

칼라 지정을 이용한 내용기반 화상검색 시스템 구현

김 철 원[†] · 최 기 호^{††}

요 약

본 논문에서는 화상의 칼라 지정을 이용한 내용기반 화상검색 시스템 구현에 관하여 연구하였다. 화상의 칼라는 사람이 느끼는 칼라에 적합하도록 RGB 칼라 공간을 HSV(hue, saturation, value) 칼라공간으로 변환시켜 그 특징을 추출하였다. 칼라특징 추출시 화상을 9개의 영역으로 나누어 각 영역의 대표칼라 3개를 칼라 히스토그램을 사용하여 선택하였다. 키워드로 화상의 종류를 선택가능하도록 했으며, 검색은 화상 입력에 의한 검색과, 칼라 지정을 이용한 키워드에 의한 검색, 칼라 지정을 이용한 키워드와 화상 입력을 결합한 화상검색, 화상 내의 특정 객체를 선택하여 검색하는 4가지 질의방법을 사용하여 실험하였다. 실험결과, 각각의 방법에서 Precision/Recall이 0.55/0.37, 0.57/0.43, 0.59/0.45, 0.63/0.61의 결과를 얻었으며, 칼라지정을 사용함으로써 우수한 검색효율을 보였다.

Implementation of a Content-Based Image Retrieval System with Color Assignments

Cheol Ueon Kim[†] · Ki Ho Choi^{††}

ABSTRACT

In this paper, a content-based image retrieval system with color assignments has been studied and implemented. The color of images has been extracted after changing RGB color space to HSV(hue, saturation, value) that is the most compatible color for people's feeling. In the color extracting, an image is divided into 9 different areas and 3 major colors for each area are selected by using color histograms. It is possible to choose the class of images by keywords. We are evaluate four different types of queries such as an image input, keywords with color assignments, combining an image input and keywords with color assignments, and selecting specific part of an image. Experimental results show that four different query types provide precision/recall 0.55/0.37, 0.57/0.43, 0.59/0.45 and 0.63/0.61, respectively. With color assignments, the retrieval system has been able to obtain high performance and validity.

1. 서 론

최근 멀티미디어 정보시스템에 대한 수요는 광범

위한 분야에서 매우 빠른 속도로 증가하고 있다. 멀티미디어 데이터는 화상, 오디오, 비디오, 텍스트, 수치데이터 등을 모두 포함하고 있으며, 이러한 다양한 속성 때문에, 기존의 정보관리 시스템 보다는 데이터의 저장, 전송, 디스플레이를 위한 멀티미디어 정보시스템은 그 기능이나 능력이 우수하도록 설계되어야 한다. 이는 다양한 데이터를 사용자에게 효과적이고

[†] 정 회 원: 호남대학교 컴퓨터 공학과

^{††} 정 회 원: 광운대학교 컴퓨터공학과

논문접수: 1997년 2월 27일, 심사완료: 1997년 4월 7일

빠르게 요구된 형태로 제공할 수 있어야 하며, 인간의 사고와 유사한 지능형 검색을 필요로 하기 때문이다. 따라서, 본 논문에서는 사용자가 시각적인 예(visual example)를 주어 원하는 정보를 쉽게 검색할 수 있는 영역별 칼라지정 키워드를 결합한 내용기반 화상검색 시스템을 연구하였다.

입력된 화상의 내용을 기반으로 검색하는 시스템은 여러 방면으로 연구되고 있으나, 방대한 데이터 중에서 정확한 검색을 하기에는 어려움이 따르므로 화상을 분류해서 원하는 데이터의 집합만을 검색하는 방법으로 키워드를 사용하여 검색하는 방법이 제조명되고 있다. 그 예로, Atsushi Ono[3]등은 장면묘사어(Scene Description Keyword)를 사용하여 170여개의 경치 화상을 검색하는 시스템을 제안하였다. QBIC[1][2]과 Cabot[6], VisualSEEK[8]에서는 화상의 종류 키워드, 키워드와 더불어 텍스트, 스케치, 모양을 사용한 대규모의 데이터베이스 상에서 검색할 수 있도록 연구하였다.

본 논문에서는 RGB 트루 칼라 정지화상에 대해 칼라 특징을 추출하고, 칼라 지정을 이용한 키워드를 결합하여 화상을 검색할 수 있는 내용기반 화상검색 시스템에 관한 연구로서, 2가지로 구성되는 칼라지정 키워드 이용방식을 제안하고 있다. 하나는 보다 정확한 검색을 하기 위해 화상내에 포함된 여러 의미를 모두 지정하기 위해 칼라지정 키워드를 사용하여 여러 가지의 객체를 한꺼번에 선택할 수 있도록 구성되었으며, 다른 하나는 화상의 칼라지정을 이용한 키워드로 화상을 9개의 영역으로 나누어 각각의 영역에 대해 사용자가 원하는 칼라를 지정할 수 있도록 구성하였다.

이를 위해 첫째, 사용자가 질의어로 색체에 해당되는 칼라지정 키워드를 입력하면 화상을 인간의 감성 표현에 용이한 HSV(hue, saturation, value) 칼라 공간으로 변환하여 이를 이용하여 유사한 칼라 특징값을 찾아 검색하도록 하였다. 둘째, 예제 화상을 입력으로 하여 칼라 특징값을 추출하여 칼라지정 키워드와 함께 결합한 방법으로 검색할 수 있다. 셋째, 사용자가 화상중에서 특정 부분만을 검색하고자 할 경우를 고려하여 화상의 한부분을 선택하여 질의 및 검색할 수 있도록 설계하였다.

