단축하고, 화상들을 규칙적으로 처리하기 위해서는 크기 정규화가 필요하다. 본 논문에서 내부적으로 처리되는 화상의 크기를 $160 \times N$ 또는 $N \times 160$으로 정규화하였다. 이는 화상의 원래 크기의 비율에 맞게 처리하기 위한 것이며, 이렇게 함으로써 화상의 손실을 최소화할 수 있다. 따라서, 본 논문에서는 화상의 가로와 세로의 크기중 큰쪽을 160으로 고정시키고, 작은쪽은 원화상의 가로와 세로의 비율에 의해 N으로 정규화 하였다. 화상의 높이를 IH라 하고, 화상의 넓이를 Iw라 하면, 식 3.1로부터 구한 비율의 크기 N은 다음 식 3.2 와 같다.

$$Imax = \max(I_H, I_W) \quad (3.\ 1a)$$

$$Imin = \min(I_H, I_W) \quad (3.\ 1b)$$

$$N = \frac{160 \times I_{min}}{I_{max}} \quad (3.\ 2)$$



(그림 3) 특징추출 과정
(Fig. 3) Process of the feature extraction

3.2 칼라 공간 변환

입력된 원화상은 임의 크기의 true 칼라나 256 칼라의 GIF 화일형식이다. RGB(red, green, blue) 칼라 공간은 일반적으로 인간이 구별하기에 부적합한 칼라 구조를 가지고 있다. 따라서, 인간의 가시 시스템에서 사용되는 칼라축과 유사한 반대축 칼라 공간 (rg, by, wb)으로 변환할 필요가 있다. 본 논문에서는 밝기(wb)축은 광원으로 부터의 거리나 그림자로 부터의 빛의 변화에 민감하기 때문에, 다른 두 색상 rg, by축보다 거칠게 샘플링하였다. RGB 칼라 공간을 (r, g, b)라하고 반대축 칼라공간을 (rg, by, wb)라 할 때, 두

칼라 공간간의 관계식은 다음식 3.3과 같다[1].

$$rg = r - g \quad (3.3a)$$
$$by = 2*b - r - g \quad (3.3b)$$
$$wb = r + g + b \quad (3.3c)$$

3.3 칼라공간 양자화

일반적으로 화상은 빛의 세기, 즉, 명도의 변화에 의해 민감한 성질이 있으므로 양자화는 RGB 공간내에서 각각 8×8×4 칼라레벨로 이루어진다. 즉, 원화상을 true 칼라 혹은 일반적인 256 칼라로 처리할 경우, 256x256x256 칼라 레벨로 처리할 칼라양이 많아 히스토그램 계산 시간과 생성시 많은 메모리를 소모하게 된다. 따라서, 칼라 양자화 과정을 거치면서 256개의 bin으로 만들기 위해 wb 축은 4 등급으로 rg, by 축은 각각 8 등급(8x8x4 레벨)으로 분할된다[1]. 이러한 양자화 단계에 의해 칼라 공간은 256개의 히스토그램 공간으로 축약되어 나타내어 질 수가 있다. 반대축 칼라공간을 (rg, by, wb)라 하고 양자화 칼라공간을 (Qrg, Qby, Qwb)라 할 때, 두 칼라 공간간의 관계식은 다음식 3.4와 같다.

$$Qrg = rg*(8/256) \quad (3.4a)$$
$$Qby = by*(8/256) \quad (3.4b)$$
$$Qwb = wb*(4/256) \quad (3.4c)$$

3.4 메디안 필터링

화상내에 포함된 잡음이나 에지는 화상 스펙트럼의 높은 주파수 대역에 나타나므로 저역필터의 저역통과 특성을 이용하면 잡음을 제거하면서 화상를 흐리게 할 수 있다. 그러나 메디안 필터링 개념은 화상영역의 잡음을 평활하게 만들고, 화상내의 에지를 날카롭게 보존하는 필터이므로 마스트내의 픽셀의 필터링값을 결정하기 위해서는 픽셀의 명암도를 큰 값에서 작은 값으로 구분하여 그중 평균값의 픽셀 명암도를 선택하므로서 새로운 픽셀값으로 대체하는 방법이다.

본 논문에서는 칼라공간 변환 및 양자화 과정을 거치면서 원화상은 잡음이나 색상의 농도에 따라 거칠게 샘플링되므로 메디안 필터링을 통해 잡음을 제거시켜야 한다. 메디안 필터링은 256 레벨로 양자화된 화상을 3x3 마스크를 씌워 가면서 9개의 픽셀값 Qrg, Qby, Qwb에 대해서 오름차순으로 정렬한 뒤 가운데 메디안값으로 중아의 픽셀값을 대치하여 재 할당하면 된다.

다음 그림 4는 입력된 원화상으로 부터 칼라 공간 변환과 양자화를 거치기 까지의 처리과정을 보이고 있다. 그림 4(a)는 정규화된 원화상을 나타내고 그림 4(b)는 칼라공간변환과 양자화과정을 보이고 있으며, 그림 4(c)는 메디안 필터링과정을 보이고 있으며, 그림 4(d)는 최종적으로 양자화된 원화상을 보이고 있다.

3.5 영역 분할

양자화된 화상은 각 영역에 대해서 칼라 히스토그램을 구하기 위해 4x4의 16개 영역으로 나누어 진다. 이는 전체 화상에 대한 히스토그램에 의한 칼라 특징보다, 화상을 각 영역별로 분할하여 칼라 특징을 추출함으로서 각 영역 정보를 고려하여 검색의 정확도

(그림 4) 양자화 과정
(a) 정규화된 원화상 (b) 칼라공간변환 및 양자화
(c) 메디안 필터링 (d) 양자화된 원화상
(Fig. 4) Quantization process
(a) Normalized source image
(b) Color space transform and quantization
(c) Median filtering
(d) Quantized source image

를 높이기 위함이다. 따라서, 본 논문에서는 사용자의 영역별 칼라지정 스케치에 의한 칼라공간 검색시 16개 영역별로 히스토그램 인터섹션 거리나 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 칼라 특징의 유사도를 계산해 내게 된다.

3.6 칼라 히스토그램 생성

칼라 히스토그램은 막대 그래프로 나타내어 진다. 본 논문에서는 이러한 막대 그래프의 요소를 bin이라고 부르고 각 화상에 대한 히스토그램을 bin이라고 부른다. 인간은 변화하는 빛의 조건하에 있는 칼라에 의해 크게 영향을 받지 않는 표면 성질들에 의해 화상을 해석하는 경향이 있다. 이러한 현상을 칼라 항구성(color constancy)이라고 부른다[9].

