

# 컬러와 블록영역 특징을 이용한 내용기반 화상 검색

정회원 최 기 호\*

## Content-based Image Retrieval using Color and Block Region Features

Ki-Ho Choi\* *Regular Member*

### 요 약

본 논문에서는 컬러 공간과 블록영역 정보에 기반한 새로운 화상검색 방법을 제시한다. 각 화상에 대한 컬러 공간 정보는 컬러 이진세트에 의해 구해지고 블록영역 정보는 영역 세그멘테이션에 의해서 구해진다. 화상 검색 과정에서, 질의 화상과 데이터베이스 화상들의 컬러 및 화상 이진세트들을 비교하여 검색될 후보 화상의 집합을 결정한다. 특히, 유사도 측정 시 컬러 공간 분포와 객체의 블록영역 특징에 가중치를 고려한 검색이 가능하도록 하였다. 제안된 방법을 구현하고 6,000개의 화상들로 이루어진 화상 데이터베이스에 대해 적용함으로써 컬러 공간 및 블록영역특징을 이용한 화상 검색이 매우 효과적임을 보였다.

### ABSTRACT

This paper presents a new image retrieval method that is based on color space and block region information. The color space information of images can be obtained by color binary set, and the block region information can be obtained by regional segmentation and feature. The candidate images are decided by comparing with color features and its binary set of query image and image feature database for retrieval. Particularly, it is possible that the retrieval using similarity-measurements has the weights of color spatial distribution and its objective block region features. This retrieval method using color spatial and block region features is shown with the effectiveness on the result of implementation on image database with 6,000 images.

### 1. 서론

기억장치의 저장용량 증대와 함께 내용기반(content-based) 화상검색에 대한 다양한 연구방법이 제시되어 왔다. 최근에는 생화학, 범죄예방, 군(軍), 교육, 문화, 오락 등 많은 응용 분야에서 효과적인 내용기반 화상 검색방법의 필요성이 급격히 증대되고 있다. 이러한 내용기반 화상 검색시스템은 주로 객체의 컬러, 구조, 형태 등 화상의 가지적인 속성이나 그림 요소를 이용하고 있다. 단지 데이터베이스 화상의 내용(content)이 (반)자동적으로 추출되고 저장된 후, 질의과정 동안 질의 화상의 내용이 자동 추출되고 이 추출된 내용은 데이터베이스에

있는 여러 화상들과 비교되고, 검색 결과 질의화상과 정확히 매칭되거나 유사 매칭된 화상들이 출력되게 된다.

컬러는 화상을 표현하는데 광범위하게 사용되어 왔다<sup>1-3)</sup>. 일반적으로 밝기 값의 히스토그램으로 표현되는 화상의 컬러 구성은 화상을 이루고 있는 객체들에 대한 정보를 포함하지 않는 전역적인 속성이다. 더구나, 컬러 분포는 시각과 해상도에 독립되고, 컬러비교는 인간의 간섭없이 자동적으로 실행될 수 있다. 그러나, 컬러만으로 화상을 특징화하기에는 부족한데, 그 이유는 컬러들이 군집되어 있는 방법과 위치가 서로 다르기 때문이다.

그동안 보다 정확한 화상검색을 위해 컬러 공간

\* 광운대학교 컴퓨터공학과

논문번호: 020604-0327, 접수일자: 2002년 3월 27일

※ 본 연구는 광운대학교 2000년 교내학술연구비에 의해 연구되었음.

분포와 컬러 정보를 통합한 컬러 공간 검색 기술이 여러 논문에서 연구되어 왔다<sup>3,5)</sup>. 그러나 이러한 것들은 소모적인 계산시간과 비능률적인 저장방법 등의 문제점을 안고 있다. 또한, 상표나 마크같은 단순한 객체를 가지는 화상에 대한 모양을 이용한 검색연구도 있었으나, 이는 복잡한 화상에는 적용할 수 없는 제약을 갖고 있다.

Shicata[6]는 쿼드 트리구조에 기반한 다중레벨 컬러 히스토그램 접근 방법을 컬러의 위치 정보를 다루는데 사용하였다. Top-level 컬러 히스토그램은 전체 화상의 컬러 구성을 표현하고, 다음 단계는 4등분한 화상의 컬러 분포에 해당하는 네 개의 히스토그램으로 이루어져 있다. 질의를 하는 동안 원 화상과 목적 화상들은 히스토그램의 컬러 구성을 기반으로 하여 비교되어 지는데 맨 위 레벨의 히스토그램이 처음 비교되어진다. 만약 맨위 레벨에서 서로 매치 된다면 그 다음 레벨이 탐색된다. 단지 그 레벨에서의 임계치와 일치할 때 만 화상이 링크되어지고 검색되어 진다. 그러나 이러한 방법은 화상 하나마다 컬러특징을 나타내기 위해 방대한 양의 히스토그램 값을 저장해야 되기 때문에 컴퓨터의 저장 측면에서 효율적이지 못하다.

Mukumot 등[3]은 위에서 제시한 방법을 응용하였는데, 전체화상에 대한 전역 히스토그램과 더불어 화상을 9개의 부분으로 나누어 각 영역에 대한 지역 히스토그램을 가지고 있다. 검색 과정 동안 사용자는 단지 전역 히스토그램이나 9개의 지역 히스토그램 전부 혹은 이들을 조합하여 매칭할 수 있도록 선택할 수 있다. 유사도 계산을 위해 히스토그램 교차(intersection)를 사용하는 대신에 각 bin에 유일한 숫자 키를 부여함으로써 복잡한 히스토그램 매칭 과정을 간단한 숫자 키로서의 비교로 바꾸어 주었다.