2. 칼라 좌표계와 칼라 종류

2.1 칼라 좌표계

1931년 국제 조명 위원회(Commission Internationale de l'Eclairage)가 토마스 영과 헬름홀츠의 색채이론에서 출발한 물리학적인 측정 방법으로 CIE 표색계를 만들었다. CIE 표색계는 빨강, 녹색, 파랑의 세가지 색광을 일정한 비율로 혼합하면 일정한 방법의 색자극이 나타난다는 가법혼색의 원리에서 출발한다. 가법혼색에 필요한 3원색을 나타내는 삼각좌표는 제한된 색에만 적용되므로 포괄적이지가 못하여 모든 색에 적용되는 표색계로는 분광색을 이용하는 것이 좋으며 이 분광색은 기호 X, Y, Z로 표시한다. CIE 표색계를 XYZ 표색계로 부르기도 한다. 1965년 우리나라에서도 KS(한국공업규격)로 채택되어 사용되고 있다.

2.1.1 RGB 좌표계

RGB 칼라 공간은 빨강, 녹색, 파랑의 원색으로 구성되어 있다. 이 공간은 화상 향상에서 다루기는 어려우나 대부분의 CRT 모니터와 컴퓨터 그래픽에서 널리 사용되고 있다. RGB 칼라공간은 3가지의 원색을 더함으로써 원하는 색상을 얻을 수 있으며 명도성분을 변화시키려면 OA선분에 평행하게 R, G, B의 값을 조정한다. 이는 기하학적으로 처리하기 어려운 작업이다. 이와 같이 R, G, B만으로는 색상을 해석하기 어려우므로 대부분 다른 좌표계 형태로 변환하여 사용한다.

2.1.2 HSV 칼라 좌표계

HSV(hue, saturation, value) 시스템은 1978년 Smith에 의해 만들어졌으며, 이 칼라 공간은 색상을 합치는 구성요소보다는 칼라의 집합과 순도, 명도의 예술적인 목적에 적합하다.

HSV 칼라모델은 사람들이 알고 있는 칼라를 표현하기 쉬운 모델이다. H의 값은 칼라 집합을 통해 360도의 각도를 가지고 S는 각도에 대한 칼라의 세기, 즉 채도를 나타낸다. S가 높을수록 높은 순도의 칼라가 된다. 만일 S의 최대값이 100이라면, hue=red이고 S=100은 순수한 빨강색을 나타낸다. 이것은 RGB공간의 (max, 0, 0)을 나타낸다. V값은 명도로 칼라의 어두움과 밝음을 나타낸다. V값이 클수록 칼라는 흰

색에 가까워진다.

2.2 칼라의 종류

색상은 태양광선으로 부터 나온 광선이 물체 표면에 어떻게 접촉하느냐에 따라 무채색(achromatic color)과 유채색(chromatic color)으로 분리된다. <표 1>에서 보여주는 유채색과 무채색은 한국 공업규격(KSA 0011)의 유채색의 기본색 10가지와 무채색의 기본색 5개를 합한 15가지 이다[5].

(b) 무채색의 기본색
(b) Basic color of achromatic color

기본색 이름	표시기호
흰 색	N 9
밝은 회색	N 7
회 색	N 5
어두운 회색	N 3
검 정 색	N 1

<표 1> 유채색과 무채색의 기본색

<Table 1> Basic color of chromatic and achromatic region

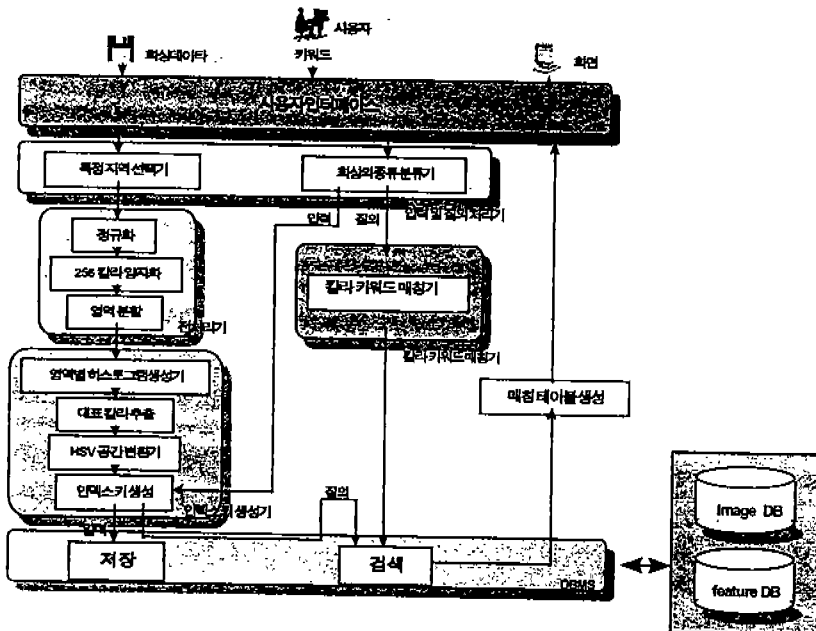
(a) 유채색의 기본색

(a) Basic color of chromatic color

기본색 이름	표시기호	기본색 이름	표시기호
빨 강(적)	5R 8/3	청 록	2.5BG 4.5/8
주 황	5YR 6/12	파 랑(청)	2.5B 4/10
노 랑	5Y 8/12	남 색	10PB 3/11
연 두	2.5GY 7/10	보 라(자)	P 3/12
녹 색	2.5G 5/9	자 주(적자)	2.5RP 3.5/11

3. 칼라지정을 사용한 내용기반 화상검색 시스템의 설계

본 논문에서 제안한 시스템은 사용자가 예제 화상과 칼라지정 키워드를 사용하여 가시적 질의가 가능하고, 화상의 칼라특징을 사용한 내용기반 검색을 수행하며, 최종 검색된 결과를 유사도에 따라 사용자에게 프리젠테이션해 준다. (그림 1)에 내용기반 화상검색 시스템의 구성도를 나타내었다. 본 시스템은 입력 및 질의 처리기, 전처리기, 인덱스키 생성기, 칼라지정 키워드 매칭기, DBMS로 구성되어 설계하였다.