일반적으로 양자화된 3차원 칼라 공간 C(Qrg, Qby, Qwb)에서 누적 히스토그램 H(r, g, b)는 다음 식 3.5와 같이 정의된다.

$$H(r, g, b)=\sum_{i=1}^{8}\sum_{j=1}^{8}\sum_{k=1}^{4} C(Qrg, Qby, Qwb) \qquad (3.5)$$

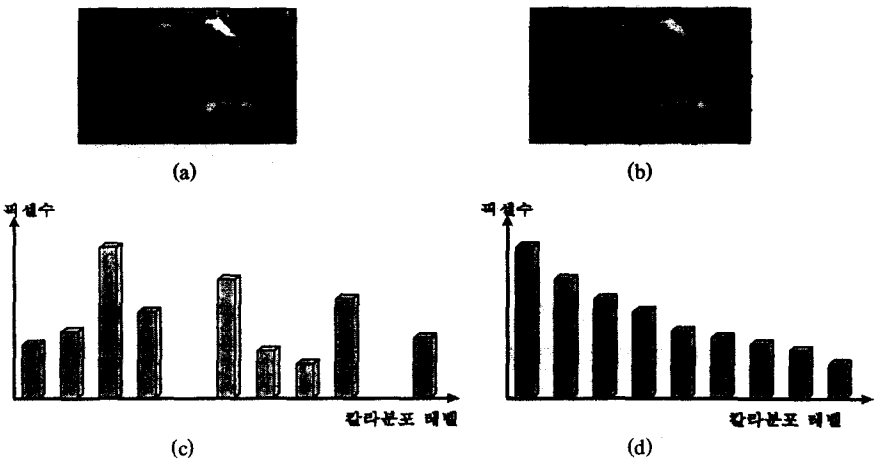
여기서 i, j, k는 칼라 양자화 레벨이고, C(Qrg, Qby, Qwb)는 비선형 칼라공간이다. 주어진 비선형 칼라 영역에 대한 칼라 히스토그램은 각 칼라 값의 분포에 대한 출현 빈도수를 누적하여 그 수를 카운트함으로써 얻을 수 있다. 즉, 화상의 칼라 히스토그램은 해당 칼라에 대응되는 3차원 히스토그램의 bin에 대응하여 변환됨으로써 구할 수 있다.

그림 5는 히스토그램의 계산과정과 선택방법을 설명하고 있다. 그림 5(a)는 원화상을 보이고 있고, 그림 5(b)는 입력된 원화상에 대해 크기 정규화, 칼라공간 변환, 칼라양자화 및 영역분할를 행한 결과이고 그림 5(c)는 칼라 히스토그램을 산출한 결과이다. 그림 5(c)의 히스토그램에서 x축은 0에서 256까지의 칼라 히스토그램 bin의 인덱스 범위를 나타내고, y축은 해당 칼라 히스토그램 bin의 픽셀 분포 비율를 나타낸다 (d)는 산출된 칼라 히스토그램 bin을 정렬하게 되면 최종 정렬된 칼라 히스토그램이 생성되게 된다.

3.7 칼라 특징 유사도 측정

3.7.1 히스토그램 인터섹션 거리

히스토그램 인터섹션 거리(histogram intersection distance)는 칼라 화상의 검색에 사용된다. 데이타베이스에 있는 참조화상의 임의의 한 영역에 대한 히스토그램을 Ri이라 하고, 질의화상에 대한 임의의 한 영



(그림 5) 칼라 히스토그램 선택 방법
(a) 양자화된 원화상 (b) 영역분할 (c) 산출된 칼라 히스토그램 (d) 정렬된 칼라 히스토그램
(Fig. 5) Method of color histogram selection
(a) Quantized source image (b) Region spliting
(c) Calculated color histogram (d) Sorted color histogram

역에 대한 히스토그램을 Q_i라고 한다면, 두 화상에서 임의의 한 영역간의 유사도는 히스토그램 인터섹션(ID)에 의해 계산된다. 두 히스토그램간의 합은 질의화상 한 영역에 포함되어 있는 칼라 성분이 질의화상 한 영역에 얼마나 포함되어 있는지를 의미하는 비슷한 픽셀들의 합을 의미한다. 각각 256개의 bin을 갖는 한 영역에 대한 칼라 히스토그램 인터섹션 거리 $ID_B(Q_i, R_i)$는 다음 식3.6으로 정의된다[1, 10]. 여기서 i는 bin의 번호이고, B는 영역의 번호이다.

$$ID_B(Q_i, R_i) = \sum_{i=0}^{255} \min(Q_i, R_i) \tag{3.6}$$

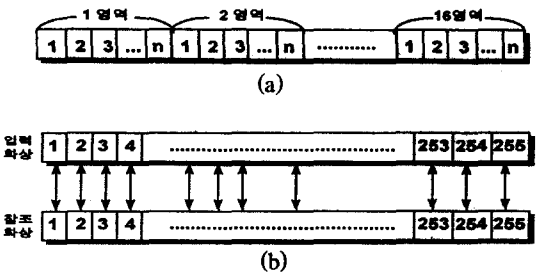
3.7.2 히스토그램 유클리디언 거리

마찬가지로, 화상에서 임의의 두 영역간의 칼라 히스토그램 Q_i, R_i 사이의 히스토그램 유클리디언 거리(histogram euclidean distance)는 다음식 3.7에 의해서 계산된다. 이 거리는 각 히스토그램내의 개별적인 bin 사이에서 비교된다. 두 개의 서로 다른 bin은 유사한 칼라를 표현하고 있으며, 모든 bin들이 거리계산에 사용된다. 각각 256개의 bin을 갖는 칼라 히스토그램 유클리디언 거리 $EDB(Q_i, R_i)$는 다음 식 3.7로 정의된다[1, 10]. 따라서, 질의화상과 참조화상간의 임의의 두 영역간의 히스토그램의 유사도를 계산하여 유사도에 따라 검색결과를 화면상에 출력하게 된다.

$$ED_B(Q_i, R_i) = \sum_{i=0}^{255} (Q_i, R_i)^2 \tag{3.7}$$

다음 그림 6은 각 영역별 칼라 히스토그램에 의한 칼라 인덱스키와 이의 매칭방법을 보이고 있다. 그림 6(a)는 각 영역별 칼라 히스토그램을 크기순으로 정렬하여 0보다 큰 대표칼라 n개에 대한 히스토그램 bin 값을 저장한 인덱스 키를 나타낸다. 이는 16개 영역별로 256개의 히스토그램 bin값을 전부 인덱싱할 경우에 인덱스 키가 매우 길어지므로 인덱스키를 짧게 하기 위함이다. 그림 6(b)는 임의의 한 영역에 대한 칼라 히스토그램을 256개의 bin으로 변환하여 $ID_B(Q_i, R_i)$나 $ED_B(Q_i, R_i)$에 의해 칼라 유사도를 측정하는 방법을 보이고 있다.