Sakauchi[4]에 의해 제시된 방법은 보다 나은 기법으로 단일-컬러 영역과 공간 지역성을 이용하였다. 화상의 대표컬러 집합이 선택되고 선택된 컬러들 각각에 대한 클러스터 집합들이 최대 엔트로피 분포 방법[7]에 의해 결정된다. 이러한 단일 컬러 클러스터들은 사각형으로 표현되어진다. 화상간의 유사도 측정은 원화상과 목적 화상에서의 동일 컬러의 직사각형들 사이의 중첩되는 양에 의해 결정되어진다. 이 방법은 히스토그램을 기반으로 한 방법보다 우수한데 반해 컴퓨터로 유사도를 측정하는 기능과 하나의 색으로 구성된 지역을 추출하는데 있어 계산비용이 많이 든다. 또한, 하나의 화상에서 다른 화상으로 변환 때 만들어지는 컬러 그룹의 수

는 변하게 되고 매우 커질 수도 있어서 이는 검색 속도를 매우 느리게 만들 수도 있다.

Li 등[9]은 색체를 영역들로 나누고 각 영역들을 DB와 서로 비교하는 영역비교방법을 이용하고 있으나 부정확한 세그먼트로 인해 특정 동물 위는 검색율이 현저히 저조하다.

Obeid 등[10]은 하늘, 바다, 설경 등에 해당하는 자연환경의 텍스처를 컬러로 정의하여 화상검색에 이용하였으나 이는 소규모의 DB에 한정되어 적용 가능하다.

본 논문에서는 컬러 공간과 블록영역 정보에 기반한 새로운 화상검색 방법을 제안하고 구현한다. 이를 위해 II장에서는 이진세트 기반 컬러 공간 및 블록영역검색 기술과 컬러 공간 및 블록영역 정보가 추출되고 표현되는 과정을 기술하며, III장에서는 제안된 방법에 따른 시스템을 구현하고 실험하여 기존방법과 비교하고 IV장에서 결론을 맺는다.

## II. 컬러 공간 및 블록영역 특징 추출과 검색

본 장에서는 이진세트 기반 컬러 공간 및 블록영역특징 추출방법과 검색방법을 제안하며 컬러 공간과 블록영역의 각 특징에의 가중치(weight) 지정에 대해 설명한다.

### 2.1 컬러 공간 정보의 표현

본 논문에서는 각 화상을 같은 크기의 16 x 16 블록으로 분할하고 각각 분할된 블록 레벨에서 컬러 공간 정보를 추출하기 위해 블록은 표현하는 대표컬러를 결정한다. 그림 1에서 16 x 16 블록으로 분할된 화상의 예를 보이고 있다. 주어진 컬러에 대해서, 각각의 블록은 그 대표컬러를 갖는 총 픽셀 수에 대한 백분율을 결정하여 검사되어 진다. 만약 이 백분율이 미리 정해진 임계치보다 더 크면 블록은 그 컬러에 의해 표현되어 진다고 할 수 있다. 이러한 방법은 균일한 컬러 분포라는 가정하에 최대 엔트로피 분포 알고리즘[7]을 적용한 것과 동일하다. 여기서 하나의 블록은 한 개이상의 컬러를 표현할 수도 있다.

이러한 방법이 실용적이고 유용하게 하기 위해서 몇 가지 고려해야할 점은 첫째로 컬러의 수가 매우 많아질수록 결과적으로 컬러 공간 정보의 집합이 커진다. 이를 해결하기 위해 각각의 화상에 대해 컬러의 수를 화상의 대표 컬러 C의 집합으로 제한하면 된다. C는 대부분의 화상들이 몇 가지 컬러들에

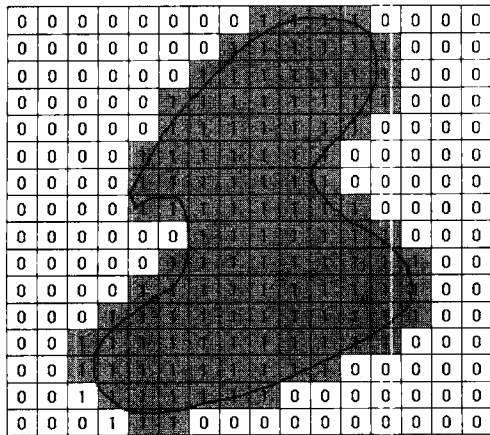


그림 1. 16 x 16 로 분할된 원화상 예

의해 두드러지듯 적을 것으로 예상된다. 대표 컬러 C를 선택하기 위해 Mukumot와 Minoh[3]와 유사한 경험적인 방법을 채택하였다. 여기서 컬러 히스토그램  $H_i$  는 화상의 컬러구성을 표현하고  $H_i$ 에서 가장 큰 픽셀 수를 가진 컬러  $C_i(C_i < C)$  를 선택한다.

두 번째 문제는 컬러 공간 정보를 표현하는 데에 있다. 본 논문에서 제안한 방법은 주어진 컬러에 의해 블록이 표현되어질 수 있고 표현되지 않을 수도 있도록 하였다. 각 블록은 그 자체로서 비트에 의해 표현되어질 수 있는데 만약 블록이 임계치를 만족하면 비트는 세트(1)될 것이고 그렇지 않으면 클리어(0)될 것이다. 그러므로 각 컬러에 대해 비트열(bit-stream)을 가지며 이를 컬러 이진세트(binary set)라 한다.