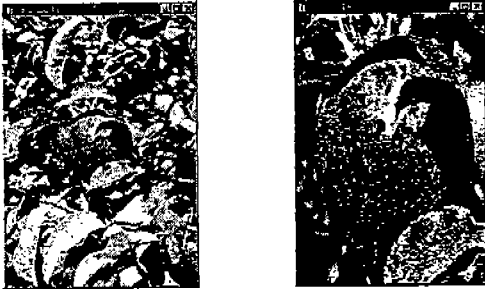


(그림 1) 내용기반 화상 검색 시스템의 구성도
(Fig. 1) Diagram of content-based image retrieval system

3.1 입력 및 질의 처리기

3.1.1 특정 지역 선택기

화상내에 특정한 어느 일부분 만을 검색하고자 하는 경우, (그림 2)와 같이 사용자가 이를 선택하여 선택된 부분에 대해서만 질의 화상으로 검색이 된다. 화상의 특정 부분이 선택된 뒤에는 정규화, 칼라 양자화, 히스토그램 생성, 칼라공간 변환의 과정을 거쳐 화상의 칼라특징 인덱스 키가 생성된다.



(a)원화상 (b)특정부문을 선택한 화상

(그림 2) 특정부분을 선택한 예
(Fig. 2) Example of selecting a specific part

3.1.2 화상의 종류 분류기

화상의 종류는 집, 바위산, 바다, 배, 석양, 절경, 꽃, 비행기, 초원, 기타의 10가지로 제한하였다. 화상의 종류를 선택할 경우, 일반적으로 하나의 화상에 여러 개의 객체가 존재할 때 어떤 객체를 선택해야 할 것인가 하는 문제가 발생한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 한 화상에서 여러개의 객체를 한 번에 선택할 수 있도록 구성하였다.

화상의 종류는 이진값으로 지정되며 초기값은 10개의 값이 모두 거짓값으로 세팅되며 사용자가 선택한 객체에 대해서만 참값으로 바뀐다. 만약 3번째 위치가 바다이고 4번째 위치가 배로 설정되었다고 가정할 경우, 화상의 종류가 '배'로 선택된 경우에는 000100000이 되고 또한, '바다'와 '배'가 선택된 경우에는 00110000이 된다. 이렇게 선택함으로써 복잡한 화상내에 여러물체가 포함된 경우에도 여러 물체를 동시지정함으로써 검색효율을 극대화할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 화상의 종류를 10여가지로 제한하였기 때문에 화상의 종류 매칭에 순차 접근 방식을 사용하였으며, 향후 대규모 DB 구축시에는 요약 화일(signature file)을 적용하여 좀더 효율적인 검색이 되도록 해야 한다.

3.2 화상 전처리기

3.2.1 정규화

화상의 크기는 각각의 화상의 마다 크기가 다르고, 화상의 크기가 불균우 처리속도의 증가로 실시간 응답이 어려우므로 화상들을 규칙적으로 처리하기 위해서는 정규화가 필요하다. 본 논문에서 내부적으로 처리되는 모든 화상은 화상의 크기를 160×N 또는 N×160으로 정규화하였다. 이는 화상의 원래 크기의 비율에 맞게 처리하기 위한 것이며 이렇게 함으로써 화상의 손실을 최소화 하였다. 일반적으로, 화상의 가로와 세로의 크기중 큰쪽을 160으로 고정을 시키고 다른 부분의 원래화상의 가로와 세로의 비율에 의해 N으로 정규화 하였다. 화상의 높이를 I_H라 하고 화상의 넓이를 I_w라 하면, 식 3.1로부터 구한 비율의 크기 N은 다음 식 3.2와 같다.

$$I_{max} = \max (I_H, I_w) \tag{3.1a}$$

$$I_{min} = \min (I_H, I_w) \tag{3.1b}$$

$$N = \frac{I_{max}}{160 \times I_{min}} \tag{3.2}$$

3.2.2 칼라 양자화

입력되는 화상이 트루 칼라인 24bpp일 경우 이를 256 칼라인 8bpp로 양자화를 한다. 이는 트루 칼라로 처리할 경우 구현시의 어려움과 계산시간이 많이 걸리는 문제점을 극복하기 위하여 화상의 원래 색상을 잃어버리지 않는 최소한의 칼라인 256 칼라를 사용하였다.

화상의 RGB 픽셀값은 디터 팔레트 인덱스를 계산함으로써 직접 사용할 수 있다. 만약 RGB 픽셀값이 Red, Green, Blue변수에 저장되어 있다면 다음과 같은 식 3.3에 의해 256 칼라 인덱스를 직접 계산해 낼 수 있다.

$$Palette\ Index = (Red/32) * 32 + (Green/32) * 4 + (Blue/85) \tag{3.3}$$

3.2.3 칼라 히스토그램 생성

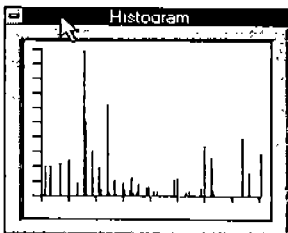
256 칼라로 정규화된 화상은 일정한 크기로 9개의 영역으로 나눈다. 나누어진 영역은 각 영역에 대해서 히스토그램을 구한다. 다음 (그림 3)은 160×N으로 정규화된 256 칼라 화상을 9개의 영역으로 나누어지는 그림의 예이다. 산출된 칼라 히스토그램을 내림차순으로 소트함과 동시에 해당 인덱스 엔트리도 함께 이동시켜 전체화상에 대한 대표칼라 성분과 칼라의 분포율을 얻어 내었다. (그림 3(c))의 히스토그램에서 x축은 0에서 256까지의 칼라인덱스 범위를 나타내고, y축은 해당 칼라의 픽셀 분포수를 나타낸다.