이는 참조화상에 대하여 사전에 특징 데이타베이스 테이블에 인덱싱하고, 질의어로 입력한 입력 화상에 대하여 각 영역별 칼라 유사도 매칭을 위한 과정



(그림 6) 칼라 인덱스키 매칭
(Fig 6) Matching of color index key

으로 각 16개 영역별로 측정한 유사도를 더하여 총 영역의 수로 나눈값이 최종 유사도가 된다. 따라서, 히스토그램 인터섹션 거리에 의한 최종 유사도 SIMID는 다음식 3.8과 같고, 히스토그램 유클리디언 거리에 의한 최종 유사도 SIMED는 다음식 3.9와 같다. 여기서 B는 영역의 번호이고, K는 총 영역의 수이다. 본 논문에서는 화상검색 실험시 질의 화상과 참조 화상간의 칼라 유사도를 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리를 각각 사용하였고, 이 두 가지 방법에 의한 실험결과를 비교하였다.

$$SIM_{ID} = \frac{\sum_{B=1}^{16} ID_B(Q_i, R_i)}{K} \tag{3.8}$$

$$SIM_{ED} = \frac{\sum_{B=1}^{16} ED_B(Q_i, R_i)}{K} \tag{3.9}$$

Ⅳ. WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템의 구현 및 실험

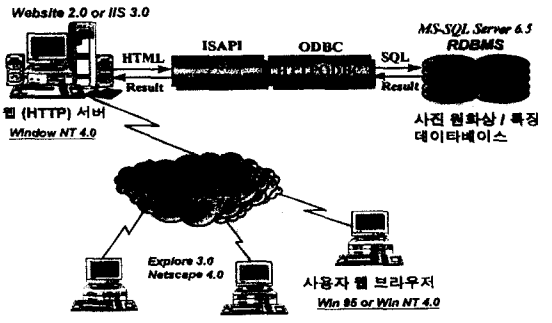
4.1 실험환경

본 논문에서 구현한 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상검색 시스템은 웹 서버 머신으로서 Windows NT 4.0를, 컴파일러는 Visual C^{++} 5.0을 사용한 Pentium 120MHz상에서 실험하였다. 홈 페이지를 위한 Web Server는 Website 2.0 (Internet Information Server 3.0)을 사용하였고, 화상 데이타베이스는 MS-SQL Server 6.5를 사용하였다. 웹브라우저는 MS 익스플로어나 넷스케이프 3.0이상이면 가능하다. 화상 형식은 GIF, JPEG 화일 형식을 지원한다. 실험 데이타는 2,200여개의 화상을 사용하

었다.

그림 7은 WWW에서 내용기반 화상검색 시스템 구축 환경을 나타낸다. 웹 브라우저인 HTTP 클라이언트를 통해 임의 질의화상이 선택되어 여러 파라메타와 함께 URL이 입력되면 CGI 화일이 실행되고, 웹 서버인 HTTP 서버는 HTTPODBC.DLL와 매핑시킨다. HTTP ODBC.DLL은 파라메타를 얻기 위해 HTTP 헤더를 읽고 파싱하고, ODBC(Open Database Connectivity) 3.0 driver를 통해 데이타 소스에 로그인하기 위해 CGI 화일로부터 데이타 소스, 사용자, 패스워드를 얻는 다음, SQL 문장을 실행한다.

그리고, SQL문장에 의해 SQL Server에 구축된 화상 데이터베이스의 칼라특징 테이블로 부터 화상의 16개 각 영역별 칼라 특징값을 읽어 CGI 검색루틴에 넘겨주면, CGI 실행프로그램은 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 영역별 유사도 검색을 수행하여 검색된 화상화일명에 대해 HTML문서를 생성하게 되고, 웹서버는 검색된 화상을 클라이언트 웹브라우저에 전송하여 프리젠테이션하게 된다.



(그림 7) 내용기반 화상검색 시스템 구현 환경
(Fig. 7) Implementation environment for content based image retrieval system

다음 그림 8은 SQL Server에 ODBC를 통하여 화상의 특징 데이타베이스를 구축하기 위하여 특징 인덱스 테이블의 설계 구조를 보이고 있다. 화상을 16개의 영역으로 분할한 다음, 각 영역별 추출된 256 bin의 칼라 히스토그램을 분포율에 따라 정렬하고, 각 영역당 최대 10개의 칼라 인덱스와 그 분포율을 테이블에 저장하도록 하였다. 16개 영역x256 칼라 히스토그램을 저장하게 되면 특징 테이블의 크기가 너무 커지고 메모리 공간이 증대되므로, 칼라 양자화에 의해 각 영역의 최대 10개의 bin을 제외한 나머지 bin들 대부분이 0에 가까우므로 무시하고 각 영역별 10개의 칼라 히스토그램 bin만을 저장하도록 하였다.

TopClass는 화상의 대분류이고, MidClass는 화상의 중분류(주제어)이며, LowClass는 화상의 주제어별 소분류이다. R1_Color 부터 R16_Color 까지는 영역 1에서 영역 16에 대한 칼라 히스토그램및 칼라 분포율을 나타낸다. 또한, Caption은 화상에 대한 주석, 요약, 설명문을 포함하는 필드이고, 마지막으로 File_name은 화상의 화일명을 나타낸다.

따라서, 화상검색시 데이타베이스로 부터 ODBC를 통해 화상의 각 영역에 대한 칼라 특징값을 SQL 문장에 의하여 필드별로 읽어와서 CGI 검색 루틴에 넘겨주면, 각 영역별로 256 칼라히스토그램 bin으로 변환하여 유사도 검색을 수행하도록 하였다.