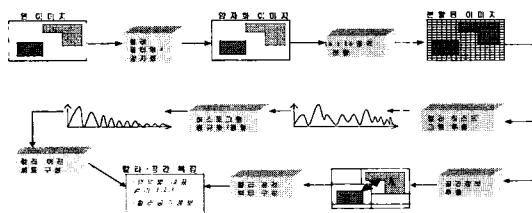


그림 2. 컬러공간특징 추출을 위한 세스멘테이션

예를 들어, 그림 1에서 컬러가 블록 0,1,2,5,6,7,8,9,10,16,.....,247,252,253,254 에 의해 표현되어 진다고 가정하면 그것에 대응하는 256비트 컬러 이진세트는 11100111111000001.....100001110과 같은 비트스트림이 될 것이다. 주어진 화상의 대표 컬러 C에 대해 컬러 이진세트를 가지게 된다. 그리고, 컬러 공

간정보는 객체의 상하관계, 좌우관계를 나타내게 하였다.

그림2에 컬러공간 특징추출 과정을 간략히 나타내었다. 입력된 원 화상은 256 컬러 양자화와 필터링 과정을 거쳐서 16 x 16 영역으로 분할한 다음, 전역 컬러 히스토그램을 추출한다. 추출된 히스토그램은 크기순으로 정렬하여 미리 정해진 대표 컬러수 임계치에 의하여 상위 대표컬러 4개를 선택한다. 선택된 대표컬러는 각 영역별로 정해진 컬러 임계치와 비교하여 이진세트를 구성하게 된다. 그리고 각 영역별로 컬러 밀집영역에 대하여 상하좌우에 대한 공간관계를 조사하여 공간벡터를 구성하게 된다.

2.2 블록영역 정보의 표현

16 x 16 블록으로 분할된 원화상이 갖는 4가지 대표 컬러의 각 이진세트로부터 1로 세트된 인접 블록들을 묶음으로써 세그멘테이션한다. 이때 세그멘트된 블록들을 블록영역이라 한다. 넓이가 큰 최대 4개의 블록영역에 대해 각각 영역별로 영역크기(area), 주변길이(perimeter), 무게중심(center of gravity), 극거리(pola distance)등과 같은 블록영역 특징을 얻을 수 있다. 이러한 특징들은 객체나 배경 등 이미지 영역을 분류하는데 사용할 수 있다.

- 영역 : 영역의 크기, 면적
- 주변길이 : 영역의 둘레, 길이
- 극거리 : 영역의 무게중심과 경계들간 거리
- 무게중심 : 영역의 위치

그림3은 블록영역특징 추출과정을 보이고 있다.

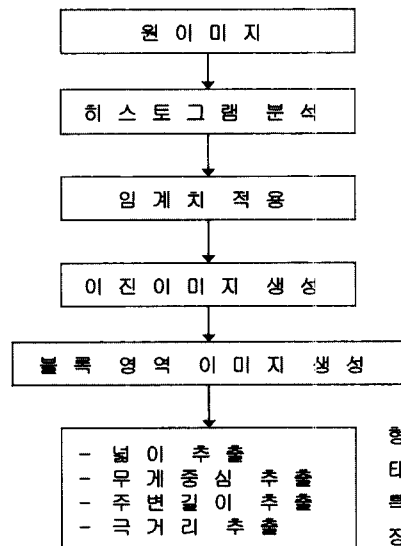


그림 3. 블록영역 특징 추출 과정

### 2.3 검색 유사도 측정

인간의 시각적인 관점에서는 만약 두 화상의 컬러 구성과 컬러 분포가 유사하면 두 화상은 똑같이 인식되어진다. 본 논문에서 제안한 컬러 이진세트는 화상을 대표 컬러의 집합으로 표현하고 있으므로, 두 화상을 표현하는 이진세트는 비록 몇몇 비트들만 다를지라도 비슷하다. 따라서, 부분적인 컬러에 대해 두 화상의 공통 부분을 계산하기 위해 간단한 논리적 AND 연산을 사용한다.

#### 1) 컬러 유사도

화상에서 특정블록을 나타내는 이진세트의 각 비트를 컬러 검색에 이용가능하다. 질의 화상 Q와 데이터베이스 화상 D의 각각의 컬러 i의 이진세트를  $C_{Qi}$ 와  $C_{Di}$ 으로 나타내면 두 이진세트에서 일치하는 비트가 세트될 경우 두 화상은 똑같은 영역 즉, 블록에서 컬러 i를 가지게 되며 만약 그렇지 않을 때는 그 영역에서는 두 화상이 유사하지 않다는 것을 뜻한다. 그리고 Q와 D의 컬러 영역 유사도를 측정하는데 있어 컬러 i가  $C_Q$ 에 포함될 때 Q와 D사이의 유사도  $S(Q, D, i)$ 의 값은 다음식과 같이 결정된다.

$$S(Q, D, i) = \frac{BitSet(C_{Qi} \wedge C_{Di})}{BitSet(C_{Qi})} \quad \text{if } i \in C_{Di} \quad (1)$$

여기서 BitSet(BS)은 비트 스트림 BS에서의 세트되는 비트들의 수를 나타내며 ‘ $\wedge$ ’은 논리 AND 연산을 나타낸다. 만약 Q의 넓은 부분의 블록들이 D와 똑같은 컬러를 가진다면 계산되어지는 유사도값은 1이 될 것이다. 두 화상 Q와 D사이의 컬러 유사도 CS는 4개의 대표컬러에 대한 S값을 합산 평균하여 구할 수 있으므로 다음식과 같게 된다.