(a)원화상

1	2	3
4	5	6
7	8	9

(b)영역분할의 예



(c)영역 3의 히스토그램 예

(그림 3) 영역분할
(Fig. 3) Area division

3.2.4 칼라공간 변환

256칼라로 변환된 화상은 각 영역의 대표 칼라 값으로 3개를 추출한다. 이 3개의 칼라는 HSV공간으로의 변환을 하여 사용자가 입력한 칼라지정 키워드와 비교 유사한 화상을 검색하게 된다. HSV 공간으로 변환하는 알고리즘은 다음과 같다.

```

max:=Maximum (r, g, b);
min:=Minimum (r, g, b);
v:=max {명도 값};
if max.notequal. 0 then s:=(max-min)/max;
else s=0;
if s==0 then h:=Undefined;
    delta:=max-min
    if r=max then
        h:=(g-b)/delta {노랑과 자주의 중간색}
    else if g=max then
        h:=2+(b-r)/delta {청록과 노랑의 중간색}
    else if b=max then
        h:=4+(r-g)/delta; {자주와 청록의 중간색}
        h:=h*60 {각도로 변환}
    if h<0.0 then
        h:=h+360 {각도가 음수가 않도록 함}
    
```

3.3 영역별 칼라지정을 이용한 키워드

화상의 내용을 기반으로 하는 검색은 사용자의 검색절차를 매우 단순화 시킬수 있으며, 사용자는 시스템과 시각적으로 서로 상호 작용함으로써 검색된 후보중에서 필요한 정보만을 취할 수 있다. 하지만 데이터의 양이 방대해짐으로 해서 검색시간의 증가와 정확도가 문제가 됨에 따라 검색시간 단축 및 효율적으로 검색할 수 있는 방법이 필요하게 되었다.

따라서 본 논문에서는 대용량의 데이터 베이스에 적합하도록 화상의 종류를 사용자가 지정할 수 있게 하여 검색 데이터의 양을 줄이고, 검색정확도를 높여 사용자가 원하는 화상이 검색될 수 있도록 사용자와 시스템 간의 상호 작용할 수 있는 칼라지정 키워드의 검색을 고려하게 되었다. 따라서, 화상 자체를 입력으로 하는 내용기반 검색과 키워드 검색의 장점을 조합함으로써 보다 효과적인 화상검색을 할 수 있게 하였다.

사용자가 입력하는 칼라지정을 이용한 키워드의

범위는 한국 공업규격의 유채색 10가지와 무채색 5개를 합한 15가지의 색으로 제한하였다. 각 영역에 대한 칼라지정 키워드를 입력하면 <표 1>과 같은 테이블을 가지고 칼라지정 키워드로 입력된 색상에 대한 범위를 지정한다. <표 2>에서의 각 색상에 대한 범위는 먼셀의 색상환[5]에 근거하여 지정하였다. 지정된 범위는 HSV 칼라공간상에서 나타낸 범위이며 DB에 들어있는 인덱스 키에 저장되어있는 화상의 칼라와 비교하여 매칭되는 자료로 사용된다.

<표 2> 칼라 매칭 표
<Table 2> Color mapping table

기본색 이름	색도(H)	채도(S)	명도(V)
빨강	$0 \leq H \leq 20$ $340 \leq H \leq 360$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
주황	$16 \leq H \leq 56$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
노랑	$52 \leq H \leq 92$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
연두	$88 \leq H \leq 128$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
녹색	$124 \leq H \leq 164$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
청록	$160 \leq H \leq 200$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
파랑	$196 \leq H \leq 236$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
남색	$232 \leq H \leq 272$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
보라	$268 \leq H \leq 308$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
자주	$304 \leq H \leq 344$	$S \neq 0$	$0.3 \leq V \leq 0.9$
흰색	don't care	$S \approx 0$	$0.8 \leq V \leq 1$
밝은 회색	don't care	$S \approx 0$	$0.6 \leq V \leq 0.9$
회색	don't care	$S \approx 0$	$0.4 \leq V \leq 0.7$
어두운 회색	don't care	$S \approx 0$	$0.2 \leq V \leq 0.5$
검정색	don't care	don't care	$0 \leq V \leq 0.3$

본 논문에서는 각 색상에 대한 범위는 경계선의 모호성을 최대한 줄이기 위하여 서로 4°씩의 중첩을 허용하는 범위를 갖도록 하였다.

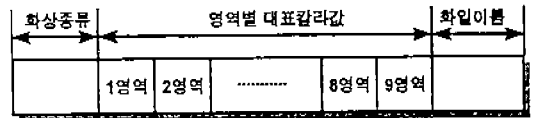
3.4 검색 및 매칭단계

3.4.1 인덱스키 구조

인덱스 키의 구조는 화상의 종류와 칼라 특징값으로 구성되며 인덱스 키의 맨 마지막에는 화일의 이름이 저장된다. 화상의 종류는 모두 10가지로 집, 바위산, 바다, 배, 석양, 설경, 꽃, 비행기, 초원, 기타 순으

로 지정되며, 영역별 칼라값은 9개의 영역으로 나누어 각 영역당 3개의 대표칼라가 저장되며 대표칼라는 HSV 칼라공간의 h, s, v값으로 저장이 된다.

화일이름은 인덱스키의 마지막에 위치하게 되며 인덱스키 값에 해당하는 화상의 위치와 이름이 저장된다. 다음 (그림 4)는 인덱스키의 구조를 나타내는 그림이다.