화상 데이타베이스 구축과 검색에 사용된 참조 화상에 대한 범주는 다음 표 1과 같이 2,250여개 이다. 참조 화상은 표 1의 범주 (1)에서 범주 (7)까지 대분류로 나누게 되며, 향후 대규모 화상 데이타베이스를 구축하기 위해서 칼라특징 인덱스 테이블을 하나로 설계하지 않고 화상의 대분류에 따라서 특징 인덱스 테이블을 구축하였다. 각 화상에 대한 대분류는 다음과 같은 화상들을 포함하고 있다. 대분류 "과학"은 그래픽, 무늬, 민속전통, 비행기, 사람, 배, 컴퓨터등

대분류	중분류	소분류	영역1칼라	영역2칼라	.....	영역16칼라	캡션	화일명
TopClass	MidClass	LowClass	R1_Color	R2_Color	.....	R16_Color	Caption	FileName
int 4	int 4	int 4	char 20	char 20		char 20	text 10	char 20

(그림 8) 칼라특징 인덱스를 위한 테이블 구조
(Fig. 8) Table structure for color feature index

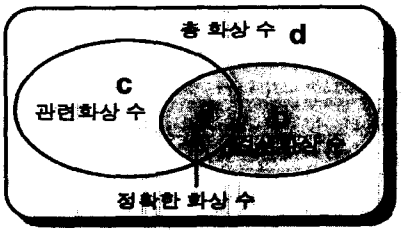
과 같은 종류의 화상 345개를 포함하고 있고, 대분류 "동물"은 곰, 들고양이, 들소, 말, 사슴, 사자, 새, 설치류, 순록, 야생양, 여우, 염소, 코끼리, 큰사슴등과 같은 종류의 화상 335개를 포함하고 있으며, 대분류 "물"은 바다, 폭포, 계곡, 해안선, 호수, 강등과 같은 종류의 화상 155개를 포함하고 있다. 대분류 "산업"은 건설, 다리, 빌딩, 인테리어, 집, 탑등과 같은 종류의 화상 275개를 포함하며, 대분류 "스포츠"는 골프, 공중스포츠, 낚시, 등반, 래프팅, 스키, 요트, 윈드서핑, 카누등과 같은 종류의 화상 195개를 포함하고 있다. 대분류 "꽃"은 백합, 선인장, 장미, 튜울립, 동백, 해바라기등과 같은 종류의 화상 187개를 포함하고 있으며, 대분류 "자연"은 가을, 겨울, 길, 나무숲, 농경지, 농작물, 단풍, 바위, 봄, 산, 여름, 일출일몰, 하늘, 구름과 등과 같은 종류의 화상 758개를 포함하고 있다.

화상검색 실험을 위한 실험 조건은, 각각의 대분류에 속하는 각 범주별 화상을 대상으로 웹 브라우저를 통해 임의의 화상 10개를 무작위로 선택하여 20회 질의하였고, 화상의 유사도 계산 방법은 히스토그램 인터섹션 거리(ID)와 히스토그램 유클리디언 거리(ED)를 사용하여 각각 precision과 recall을 측정하였다. 질의 방법은 전체화상을 질의하거나 영역별로 칼라를 스케치하여 질의하였으며, 데이타베이스로부터 검색 대상화상은 주어진 범주, 즉 대분류내에서 찾도록 하였으며, 실험결과의 효율성을 입증하기 위해, 전체 데이타베이스 화상을 대상으로 한 화상검색 실험결과도 제시하였다.

〈표 1〉 참조화상의 범주
〈Table 1〉 Categories of reference images

범주	대분류	개수	범주	대분류	개수
(1)	과학	345	(5)	스포츠	195
(2)	동물	335	(6)	꽃	187
(3)	물	155	(7)	자연	758
(4)	산업	275	합계		2,250

실험의 성능평가를 위해 주어진 질의에 대하여 이용 가능한 총 항목수 즉, 데이타베이스에 저장된 관련된 화상의 개수를 T라고 하고, 검색된 총 항목수 즉, 관련된 화상중에서 검색된 총 화상수를 Tr 이라 하며, 검색된 질의와 유사한 항목의 수 즉, 검색된 총 화상중 질의 화상과 유사한 화상의 개수를 Rr이라고 할 때 precision과 recall은 다음식 3.10과 식 3.11로 정의할 수 있다[8, 9, 10].



(그림 9) Precision과 recall
(Fig. 9) Precision and recall

$$Recall = \frac{\text{정확히 검색된 화상 수}}{\text{관련 화상 수}} = \frac{a}{a+c} = \frac{R_r}{T} \tag{3.10}$$

$$Precision = \frac{\text{정확히 검색된 화상 수}}{\text{검색 화상 수}} = \frac{a}{a+b} = \frac{R_r}{T_r} \tag{3.11}$$

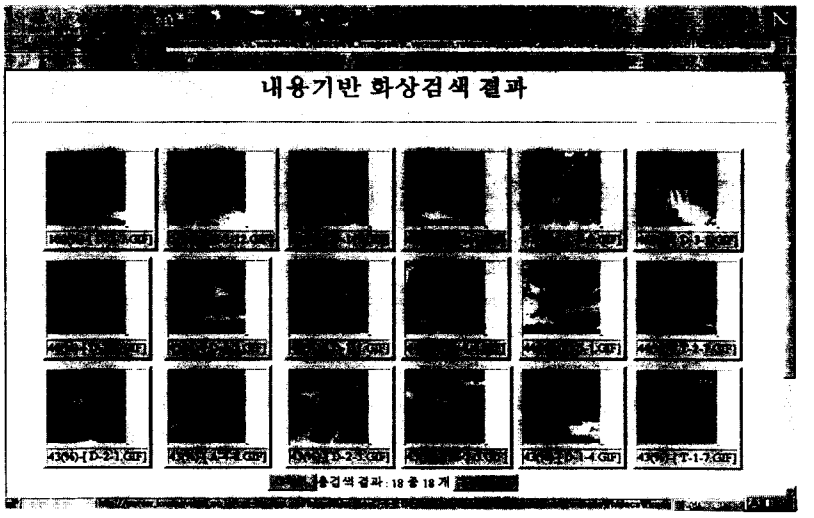
4.2 실험 결과

각각의 검색결과 화면에서 왼쪽 맨위의 첫 번째 화상은 질의화상이므로 유사도가 100%이다. 각 출력화상 아래의 왼쪽 %은 질의 화상과 검색된 화상과의 칼라 유사도를 백분율로 나타낸 것이고, 오른쪽은 검색된 화상 화일명을 출력한 것이다. 사용자는 "화면 바꾸기" 버튼을 사용하여 행의 수와 열의 수를 지정함으로써, 총 검색된 수십개의 결과를 행x열로 화상의 수를 마음대로 조절하여 화면에 디스플레이할 수 있도록 하였다.