$$CS(Q, D) = \frac{1}{4} \cdot \sum_{i \in C_u} S(Q, D, i) \quad (2)$$

그리고  $CS(Q, D)$ 는 0과 1사이의 값으로 미리 정해진 임계치와 비교된다. 임계치는 두 컬러간의 유사도가 고려되어 질 때의 오차 허용도를 나타낸다. 만약  $CS(Q, D) > 0$  이면 컬러 Q는 컬러 D와 시각적으로 유사한 정도를 나타낸다.  $CS(Q, D)$ 값이 더 커질수록 두 컬러는 더 유사하고, 만약  $CS(Q, D)=0$  이면 두 컬러간에는 유사도가 없다는 것을 뜻한다. 모든 컬러 이진세트 쌍들에 대해 계산되어진 유사도값들은 유사메트릭스(SM : similarity matrix)에 저

장된다.

#### 2) 블록영역 유사도

본 논문의 블록영역 검색 접근방법은 Euclidean 거리로 두 블록영역 정보들간의 유사도를 측정할 수 있다. 본 논문에서는 4개의 대표컬러에 대하여 최대 4개의 영역별 블록영역특징을 추출하고 비교할 수 있게 하였다. 각 블록영역 특징들 값은 서로 범위와 크기가 다르므로 하나의 전체 블록영역특징으로 만들기 위해서는 정규화 과정이 필요하다. 이미지의 블록영역정보들은 각각 영역  $M_a$ , 주변길이  $M_p$ , 극거리  $M_d$ , 무게중심  $M_g$ 들이 되고 이들 블록영역정보 Euclidean 거리를 다음식과 같이 계산할 수 있다. 여기서 i, j는 질의화상과 참조화상의 대표 컬러의 영역수를 나타낸다.

- 영역 유사도:

$$M_{ad} = \frac{\sum_{i \in C_{Qi}} \sqrt{(M_{ai} - M_{di})^2}}{i} \quad (3a)$$

- 주변길이 유사도:

$$M_{pd} = \frac{\sum_{i \in C_{Qi}} \sqrt{(M_{pi} - M_{di})^2}}{i} \quad (3b)$$

- 극거리 유사도:

$$M_{dd} = \frac{\sum_{i \in C_{Qi}} \sqrt{(M_{di} - M_{di})^2}}{i} \quad (3c)$$

- 무게중심 유사도:

$$M_{gd} = \frac{\sum_{i \in C_{Qi}} \sqrt{(M_{gi} - M_{di})^2}}{i} \quad (3d)$$

따라서, 위식으로 부터 구한 블록영역 정보들의 각각 유사도의 거리  $M_{ad}$ ,  $M_{pd}$ ,  $M_{dd}$ ,  $M_{gd}$ 를 정규화시켜 하나의 대표컬러 블록영역정보세트  $M_Q = (M_{aQ}, M_{pQ}, M_{dQ}, M_{gQ})$ 으로 나타낸다. 따라서, 질의 화상 Q와 참조화상 D의 최종 블록영역 유사도를 측정은 다음식과 같이 결정된다.

$$MS(Q, D) = \frac{1}{4} \sum_{i \in C_u} (M_{Qi}, M_{Di}) \quad (4)$$

여기서,  $M_{Qi}$ ,  $M_{Di}$ 는 각각 질의화상과 참조화상의 영역별 블록영역정보 유사도이며, 화상

당 4개의 대표컬러 영역을 가지므로 4로 나누어 평균 블록영역유사도를 구한다. MS(Q, D)값이 작을 수록 블록영역은 더 유사하고, 만약 MS(Q, D)

가 크면 두 영역간에는 블록영역 유사도가 없다는 것을 뜻한다. 모든 블록영역정보 쌍들에 대해 계산되어진 유사값들은 SM에 저장된다.

3) 가중치 유사도

컬러 공간 및 블록영역검색 방법에 있어서 본 논문에서는 컬러 공간, 블록영역의 각 특징에 가중치(weight)를 지정할 수 있게 하였다. 응용에 따라서 객체의 블록영역에 더높은 비중을 줄 수도 있으며, 객체의 컬러에 더 높은 비중을 줄 수도 있다. 이는 유사한 컬러를 갖는 물체가 가운데 위치해 있거나, 비슷한 위치에 유사한 객체를 가지는 화상을 검색할 때에 유용하다. 가중치를 부여한 유사도 SIM<sub>w</sub> 측정은 다음식과 같다.

$$SIM_w(Q,D) = CS(Q,D) * W_C + MS(Q,D) * W_M \quad (5)$$

여기서, CS와 MS는 화상의 컬러 공간 유사도를 나타내고 W<sub>C</sub>, W<sub>M</sub>(≤1)은 W<sub>C</sub> + W<sub>M</sub> = 1인 화상의 컬러 및 블록영역 유사도에 주어지는 가중치이다.

III. 시스템 구현 및 실험

3.1 시스템 구현

본 논문에서 구현한 내용기반 화상검색 시스템은 Win 98/Win NT 운영체제로하는 PC Pentium상에서 구현하였으며 데이터베이스는 Apollo Pro 4.5를 사용하고 개발S/W 언어로서 내용기반 검색엔진을 Visual C++ 6.0으로 동적 라이브러리(DLL)화하여 델파이 4.0으로 구현된 텍스트 검색 엔진에 탑재한 블록영역으로 구현하였다. 전체적인 시스템은 그림5와 같고 다섯가지 주요 모듈 즉, 사용자 인터페이스, 텍스트 검색, 내용기반 검색, 프리젠테이션, 데이터베이스 색인 모듈로 이루어져 있다.