(그림 4) 인덱스키 구조
(Fig. 4) Structure of index key

3.4.2 화상 종류의 매칭

데이터베이스에 있는 인덱스키로 부터 화상의 종류에 해당하는 값을 읽어와 사용자가 지정한 화상의 종류를 서로 비교한다. 인덱스 키중 화상의 종류에 해당하는 필드를 비교할 시 절의한 키와 참조 키가 정확히 매칭되는 화상뿐만 아니라 절의한 값을 부분 집합으로 갖는 모든 화상을 같이 검색해야 한다. 즉, 절의 키워드중 화상의 종류가 '배'만 선택된 경우인 0001000000에 해당하는 화상과 이를 포함하는 경우인 00111000('배', '바다', '석양'이 선택된 값)도 같이 검색할 대상으로 하여야 한다. 절의 키의 화상종류 필드를 Q_{FK} 라고 하고 참조 키의 화상종류 필드를 R_{FK} 라 하면 다음과 같이 수행한다.

$$T = Q_{FK} \cdot R_{FK}$$

If $T = Q_{FK}$ then 검색, else next

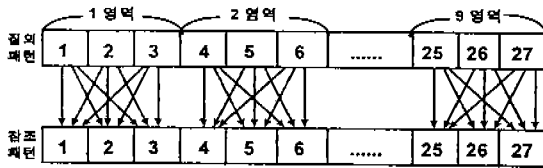
위와 같이 화상의 종류에 해당하는 절의 키 필드와 데이터베이스의 참조 키 필드를 서로 AND 연산을 하여 절의 키 필드와 같은 값이 나오는 경우만을 검색 대상으로 삼으면 된다. 이렇게 선택적으로 검색할 대상을 줄임으로써 검색시간을 줄이면서 검색효율을 높일 수 있다.

그러나, 화상의 종류의 매칭에 화상의 종류를 10여 가지로 제한하였기 때문에 순차엑세스를 적용하였

고, 향후 대규모 화상 데이터베이스를 구축할 때는 요약 화일(signature file)을 사용하여 본 연구에 적용하여야 한다.

3.4.3 화상 대표칼라의 매칭

화상의 칼라는 9개의 영역당 3개의 대표칼라가 인덱스 키에 저장되어 있다. 사용자가 질의어로 준 화상의 질의 인덱스 키값과 데이터베이스의 인덱스키 값을 각 영역내의 3개의 값을 서로 비교하여 검색한다. 다음 (그림 5)는 질의패턴과 참조패턴을 매칭하는 그림이다.



(그림 5) 칼라 매칭
(Fig. 5) Color matching

각 영역 칼라값은 HSV 칼라공간상의 h, s, v의 값으로 저장되어 있으므로 이를 매칭하기 위해서는 몇 가지를 고려해야 한다.

첫째, 채도가 매우 낮으면 HSV공간 특징상 이는 무채색의 영역이 된다. 이때의 h값은 정의되지 않으며 어떤 값이어도 무시해야 한다. 따라서 이때는 무채색의 영역이므로 v값만을 가지고 판별한다.

둘째, 명도가 매우 낮으면 HSV 칼라공간상에서는 검정색이 된다. 이때의 s값과 h값은 무시된다.

셋째, 채도가 매우 낮지 않고 명도도 매우 낮지 않을 경우는 유채색 영역이 된다. 이때는 s와 v값도 고려되어야 하지만 h의 값이 매칭에 있어서 중요한 파라메타가 된다.

무채색 영역의 범위는 채도가 0.3 이하일 때와 명도가 0.95 보다 클 경우 또는 명도가 0.33 보다 작을 경우가 된다. 유채색의 범위는 위의 무채색의 범위를 제외한 범위가 된다. 각 칼라의 매칭범위는 (표 2)에 의거하여 결정한다.

매칭시에는 대표칼라 3개를 모두 비교하게 되며 제 1 칼라끼리 서로 매칭되면 최대치의 매칭카운트 값(10)

을 부여하고 다른 순위의 칼라값과 매칭되면 점점 낮은 매칭카운트 값을 부여한다. 즉, 질의 패턴과 참조 패턴간의 동일한 순위의 칼라값이 일치하면 가장 높은 카운트 값을 부여하고 서로 다른 순위의 칼라값이 일치하면 낮은 카운트 값을 부여함으로써 매칭시 가중치를 부여할 수 있도록 하였다.

3.4.4 유사도 측정

DB에 저장된 참조화상의 대표칼라를 I라 하고 질의화상의 대표칼라를 M라고 할 때, 각 영역별 두 화상간의 대표칼라 히스토그램에 의한 매칭값 Hcount는 식 3.4와 같이 3개의 대표 칼라간의 차이를 구하여 그 차이에 따라 카운트값을 누적하였다. 유사도 Hn은 식 3.5와 같이 9개 영역별 Hcount값을 더하여 총 매칭카운트에 대한 백분율을 구함으로써 표현된다.

$$Hcount = \sum_{i,j=0}^2 diff(I_i, M_j) \quad (3.4)$$

$$Hn = \sum_{j=1}^9 Hcount(I_j, M_j) \quad (3.5)$$

또한, 사용자가 각 영역별로 칼라지정 키워드를 지정하였을 때, (표 2)에 따라 칼라 공간으로 변환된 각 영역별 칼라 값과 DB내의 대표칼라 히스토그램에 의한 매칭값 Kcount는 식 3.6과 같이 계산되며, 칼라지정 키워드에 의한 유사도 Kn은 식 3.7과 같이 9개 영역별 Kcount 값을 더하여 총 매칭카운트에 대한 백분율을 구함으로써 표현된다.