또한, 그림 15(b)와 같이 검색된 결과 화면에서 다시 사용자가 임의의 화상을 선택하여 재 질의할 수 있도록 증가식 질의를 구현하였다. 그리고, 사용자는 검색된 결과를 "다음 화면" 버튼을 눌러서 계속 확인할 수 있으며, "전 화면" 버튼을 눌러서 이전 검색된 화면으로 되돌아갈 수도 있게 하였다. "전화면"과 "다음화면" 사이에는 총검색된 결과의 개수와 현재 화면상에 디스플레이된 화상의 개수를 나타내도록 하였다.

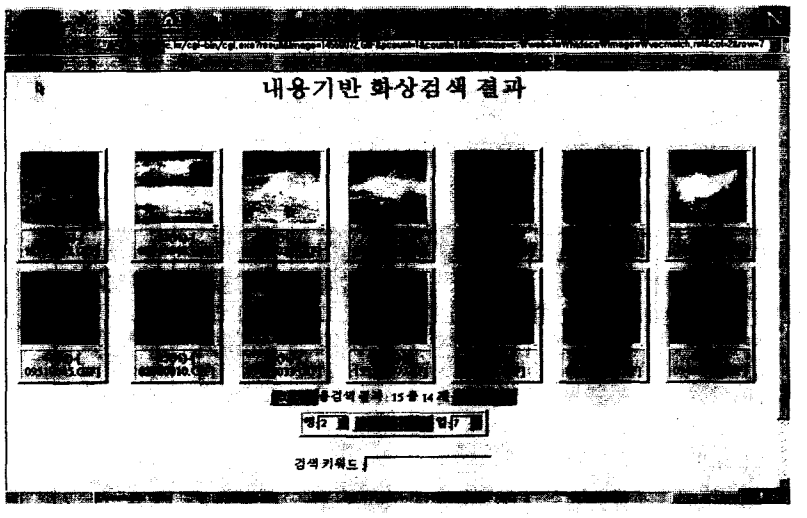
다음 그림 10은 범주(3) 범위가 아닌 전체 데이타베이스 화상 2250여개를 대상으로 임의의 "계곡" 화상을 선택하여 질의한 검색실험 결과를 보이고 있으며, 그림 11은 대분류 "물"에 해당하는 범주(3)의 155개 화상을 대상으로 임의의 "계곡" 화상을 선택하여 질의한 검색실험 결과를 보이고 있다. 그림 10과 그림 11은 칼라 특징에 대한 유사도 계산시 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 유사화상을 검색하였다.

(그림 10) 전체 화상 데이타베이스에 대한 계곡 화상 검색 실험 결과
(Fig. 10) Experimental results of valley images from the total image database

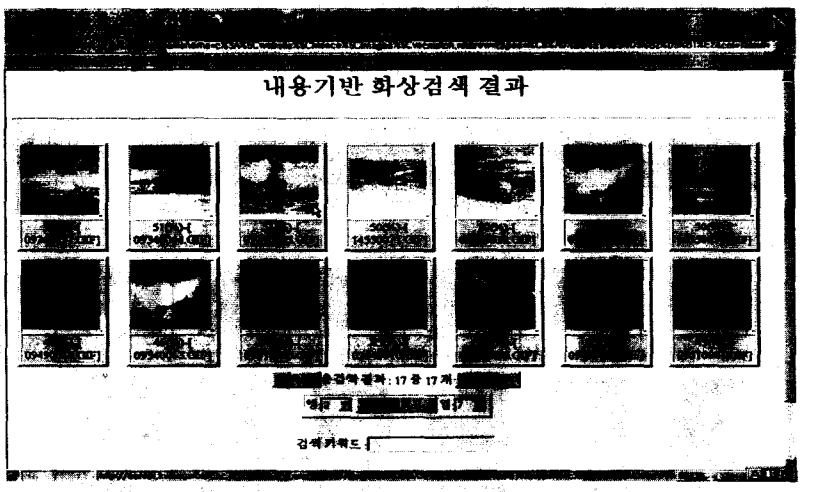


(그림 11) 범주(3) 화상 데이터베이스에 대한 계곡 화상 검색실험 결과
(Fig. 11) Experimental results of valley images from the cartegory (3) image database

그림 12는 대분류 "물"에 해당하는 범주(3)의 화상을 대상으로 임의의 "바다" 화상을 선택하여 질의한 검색실험 결과를 보이고 있다. 그림 12(a)는 히스토그램 인터섹션 거리를 사용하여 유사도를 계산한 검색결과이고, 그림 12(b)는 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 유사도를 계산한 검색결과이다.



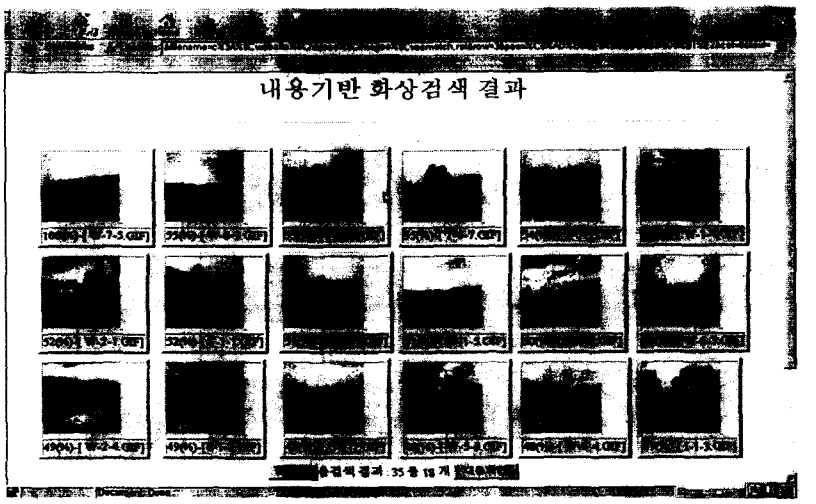
(a) 히스토그램 인터섹션 거리를 사용한 검색실험 결과
(a) Experimental results of using histogram intersection distance