화상 데이터베이스는 테스트를 위해 사용되는 6,000개의 화상 집합으로 이루어져 있으며, 여러개의 카탈로그로 나누어지는데 주요 카탈로그는 동물, 미술, 컴퓨터, 음식, 자연, 과학, 여행 등을 포함하고 있다. 본 논문에서는 검색결과 프리젠테이션에 사용되는 thumbnail 화상들을 120×N 픽셀 혹은 N×115 픽셀의 크기로 축소하였다.

화상들은 이미지 전처리과정을 거쳐 컬러 공간 및 블록영역 정보가 자동추출되어 데이터베이스에 저장된다. 텍스트 및 내용기반 검색 모듈은 그래픽 사용자 인터페이스 모듈을 통해 사용자로부터 질의들을 받아들이며, 질의 화상의 컬러 공간 및 블록영

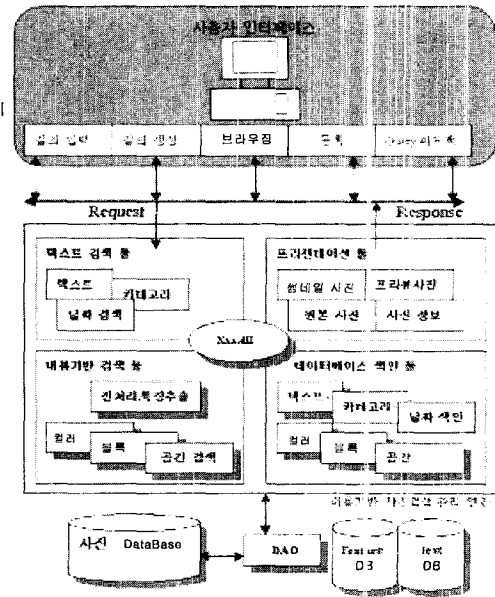


그림 4. 화상 검색을 위한 시스템 구성도

역 정보가 추출되어 데이터베이스의 매칭되는 화상들을 찾게 된다. 후보 화상들은 유사도 측정을 기반으로 검색되어 사용자에게 리턴된다. 그래픽 사용자 인터페이스는 검색된 화상들이 유사한 순으로 배열되어 출력하도록 하였다. 또한, 검색된 리스트를 받아 사용자로 하여금 질의생성, 브라우징, 피드백에 의한 질의정제(query refinement), 다중검색(multifiltering retrieval), 가중치 검색 기능등을 제공한다. 사용자 질의는 기본적인 텍스트 검색외에 선택된 샘플 화상으로서 내용기반 질의들을 지정할 수 있다. 프리젠테이션 모듈은 검색 결과에 대하여 원본, 썸네일, 프리뷰 화상 및 텍스트 정보등을 출력하도록 조정한다.

3.2 검색 실험 및 평가

수만개 이상의 화상이 모인 데이터베이스에서 질의와 관계된 모든 화상들을 검색하는 것은 속도면에서 바람직하지 않다. 본 실험에서는 유사도 측정에 의해 랭크된 상위 60개의 화상들만 평가한다. 따라서 모든 관련된 화상들이 검색되지 않기 때문에 일반적으로 사용되는 Precision-Recall 평가방법은 적당하지 않다. 대신 각각의 질의에 대해 정규화된 정확도(normalized precision : P<sub>n</sub>)와 정규화된 재현율(Normalized Recall : R<sub>n</sub>)을 계산한다. P<sub>n</sub>과 R<sub>n</sub>의 식은 다음과 같으며 여기서 N은 총 화상들의 수이고 R은 총화상들 중 관련된 화상들의 수이다. 그림

고 rank  $i$ 는 시스템에 의해 검색되어지는 관련된 화상  $i$ 의 랭크된 순서를 나타낸다.

$$P_n = 1 - \frac{\sum_{i=1}^R (\log \text{rank}_i - \log i)}{\log \frac{N!}{(N-R)!R!}} \quad (6)$$

$$R_n = 1 - \frac{\sum_{i=1}^R (\text{rank}_i - i)}{(N-R)R} \quad (7)$$

계산에서  $N$ 은 6,000으로 정하고 상위 60개에 배열되지 않은 관련된 화상들은 그들의 배열을 60과 6,000 사이의 중간에서 가까운 값으로 정하였다.

본 논문에서 화상 특징 데이터베이스 구축에 사용된 참조 화상에 대한 범주는 다음 표 1과 같이 6,000여 개이다. 본 논문에서는 다양한 종류의 화상에 대하여 특정 블록영역의 화상 검색 시스템 효율과 성능을 알아보기 위해서는 화상들을 두 개의 카테고리 분류하였다. 즉, 객체가 구분되지 않은 화상들과 구분되는 객체를 갖는 화상들이다. 예를 들면 첫 번째 카테고리는 해안이나 설원 풍경과 같은 화상들이고 두 번째 카테고리는 붉은 꽃, 공모양등 구별되는 객체를 갖는 화상들이다. 질의화상은 첫 번째 카테고리로부터  $Q_1$ 에서  $Q_5$ 까지 5개, 두 번째 카테고리로부터  $Q_6$ 에서  $Q_8$ 까지 3개 등 총 8개의 화상들을 무작위로 선택하였다.