$$Kcount = \sum_{i,j=0}^2 diff(I_i, M_j) \quad (3.6)$$

$$Kn = \sum_{j=1}^9 Kcount(I_j, M_j) \quad (3.7)$$

따라서, 전체 유사도는 히스토그램을 사용한 칼라 매칭값과 칼라지정 키워드에 의한 매칭값에 가중치를 적용함으로써 계산된다. 히스토그램에 의한 유사도를 Hn라 하고 칼라지정 키워드에 의한 유사도를 Kn라고 하면, 다음식 3.8과 같이 최종 유사도 S를 측정할 수 있다.

$$S = h \times Hn + k \times Kn \quad (3.8)$$

h와 k는 각각 히스토그램 성분과 칼라지정 키워드 성분의 가중치로서 0.0~1.0의 실수로 설정할 수 있다. 검색된 후보 화상들은 최종 유사도에 의해서 내림차순으로 정렬되어 최상위 순서부터 12개의 후보 화상들을 검색결과로 디스플레이한다.

4. 실험결과 및 고찰

4.1 실험환경

본 논문에서 구현한 칼라지정 키워드를 사용한 내용기반 화상검색 시스템의 구현환경은 Windows 95를 운영체제로하는 Pentium 100MHz상에서 실험하였다. 컴파일러는 Borland C++ 4.5를 사용하였으며 정지화상 형식은 BMP, GIF, TIF 화일 형식을 지원한다. 실험 데이터로 사용된 화상의 총 개수는 538개의 경치사진을 실험데이터로 하였다. 각각의 화상에 대한 범주는 <표 3>과 같다.

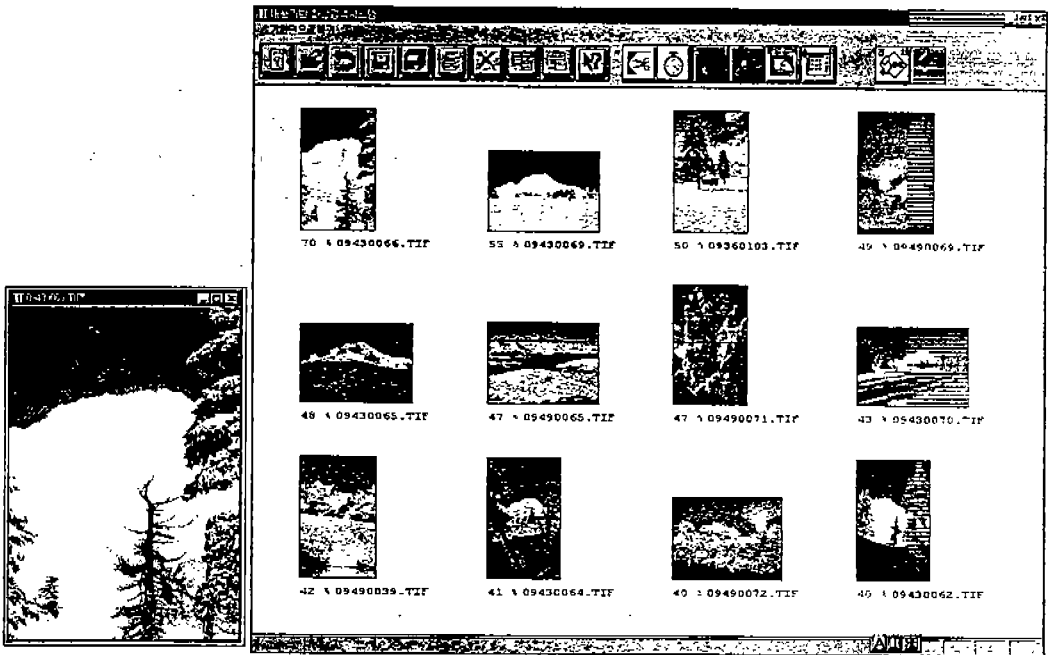
<표 3> 참조화상의 범주
<Table 3> Categories of reference image

범주	화상종류	관련화상 수	범주	화상종류	관련화상 수
(1)	집	39	(7)	꽃	121
(2)	바위산(절석)	49	(8)	비행기	45
(3)	바다(강)	180	(9)	초원	35
(4)	비	100	(10)	사막	16/48
(5)	석양	122		나비	9/48
(6)	선경	45		사과	7/48
				기타	16/48

4.2 실험결과 및 분석

이 절에서는 본 논문에서 구현한 내용기반 화상 검색 시스템을 사용하여 <표 4.1>에서 언급한 화상 데이터의 각각의 범주에 대해서 실험한 결과를 보여준다.

실험은 화상만을 입력으로 사용한 경우, 칼라지정 키워드만을 사용한 경우, 칼라지정 키워드와 화상을 입력으로 한 경우, 화상의 특정부분을 입력으로 한 경우의 4가지에 대해서 검색을 수행하였다. 검색된 질



(a)질의화상과 키워드 '흰색'

(b)검색된 결과

(그림 6) 질의화상과 키워드 '흰색'를 사용한 검색 예
(Fig. 6) Retrieval example using keywords and query image

의결과는 후보자중 최 상위순으로 최대 12개까지 디스플레이시키도록 하였다.

내용기반 화상검색시스템에서는 기존의 정확한 매칭이 아닌 유사매칭의 방법을 채택하였으므로 시스템의 평가도 다르게 계산되어야 한다. 일반적으로 정확한 매칭이 아닌 유사매칭을 수행하는 시스템의 평가는 Precision과 Recall을 근거로 하고 있다[3].

주어진 질의에 대해서 검색대상중 질의와 관련된 총 화상수를 T라 하고 검색된 항목의 총수를 Tr이라 하며, 검색된 항목중 질의와 관련된 유사화상의 수를 Rr이라고 할때 Precision과 Recall은 Rr/Tr , Rr/T 로 표시하도록 한다.