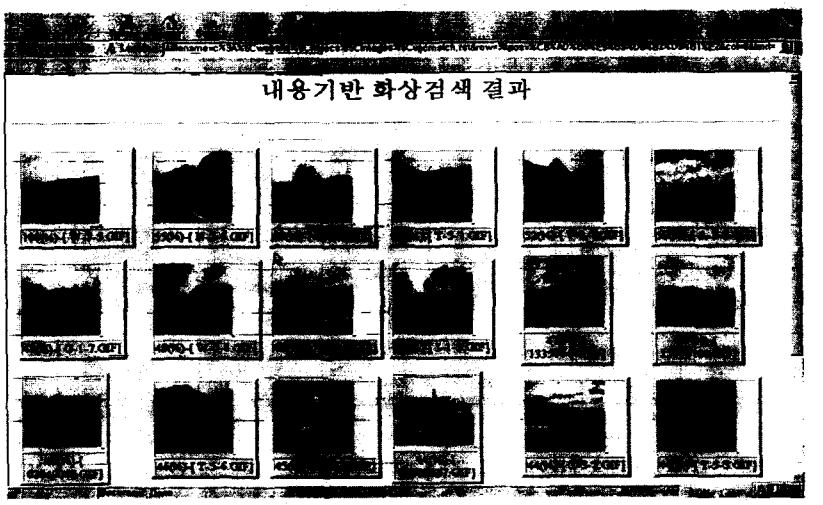
(b) 히스토그램 유클리디언 거리를 사용한 검색실험 결과
(b) Experimental results of using histogram Euclidean distance

(그림12) 범주 (3)에 대한 바다화상의 검색실험 결과
(Fig. 12) The experimental results of sea images from the category (3) image database

그림 13은 대분류 "자연"에 해당하는 범주(7)의 758개 화상을 대상으로 임의의 "농경지" 화상을 선택하여 질의한 검색실험 결과를 보이고 있다. 그림 13 (a)는 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 유사도를 계산한 검색결과이고, 그림 13(b)는 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 유사도를 계산한 검색결과이다.



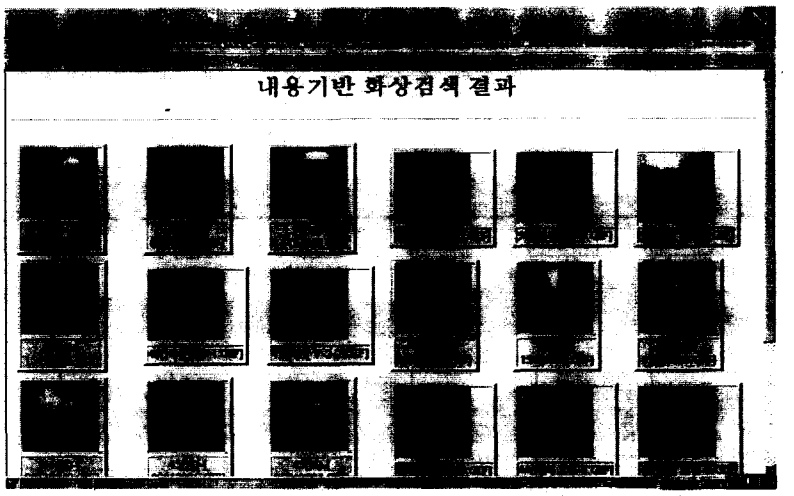
(a) 히스토그램 인터섹션 거리를 사용한 검색실험 결과
(a) Experimental results of using histogram intersection distance



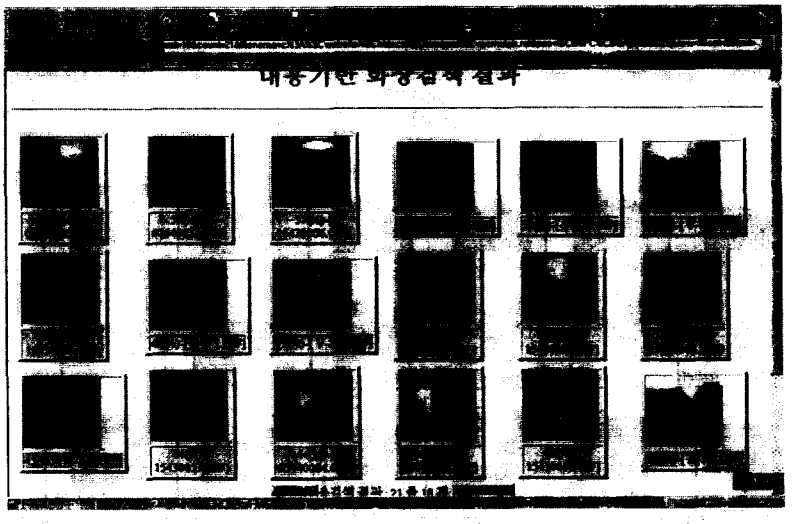
(b) 히스토그램 유클리디언 거리를 사용한 검색실험 결과
(b) Experimental results of using histogram Euclidean distance

(그림 13) 범주 (7)에 대한 농경지 화상의 검색실험 결과
(Fig. 13) Experimental results of agriculuture images from the category (7) image database

그림 14는 대분류 "자연"에 해당하는 범주(7)의 758개 화상을 대상으로 임의의 "일출" 화상을 질의한 검색실험 결과를 보이고 있다. 그림 14(a)는 히스토그램 유클리디언 거리를 사용한 유사도 검색결과이고, 그림 14(b)는 히스토그램 유클리디언 거리를 사용한 유사도 검색결과이다.



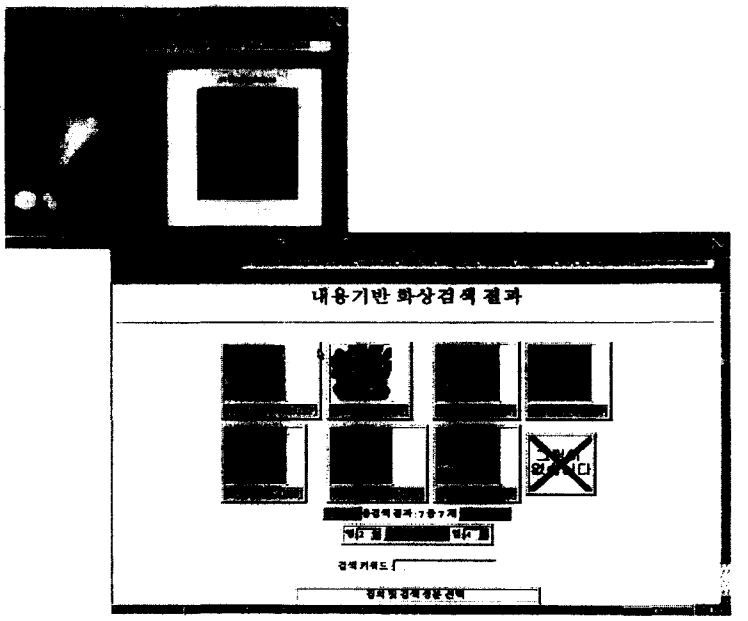
(a) 히스토그램 인터섹션 거리를 사용한 검색실험 결과
(a) Experimental results of using histogram intersection distance