표 1. 참조화상의 범주

범주	대분류	개수	범주	대분류	개수
(1)	과 학	600	(5)	식물	1200
(2)	동 물	800	(6)	자연	1800
(3)	산업	800	(7)	문화예술	200
(4)	스포츠	600	합 계		6,000

다음 그림들은 임의의 샘플화상으로 질의한 검색 결과들이다. 화면의 왼쪽 상단에 보이는 화상은 질의 화상을 의미하며 검색 결과는 유사도에 따라 좌에서 우로 상단에서 하단으로 정렬하여 디스플레이 하였다. 그림 5는 샘플화상에 질의에 대한 컬러 검색결과이고 그림 6은 블록영역 검색결과이다. 다음 그림 7은 그림6에서 질의한 샘플화상에 대한 블록영역 검색 결과를 보이고 있다. 그림8은 카테고리 (5)에 속하는 샘플화상에 질의에 대한 컬러와 블록영역을 조합한 가중치 검색결과를 보이고 있다. 본 논문에서는 컬러와 블록영역 가중치를 각각 0.5로 지정하였다.

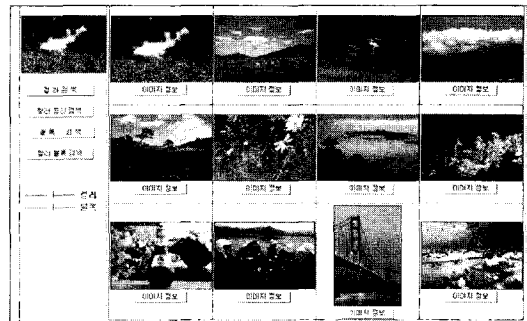


그림 5. 샘플화상 질의에 대한 컬러검색 결과

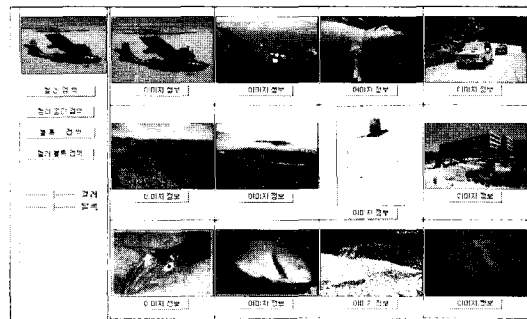


그림 6. 샘플화상 질의에 대한 블록영역검색 결과

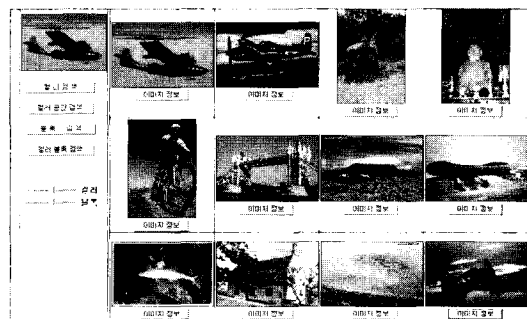


그림 7. 샘플화상 질의에 대한 컬러 공간 검색 결과

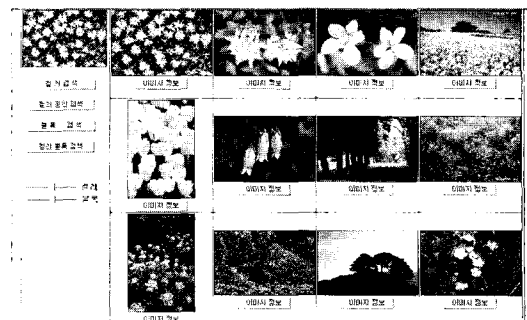


그림 8. 샘플화상 질의에 대한 컬러 공간, 블록영역 검색 결과

화상검색 실험 결과를 표 2와 표 3에 요약하였다. 표 2에서 대표컬러의 수를 4로 고정시키고 임계치값을 0.25~0.55까지 변화시켜 가면서 실험한 결과, 임계치값이 0.4일 때 정규화된 정확도  $P_n$  및 정규화된 재현율  $R_n$ 이 각각 평균 0.60, 0.73으로 가장 적합하였다.  $Q_1 \sim Q_5$ 는 배경이 복잡하여 객체가 구별되지 않는 질의 화상들을 사용한 경우이고,  $Q_6 \sim Q_8$ 은 배경과 객체가 구별되는 질의 화상을 사용한 경우이다. 따라서,  $Q_6$ 의 경우 정규화된 정확도  $P_n$  및 정규화된 재현율  $R_n$ 이 각각 0.74, 0.85로 가장 우수한 검색효율을 보였다.

표 2. 임계치 변화에 따른 정규화된 정확도와 재현율

	대표컬러 설정을 위한 임계치															
	정규화된 정확도 $P_n$								정규화된 재현율 $R_n$							
	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55	0.20	0.25	0.30	0.35	0.40	0.45	0.50	0.55
Q1	0.54	0.55	0.57	0.60	0.63	0.59	0.56	0.51	0.70	0.73	0.74	0.71	0.75	0.73	0.70	0.70
Q2	0.28	0.29	0.32	0.40	0.43	0.40	0.35	0.33	0.55	0.56	0.57	0.66	0.64	0.64	0.63	0.62
Q3	0.28	0.30	0.34	0.42	0.46	0.43	0.42	0.40	0.53	0.55	0.58	0.57	0.58	0.56	0.54	0.53
Q4	0.48	0.49	0.52	0.57	0.60	0.60	0.58	0.54	0.68	0.71	0.68	0.69	0.71	0.71	0.68	0.67
Q5	0.55	0.50	0.51	0.58	0.62	0.61	0.58	0.50	0.77	0.71	0.78	0.79	0.70	0.79	0.78	0.74
Q6	0.66	0.68	0.70	0.72	0.74	0.73	0.71	0.68	0.80	0.82	0.84	0.83	0.85	0.83	0.81	0.80
Q7	0.57	0.60	0.62	0.65	0.63	0.60	0.56	0.52	0.76	0.84	0.82	0.81	0.79	0.67	0.64	0.66
Q8	0.53	0.55	0.56	0.58	0.65	0.64	0.60	0.56	0.71	0.74	0.77	0.76	0.80	0.83	0.8	0.73
Av.	0.49	0.50	0.52	0.57	0.60	0.58	0.55	0.51	0.69	0.71	0.72	0.73	0.73	0.72	0.70	0.68