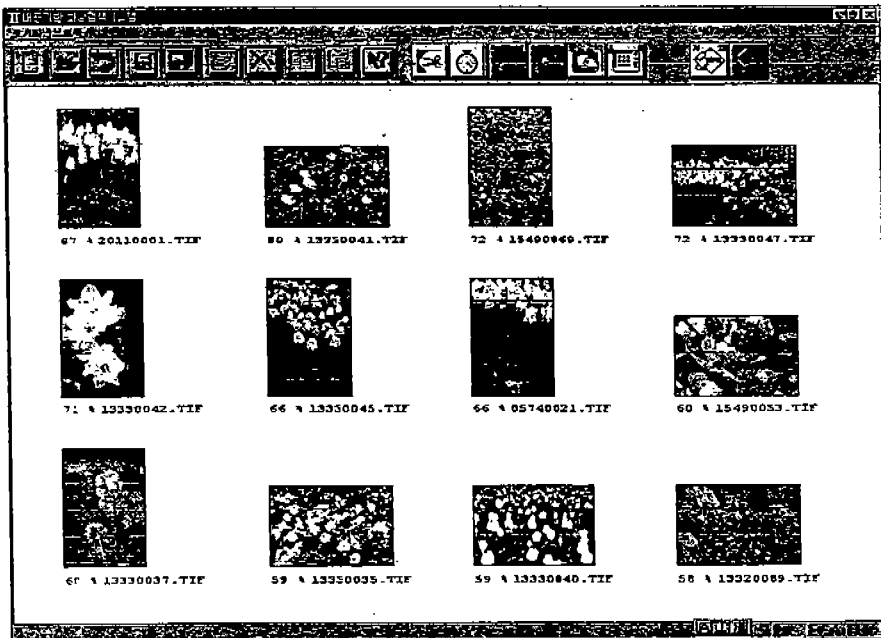
$$- Precision = \frac{Rr}{Tr}$$



(a) 질의화상



(b) 특정부분 선택의 예



(c) 검색된 결과

(그림 7) 특징 부분만을 검색한 예
(Fig. 7) Retrieval example using selected interesting region

$$Recall = \frac{R_r}{T}$$

recall은 검색하지 못한 수의 양을 표현할 수 있으며, precision은 잘못 검색된 수의 양을 표현할 수 있다. 칼라지정 키워드와 화상 히스토그램을 결합하여 질의를 하는 방식은 칼라지정 키워드와 화상 히스토그램에 대한 가중치를 준 방식으로 다음과 같은 식으로 표현된다. $S = h \times H_N + k \times K_N$, 본 논문에서 제안된 방식은 $h=0.7, k=0.3$ 으로 설정하였다.

다음 (그림 6)에서는 칼라지정 키워드를 사용하고 영역 화상을 함께 질의한 예와 검색된 결과를 보이고 있다. (그림 6(a))는 입력된 화상을 나타내며, 화상의 종류로는 '설경'을 선택했으며 칼라지정 키워드로 1, 2, 3 영역은 칼라를 선택하지 않았고 4, 5, 6, 7, 8, 9 영역은 흰색을 선택하였다. (그림 6(b))는 검색된 결과를 나타낸다.

(그림 7)은 질의화상중 특정 영역을 선택적으로 질의한 예와 검색된 결과를 보이고 있다. (그림 7(a))는 질의화상을 나타내며 (그림 7(b))는 (a) 화상의 노란색의 꽃 부분만을 선택한 화상을 나타낸다. 여기서 화상의 종류는 '꽃'을 선택하였고, 칼라지정 키워드는 9개의 영역 모두 노란색을 선택하였다. (그림 7(c))는 검색된 결과를 보여준다.

〈표 4〉가중치 변화에 따른 검색결과
 〈Table 4〉 Experiment results on weights

평가방법	h, k	h=0.4	h=0.5	h=0.6	h=0.65	h=0.7	h=0.75	h=0.8
		k=0.6	k=0.5	k=0.4	k=0.35	k=0.3	k=0.25	k=0.2
Precision		0.52	0.52	0.54	0.58	0.66	0.60	0.55
Recall		0.42	0.41	0.42	0.46	0.50	0.44	0.39

〈표 5〉검색 결과에 대한 Precision/Recall
 〈Table 5〉 Precision/Recall on retrieval experiment

범주	키워드		화상		키워드와 화상		특정부분	
	P	R	P	R	P	R	P	R
(1)	0.55	0.50	0.35	0.12	0.78	0.56	0.64	0.42
(2)	0.71	0.42	0.52	0.38	0.67	0.65	0.71	0.63
(3)	0.46	0.31	0.41	0.48	0.66	0.65	0.68	0.69
(4)	0.37	0.22	0.33	0.35	0.45	0.56	0.42	0.40
(5)	0.77	0.60	0.79	0.63	0.83	0.67	0.87	0.74
(6)	0.67	0.83	0.71	0.42	0.75	0.85	0.77	0.65
(7)	0.34	0.26	0.40	0.24	0.58	0.26	0.85	0.83
(8)	0.67	0.68	0.37	0.39	0.70	0.39	0.43	0.22
(9)	0.41	0.12	0.39	0.12	0.67	0.23	0.51	0.28
(10)	0.39	0.29	0.25	0.16	0.50	0.20	0.74	0.60
평균	0.53	0.42	0.45	0.33	0.66	0.50	0.66	0.57

〈표 4〉에서는 칼라지정 키워드와 화상의 가중치값을 변화시키면서 precision과 recall에 따른 검색결과를 나타내었다. h와 k는 각각 히스토그램 성분과 칼라지정 키워드 성분의 가중치로서 0.0~1.0의 실수이다. 〈표 4〉에서 보이듯이 h와 k를 0.7과 0.3으로 하였을 때 가장 좋은 검색효율을 얻을 수 있었다. 〈표 5〉에서는 4가지 검색방법에 대한 precision과 recall에 따른 실험결과를 보여주고 있다.