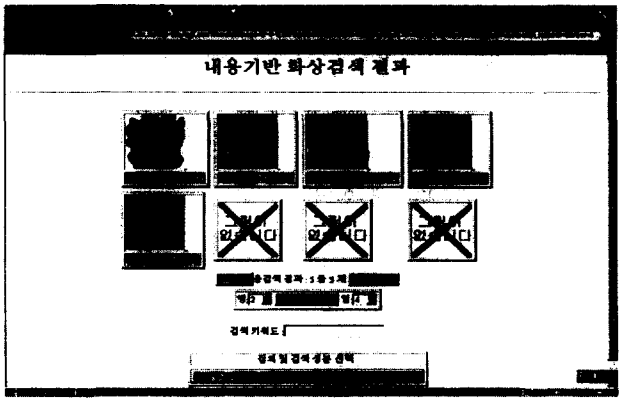
(b) 히스토그램 유클리디언 거리를 사용한 검색실험 결과
(b) Experimental results of using histogram Euclidean distance

(그림 14) 범주 (7)에 대한 일출화상의 검색실험 결과
(Fig. 14) Experimental results of sunrise images from the category (7) image database

그림 15는 사용자의 칼라 스케치에 의한 화상검색 결과를 보이고 있다. 그림 15(a)는 사용자가 영역별로 분홍색과 빨간색 계열의 칼라를 스케치하여 검색한 결과를 보이고 있다. 그림 15(b)는 그림 15(a)의 스케치 질의에 의한 검색결과 화면에서 두 번째 화상을 다시 선택하여 질의한 증가식 질의에 의한 검색결과를 보이고 있다.



(a) 영역별 칼라 스케치에 의한 검색실험 결과
(b) Experimental results of sketched color regions



(b) 증가식 질의에 의한 검색실험 결과
(b) Experimental results of incermental query

(그림 15) 사용자 스케치에 의한 검색실험 결과
(Fig. 15) Experimental results from user sketch

다음 표 2는 특징성분에 의한 검색실험결과를 보이고 있다. 표 2에서 4가지 범주의 화상 검색시 recall 등급이 낮을 때는 히스토그램 인터섹션 거리 방법이 유클리디언 방법보다 precision이 좋게 나타났지만, recall 등급이 증가할 때는 히스토그램 유클리디언 방식이 더 좋은 precision을 나타내었다.

〈표 2〉 특징성분에 의한 검색 실험결과
〈Table 2〉 Experimental results from feature components

분류	Precision			
Recall	범주(3)의 계곡 화상		범주(3)의 바다 화상	
	인터섹션	유클리디언	인터섹션	유클리디언
0.25	0.56	0.54	0.57	0.56
0.5	0.68	0.67	0.69	0.68
0.75	0.78	0.80	0.82	0.85
0.95	0.90	0.92	0.92	0.94
평균	0.73	0.732	0.75	0.76

분류	Precision			
Recall	범주(7)의 농경지 화상		범주(7)의 일출 화상	
	인터섹션	유클리디언	인터섹션	유클리디언
0.25	0.55	0.53	0.58	0.56
0.5	0.67	0.66	0.69	0.68
0.75	0.80	0.83	0.84	0.87
0.95	0.91	0.93	0.93	0.95
평균	0.732	0.74	0.76	0.77

표 3은 화상의 범주별 검색결과를 종합한 것이다. 전반적으로 평균 precision/recall은 히스토그램 인터섹션 거리의 0.84/0.92에 비해 히스토그램 유클리디언 거리가 0.85/0.93으로 검색효율이 다소 우수함을 알 수 있었고, 범주(7) 일출 화상의 precision/recall이 각각 인터섹션 거리 0.85/0.93, 유클리디언 거리 0.86/0.94로 계곡, 바다, 농경지등 다른 범주의 화상에 비해 검색율이 좋은 것으로 나타났다. 이는 모든 일출 일몰 화상에는 단일 칼라 성분이 비슷한 양으로 분포되어 있기 때문으로 생각된다.

다음 표 4는 본 논문의 효율성을 입증하기 위해 타 연구와의 실험결과를 비교한 것이다. 일본 도쿄대학

〈표 3〉 화상 범주별 검색 실험결과
〈Table 3〉 Experimental results of retrieval within each cartegory.

유사도 계산 유형	인터섹션 거리		유클리디언 거리	
평가 항목 / 질의화상 종류	Pre	Rec	Pre	Rec
범주(3)의 계곡	0.82	0.91	0.84	0.92
범주(3)의 바다	0.83	0.92	0.84	0.93
범주(7)의 농경지	0.84	0.90	0.85	0.91
범주(7)의 일출	0.85	0.93	0.86	0.94
평균	0.84	0.92	0.85	0.93

의 GOLS[11]는 170 여개의 산, 물, 하늘, 잔디, 일몰과 같은 화상에 대해 장면묘사단어(scene descriptipon keyword)를 사용하여 화상검색 실험을 하여 precision과 recall이 각각 0.645, 0.854의 검색율을 얻었고, 일본 NTT 연구소에서는 160여개의 꽃과 100여개의 애니메이션 영화의 클립화상에 대해 FCI(Focused Color Intersection)방법[12]을 사용하여 화상검색을 하여 precision과 recall이 각각 0.79, 0.85의 검색율을 얻었다. 또한, 본 광운대학교 컴퓨터공학과 MMIS Lab(URL http://server. kwangwoon. ac. kr) 에서는 텍스쳐와 윤곽점 기울기[13]를 이용하여 500여개의 화상에 대해 화상검색 실험을 하여 precision과 recall이 각각 0.82, 0.87의 검색율을 얻었다. 본 연구와 기존 연구와의 비교는 검색에 적용하는 화상의 종류나 검색 성분 및 실험 환경이 다르기 때문에 절대 비교는 불가능하지만, 본 연구의 실험결과가 precision과 recall이 각각 0.85, 0.93으로서 상대적으로 우수하였다.