표 3에서는 시스템의 효과적인 컬러검색에 있어 효율을 분석하였다. 표 2를 토대로 가장 효율이 좋은 대표컬러 설정 임계치는 0.4로 고정하였고, 대표컬러수를 3, 4, 5개까지 변화시켜가면서 실험하였다. 표 3에서 보는바와 같이 대표컬러를 4개 선택하여 실험한 결과 정규화된 정확도  $P_n$  및 정규화된 재현율  $R_n$ 이 각각 평균 0.60, 0.73으로 가장 좋은 효율을 보였고, 질의 화상중  $Q_6$ 의 경우가 정규화된

표 3. 컬러수 변화에 따른 정규화된 정확도와 재현율

	컬러수 변화 C					
	정규화된 정확도 $P_n$			정규화된 재현율 $R_n$		
	3	4	5	3	4	5
Q1	0.60	0.63	0.62	0.72	0.75	0.73
Q2	0.41	0.43	0.44	0.62	0.64	0.64
Q3	0.44	0.46	0.46	0.55	0.58	0.57
Q4	0.60	0.60	0.58	0.71	0.71	0.70
Q5	0.60	0.62	0.59	0.67	0.70	0.69
Q6	0.71	0.74	0.73	0.84	0.85	0.84
Q7	0.60	0.63	0.61	0.76	0.79	0.78
Q8	0.62	0.65	0.63	0.78	0.80	0.80
Av.	0.57	0.60	0.58	0.71	0.73	0.72

Precision 및 정규화된 Recall이 각각 평균 0.74, 0.85로 여러개의 질의화상중 가장 높은 검색 결과로 나타났다.

본 논문에서 제시한 유사도 측정은 객체의 컬러, 공간 및 블록영역 특징에 대한 가중치를 부여할 수 있다. 구별되는 객체를 가지지 않는 화상들은 이러한 유사도 측정을 만족할 수 없기 때문에 가중치 검색실험은  $Q_6 \sim Q_8$ 의 질의화상들로 제한하였다. 각각의 질의는 정규화된 정확도 및 재현율에 의한 실험결과는 표 4에 나타났다. 표 4는 객체가 명확히 구별되는 질의화상에 대한 가중치 검색결과를 분석한 표이다. 컬러 공간, 컬러-블록영역, 공간-블록영역, 컬러 공간-블록영역과 같은 방법으로 가중치 검색 실험을 하였고, 그중 컬러 공간-블록영역을 조합한 검색효율이 정규화된 정확도  $P_n$  및 정규화된 재현율  $R_n$ 이 각각 평균 0.71, 0.86으로 가장 우수하였다.

표 4. 가중치 검색 비교

	정규화된 정확도 $P_n$			
	컬러-공간	컬러-블록영역	공간-블록영역	컬러-공간-블록영역
Q6	0.74	0.76	0.72	0.77
Q7	0.63	0.65	0.62	0.67
Q8	0.65	0.67	0.63	0.69
Av.	0.67	0.69	0.66	0.71

	정규화된 재현율 $R_n$			
	컬러-공간	컬러-블록영역	공간-블록영역	컬러-공간-블록영역
Q6	0.85	0.87	0.83	0.89
Q7	0.79	0.81	0.77	0.83
Q8	0.80	0.83	0.78	0.85
Av.	0.81	0.84	0.79	0.86

기존의 컬러 히스토그램 방법은 검색소요되는 시간이 평균적으로 30초 이상되기 때문에 성능이 매우 떨어진다. 본 논문에서 각 질의에 대해 검색에 소요되는 시간이 약 2~3초 정도되었다. 이것은 Minoh 등[8]이 권장하는 10초한계를 만족하는 시간이다. 그러나, 이와 반대로 가중치를 사용한 검색 소요 시간은 약 15초정도이다. 이는 화상의 컬러, 공간, 블록영역정보를 쌍방향으로 교차하여 비교하기 때문이다.

### 3.3 검토고찰

위의 실험들을 통해 본 논문에서 제시한 컬러공간과 블록영역정보를 이용한 검색방법이 효과적인

검색기술이라는 것을 보였다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법은 주된 컬러가 없는 화상들과 주된 컬러들이 흩어져 있는 화상과 같은 두 부류의 화상들에 대해서는 효과적으로 다룰 수 없다. 즉, 주된 컬러가 없는 화상의 경우 화상들의 히스토그램이 상대적으로 밋밋하고 평평하기 때문에 선택된 대표 컬러들의 집합이 그 화상을 확실히 표현할 수 없으므로 어떤 컬러도 주된 대표 컬러가 될 수 없다. 따라서, 컬러 공간 정보가 컬러의 구성 및 분포를 확실히 반영하지 못한다. 주된 컬러들이 흩어져 있는 화상의 경우 주된 컬러들이 같은 덩어리로 뭉치지 않고 화상의 여러지역에 뿔뿔이 산재해 있으므로, 컬러 공간 정보는 뭉쳐진 정도가 임계치를 충족시키기엔 너무나 작기 때문에 질의 화상의 컬러 분포를 정확히 표현할 수 없다.