4.3 고 찰

기존의 연구에서는 입력화상에 대한 내용기반 화상검색 방법이었으나, 본 논문에서는 내용기반 검색방법에 칼라 지정 키워드 방식을 결합하여 사용자가 원하는 화상을 검색하고자 할 경우에 단순한 칼라지정 단어를 입력할 수 있도록 함으로써 검색의 융통성을 얻을 수 있으며, 검색의 정확도를 높일 수 있도록 하였다.

따라서, 본 논문에서 제안한 화상검색 시스템은 화상이 가지고 있는 칼라 특징을 칼라지정 키워드로 표현하여 유사 화상을 검색하는 방법을 조합하였으며, 실험결과에서와 같이 칼라지정 키워드에 의한 검색과 더불어 질의 화상을 함께 질의하였을 경우 Precision/Recall이 0.66/0.50으로 좀더 높은 검색 효율을 보였으며 화상의 특정영역의 선택적 질의도 Precision/Recall이 0.66/0.57로 다른 검색방법에 비해 높은 검색결과를 얻었다.

칼라가 명확한 화상의 범주인 석양은 검색결과가 좋으나 칼라를 지정하기 어려운 집이나 기타 등의 화상범주에서는 검색율이 현저히 떨어짐을 알 수 있었다. 또한 칼라지정 키워드를 사용하여 칼라를 지정할 때 사용자마다 보는 관점의 차이로 다른 색을 질의하는 경우도 생겼으며 이럴 경우 검색율이 서로 틀려지는 것이 실험결과 나타났다.

5. 결 론

본 논문에서는 화상내의 칼라성분과 칼라지정 키워드를 사용하여 화상을 검색하는 시스템을 구현하였다. 매칭방법은 히스토그램 방식에 의한 화상의 칼라특징과 사용자가 지정한 화상의 칼라특징을 병합한 형태로 이루어지며 검색을 위한 전처리기에서는

화상의 정규화와 256칼라 양자화를 하고 9개의 영역에 대해 각 영역당 3개의 대표 칼라를 추출하여 이를 HSV 칼라 공간으로 변환시켰다. 키워드는 화상의 종류를 나타내는 키워드와 인간의 시각적 인지에 따라서 화상의 9개 영역에 대한 칼라를 지정할 수 있다.

화상 검색 실험은 화상만을 입력으로 한 검색과 칼라지정 키워드만을 사용한 검색, 칼라지정 키워드를 결합한 화상검색, 화상내의 특정 객체를 선택하여 검색하는 4가지 질의방법을 사용하였으며 실험결과, 각각의 방법에서 Precision/Recall이 0.55/0.37, 0.57/0.43, 0.59/0.45, 0.63/0.61의 결과를 얻었으며, 칼라지정 키워드를 사용함으로써 우수한 검색효율을 보였다.

차후의 연구방향으로는 사용자의 스케치 입력을 고려한 사용자 인터페이스 향상, 다양한 화상 특징과 결합하기 위한 유사도 연구, 인터넷을 통한 월드 와이드 웹(WWW)에서의 클라이언트-서버의 구축, 효율적인 인덱싱과 데이터베이스 문제등에 대한 후속연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] W. Niblack, R.Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Giasman, D. Petkovic, P. Yanker, "The QBIC Project: Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape", SPIE vol. 1908, pp. 173-187, 1993.

[2] Myron Flickner, Harpreet Sawhney, Wayne Niblack, Janathan Ashley, Qian Huang, Byron Dom, Monika Gorkani, Jim Hafner, Denis Lee, Dragutin Petkovic, David Steele, Peter Yanker, "Query by Image and Video Content: The QBIC System", IEEE, pp. 23-32, 1995.

[3] Atsushi Ono, Masashi Amano, Mitsuhiro Hakaridani, Takashi Satou, Masao Sakauchi, "A Flexible Content-Based Image Retrieval System with Combined Scene Description Keyword", IEEE, pp. 201-208, 1996.

[4] Jacopo M. Corridoni, Alberto Del Bimbo, Silvio De Magistris, "Querying Retrieving Pictorial Data Using Semantics Induced by Colour Quality and Arrangement", IEEE, pp. 219-222, 1996.

[5] 한창식, 정숙원, "소묘와 색채학", 지성출판사, 1996.

[6] Virginia E. Ogle, Michael Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images", IEEE, pp. 40-48, 1995.

[7] Tzi-cker Chiueh, "Content-Based Image Indexing", Proceedings of the 20th VLDB Conference, pp. 582-593, 1994.

[8] John R. Smith, Shih-Fu Chang, "VisualSEEk: a fully automated content-based image query system", ACM Multimedia'96, November, 1996.



김철원

1982년 광운대학교 전자통신공학과(공학사)
 1986년 광운대학교 전자통신공학과 전자계산기전공(공학석사)
 1987년~현재 광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사수료)
 1988년~현재 호남대학교 컴퓨터공학과 조교수
 관심분야: 멀티미디어/하이퍼미디어, 멀티미디어 정보검색, 화상처리 시스템



최기호

1973년 한양대학교 전자공학과(공학사)
 1977년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)
 1987년 한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)
 1977년~1979년 한국과학기술연구원

연구소 연구원

1979년~현재 광운대학교 컴퓨터공학과 교수/신기술 연구소
 1989년~1990년 Univ. of Michigan 전기 및 전산과 Visiting Scholar
 관심분야: 멀티미디어 정보검색, 하이퍼미디어, 멀티모달