〈표 4〉 타 연구와의 실험결과 비교
〈Table 4〉 Comparison between this experimental results and other studies

특징성분 / 파라메타	GOLS	NTT lab	MMIS lab.	본 연구
총 화상수	170	260	500	2,250
검색 성분	장면묘사 단어	칼라 인터섹션	텍스쳐/ 윤곽점기울기	히스토그램 인터섹션 거리/유클리디언거리
Precision	0.64	0.79	0.82	0.85
Recall	0.85	0.85	0.87	0.93

본 본문은 화상의 전체 칼라성분뿐만 아니라, 각 영역별 칼라성분과 사용자가 의도하는 칼라를 영역별로 스케치하여 유사화상을 검색할 수 있는 특성을 갖는다. 따라서, 사용자는 관심있는 영역의 칼라를 지정할 수 있고, 지정하지 않은 영역의 칼라는 비교되지 않으므로, 관심있는 영역의 칼라만 검색할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 인터넷과 인트라넷같은 WWW에서 칼라특징을 이용한 내용기반 화상 검색 기능을 제공할 수 있도록 하기 위해서 각 화상 데이타별 자동 특징 파라메터 추출과 자동 인덱싱 및 자동 매칭 알고리즘과, 유사한 화상을 웹상에서 검색할 수 있는 화상검색 시스템을 설계하고 구현하였다.

사용자는 전체화상을 선택하여 질의하거나 공간정보를 고려하여 4x4의 16개 영역별 칼라를 스케치하여 질의가능토록 하였으며, 화상의 칼라 특징으로부터 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리를 사용하여 화상의 유사도를 계산하는 내용기반 화상검색 기법을 구현하였다. 따라서, 본 논문에서 구현한 내용기반 화상검색 시스템은 입력되는 질의 화상에 대한 전처리를 거쳐 자동으로 칼라특징을 추출하여 데이타베이스내의 유사 화상들과 자동 매칭하여, 검색된 화상을 웹 브라우저를 통해 프리젠테이션과 브라우징이 가능하다.

실험결과, 히스토그램 인터섹션 거리와 히스토그램 유클리디언 거리에 의한 검색방법의 precision/recall에서 각각 0.84/0.92, 0.85/0.93의 결과를 얻음으로써, 히스토그램 유클리디언 거리에 의한 검색방법이 상대적으로 우수함을 보였으며, 또한 기존의 연구보다 본 검색 시스템이 우수한 검색효율을 보였다.

향후, 인터넷 환경에서 화상의 내용기반 화상검색 엔진 확장과, 화상의 모양, 위치, 칼라를 지정한 칼라 키워드 매핑과 이의 검색, 상용 DBMS를 사용한 대용량 화상 웹 데이타베이스 서버 구축 및 웹의 연동을 위한 인터페이스 개발 확장 등에 대한 계속적인 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] W. Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Glasman, D. Petkovic, P. Yanker, and C. Faloutsos, "The QBIC project: Querying images by content using color, texture, and shape," In *Storage* and Retrieval *for* Image and *Video Databases*, volume SPIE Vol. 1908, February 1993.

[2] D. G. M. Petrakis and C. Faloutsos, "Similarity searching in large image databases," Technical Report 3388, Department of Computer Science, University of Maryland, 1995.

[3] V. N. Gudivada and V. V. Raghavan, "Design and evaluation of algorithms for image retrieval by spatial similarity," *ACM* 7rans. on Information Systems, 13(2), April 1995.

[4] A. Soffer and H. Samet, "Retrieveal by content in symbolic-image databases," In Symposium on Electronic Imaging: *Science and Technology-Storage & Retrieval for Image and Video Databases IV*, pages 144-155. IS&T/SPIE, 1996.

[5] J. R. Bach, C. FW]er, A. Gupta, A. Hampapur, B. Horowitz, R. Humphrey, R. C. Jain, and C. Shu, "Virage image search engine: an open framework for image management," In Symposium on *Electronic* Imaging: *Science and Technology-Storage & Re*trieval for Image and *Video Databases IV*, pages 76-87. IS&T/SPIE, 1996.

[6] G. Pass, R. Zabih, and J. Miller, "Comparing images using color coherence vectors," In *Proc. ACM* Intern. Conf. Multimedia, Boston, MA, 1996.

[7] C. E. Jacobs, A. Finkelstein, and D. H. Salesin, "Fast multiresolution image querying," In A *CM SIGGRAPH, Computer Graphics Proceedings*, Annual *Conference Series*, pages 277-286, Los Angeles, CA, 1995.

[8] J. R. Smith and S. F. Chang, "Tools and techniques for color image retrieval," In Symposium on *Elec*tronic Imaging: *Science and Technology-Storage* & Retrieval for Image and Video Databases IV, volume 2670, San Jose, CA, February 1996. &T/SPIE.

[9] R. Smith and S. F. Chang, "Local color and texe extraction and spatial query," In *Proc.* Int. *Conf. Image Processing*, Lausanne, Switzerland, September 1996. IEEE.

[10] J. R. Smith and S. -F. Chang, "Searching for images and videos on the World Wide Web," Technical Report CU/CTR 459-96-25, Columbia University, August 1996.

[11] Atsushi Ono et al., "A Flexible Content-based Image Retrieval System with Combined Secene Description Keyword," in Int. conf. on Multimedia Computing and Systems, Hiroshima, Japan, pp. 201-208, June 1996.

[12] V V Vinoid et al., "Focussed Color Intersection with Efficient Searching for Object Detection and Image Retrieval," in Int. conf. on Multimedia Computing and Systems, Hiroshima, Japan, pp. 229-233, June 1996.

[13] 최현섭외 3인, "텍스쳐 패턴과 윤곽점 기울기성분을 이용한 내용기반 화상검색 시스템의 설계 및 구현," 한국정보처리학회 논문지, 제 4권, 제1호, pp. 54-66, 1996년.

최 현 섭

1987년 목포대학교 전산통계학과(이학사)

1989년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학석사)

1993년~1996년 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사수료)

1991년 10월~1995년 8월 목포대학교 전산통계학과 조교 및 강사

1993년~1997년 한국방송통신대학교 경기지역 학습관 전산과 강사

1996년 7월~현재 (주)인포텍시스템 선임연구원

관심분야:멀티미디어/하이퍼미디어, 멀티미디어 정보검색, 화상처리, WEB DB 검색

최 기 호

1973년 한양대학교 전자공학과(공학사)

1977년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1987년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1977년~1979년 한국과학기술연구소 연구원

1979년~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 교수/신기술연구소

1989년~1990년 Univ. of Michigan 전기및 전산과 Visiting Scholar

관심분야:멀티미디어 정보 검색, 하이퍼미디어, 멀티모달