표 5는 이런 3가지 화상들의 검색실험 결과를 보이고 있는데, 정규화된 정확도와 재현율이 기존 히스토그램 검색 방법보다 낮다. 실험조건은 표2와 동일하게 대표 컬러수를 3, 4, 5개까지 변화시켜가면서 실험하였으며, 대표컬러를 5개 선택하여 실험한 결과 정규화된 정확도  $P_n$  및 정규화된 재현율  $R_n$ 이 각각 평균 0.56, 0.66으로 점점 좋은 검색 효율을 보였는데, 이는 선택된 몇 개의 대표 컬러가 전체 화상을 대표하지 못하므로 기존의 히스토그램 방법처럼 컬러수를 많이 선택하면 할수록 검색 효율이 높아짐을 알 수 있다.

표 5. 컬러가 산재한 화상에 대한 검색 비교

	컬러수 변화 C					
	정규화된 정확도 $P_n$			정규화된 재현율 $R_n$		
	3	4	5	3	4	5
Q9	0.50	0.53	0.55	0.65	0.69	0.72
Q10	0.37	0.40	0.43	0.60	0.62	0.63
Q11	0.40	0.43	0.45	0.51	0.55	0.57
Q12	0.51	0.55	0.56	0.66	0.68	0.69
Q13	0.56	0.60	0.63	0.63	0.67	0.68
Q14	0.52	0.57	0.58	0.60	0.63	0.65
Q15	0.54	0.61	0.64	0.52	0.59	0.61
Q16	0.55	0.62	0.66	0.63	0.70	0.74
Avg	0.49	0.54	0.56	0.60	0.64	0.66

#### IV. 결론

본 논문에서는 컬러 공간과 블록영역 정보에 기반한 새로운 화상검색 방법을 제시하였다. 각 화상에 대한 컬러 공간 정보는 컬러 이진세트에 의해 구하고 블록영역 정보는 영역 세그멘테이션에 의해

구하였다. 화상 검색 과정에서, 질의 화상과 데이터베이스 화상들의 컬러 및 화상 이진세트들을 비교하여 검색될 후보 화상의 집합을 결정하였다. 특히, 유사도 측정 시 컬러 공간 분포와 객체의 블록영역 특징에 가중치를 고려한 검색이 가능하도록 하였다. 제안된 방법으로 시스템을 구성하고 6,000개의 화상들을 검색 테스트하여 실험한 결과, 히스토그램을 기반으로 한 검색방법과 컬러 공간 검색 방법, 그리고 본 논문에서 제안한 컬러 공간과 블록영역 특징을 이용한 검색방법을 비교하였을 때 제안된 방법의  $P_n$ 과  $R_n$ 이 각각 평균 0.71, 0.86으로 성능이 우수 하며, 더 빠른 검색이 가능함을 보였다.

#### 참고 문헌

- [1] M.Flickner et al., "Query by Image and Video Content :the QBIC system", IEEE Computer, pp. 23-32, 1995.
- [2] Jian-Kang Wu, "Content-Based Indexing of Multimedia Databases", IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering, Vol. 9, No. 6, pp. 978-989, Nov./Dec. 1997
- [3] M.Mukumot and M.Minoh, "Scenary image retrieval using index given by image recognition technique", Proc. of 141st IEEE workshop 94-02-01, pp. 1-4, 1994.
- [4] M.Sakauchi, "Image retrieval technology", IEEE Journal, 71(9), pp. 911-914, 1988.
- [5] S.Yamano and Y.Yaginuma, "Experiment and evaluation on image database construction using vector expression of hue and shape", IPSJ National Conf., No. 4G-7, pp. 129-130, 1995
- [6] M.Shicata, "An associative retrieval method for an image database", IEICEJ Technical Report PRU88-138, pp. 3-30, 1988.
- [7] H. Kasahara and T.Kishimoto, "Pictorial Database Navigation", IEICEJ Technical Report IE88-46, pp. 71-78, 1988
- [8] M.Minoh and H.Okazaki, "A retrieval method of image database using attributive features of objects-in case of a mountain in the scene image as an example", IPSJ Journal, 32(4), pp. 513-522, 1991
- [9] Jia Li et al., "IRM : Integrated Region Matching



for Image Retrieval,” Proceedings ACM Multimedia 2000, pp.147-156, 2000.

- [10] Mohamad Obeid et al. “Image Indexing & Retrieval Using Intermediate Features,” Proceedings ACM Multimedia 2001, pp.502-509, 2001.

최 기 호(Ki-Ho Choi)

정회원



1973. 2 : 한양대학교

전자공학과 (공학사)

1977. 2 : 한양대학교 대학원

전자공학과(공학석사)

1987. 2 : 한양대학교 대학원

전자공학과(공학박사)

1977. 3 ~ 1979. 2 : 한국과학기술연구소 연구원

1979. 3 ~ 현재 : 광운대학교 컴퓨터공학과 교수

1989. 2 ~ 1990. 2 : 미국 University of Michigan  
EECS 객원교수

2001. 2 ~ 2002. 1 : 미국 San Jose State University  
컴퓨터공학과 객원교수

<주관심 분야> 멀티미디어 검색