

# 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 이용한 내용 기반 화상 검색 시스템 설계 및 구현

正會員 김 철 원\*, 최 기 호\*\*

## Design and Implementation of a Content-based Image Retrieval System using the Duplicated Color Histogram and Spatial Information

Cheol Ueon Kim\*, Ki Ho Choi\*\* *Regular Members*

### 요 약

일반적인 내용 기반 화상 검색 기법은 검색 인덱스로서 칼라와 텍스처를 사용하며, 칼라기법인 칼라 히스토그램과 칼라쌍은 공간정보를 사용하지 않는다. 본 논문에서는 중복된 칼라 히스토그램으로 칼라 집합 선택, 선택된 칼라의 공간정보 분석 그리고 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 기본으로 한 화상검색 과정을 제안했다.

중복된 칼라 히스토그램으로 칼라 선택을 결정하기 위해서는 배경과 객체를 위한 2개의 칼라 히스토그램을 사용한다. 공간 정보는 최대 엔트로피 이산화를 사용함으로써 얻어진다. 검색 처리는 입력화상과 관련된 화상을 검색하기 위해서 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 적용한다. 화상 검색 실험 결과는 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보방법이 칼라쌍 방법과 칼라 히스토그램 방법보다 검색 효율을 높일 수 있음을 보였다.

### ABSTRACT

Most general content-based image retrieval techniques use color and texture as retrieval indices. Spatial information is not used to color histogram and color pair based on color retrieval techniques. This paper proposes the selection of a set of representative in the duplicated color histogram, the analysis of spatial information of the selected colors and the image retrieval process based on the duplicated color histogram and spatial information.

Two color histograms for background and object are used in order to decide on color selection in the duplicated color histogram. Spatial information is obtained using a maximum entropy discretization. A retrieval process

\*호남대학교 컴퓨터공학과

\*\*광운대학교 컴퓨터공학과

論文番號:96343-1105

接受日字:1996年 11月 5日

applies to duplicated color histogram and spatial information to retrieve input images and relevant images. As the result of experiment of the image retrieval, improved color histogram and spatial information method has increased the retrieval effectiveness more than the color histogram method and color pair method.

## I. 서 론

현대 사회가 정보화 사회로 됨에 따라 산업, 기술 및 경영 등 모든 분야의 사회 활동에 있어서 컴퓨터가 차지하는 비중이 크게 확대되고 큰 역할을 담당하고 있다. 특히 컴퓨터에서 표현되는 정보는 프로세서나 저장매체의 하드웨어가 발전함에 따라 전통적인 텍스트로부터 그래픽, 이미지, 비디오, 사운드와 애니메이션 등과 같이 보다 이해하기 쉬운 미디어들을 포함하게 되었다. 이러한 다양한 속성 때문에 기존의 정보 관리 시스템보다는 데이터의 저장, 전송, 디스플레이를 위한 멀티미디어 정보 시스템의 기능이나 능력이 우수하도록 설계되어야 한다. 그러나 소프트웨어나 틀 분야의 기술적인 문제로써 사용자를 효과적으로 도울 수 있는 검색 기법의 개발과 함께 최종적으로는 인간의 시각적 인지나 판단과 유사한 멀티미디어 오브젝트의 효율적인 검색 기법이 요구되어진다.

현재 대부분의 멀티미디어 검색 방법들은 미리 입력된 키워드를 사용한 텍스트를 기반으로 하는 질의 및 접근 방법이 주류를 이루고 있으며 이러한 접근 방식의 문제점을 텍스트 주석이 각 화상에 첨가되고 텍스트를 검색 질의어로 사용하기 때문에 사용자는 사전에 화상을 기술하는 키워드 범위를 알고 있어야 한다는 점과 나라마다 다양한 언어와 문화적인 특성에 종속된다는 점이다.

따라서 현재 텍스트를 기반으로 하는 화상 검색 시스템의 문제를 극복하기 위한 방법으로 화상의 내용을 특징으로 하는 여러 방법들이 연구되고 있다 [5][6][7]. Swain와 Ballard[12]가 제안한 칼라 히스토그램 방법은 각각의 객체에 대해 인덱스를 생성한 후 모델내 객체와 입력된 객체와의 히스토그램을 비교하여 공유되는 최소값을 구하는 방식이다. 이 방법은 모델 기반의 검색 방식이므로 화상에 제한을 가하지 않는 내용 기반 시스템에 적용하는데 있어서 문제점을 안고 있다. Nagasaka와 Tanaka[10]가 제안한 칼라쌍의 경우 화상내의 경계선 사이에서 변화되는 칼라 성분의 차로 히스토그램을 형성하는 방식을 사용하였다.

따라서 화상을 분류할 수 있는 종류의 수가 많은 경우 민감하게 대처하지 못하는 문제점이 있다.

게다가 segment된 화상의 검색을 행하기 위한 칼라 쌍 기법을 확장했다[6]. Hirata[5] 등은 사용자가 그린 대략적인 스케치 또는 칼라나 복사본 화상(monochrome photo)으로 화상 데이터를 검색할 수 있는 방법을 제안했다. 이들 연구에서는 아이콘 화상을 사용하여 화상 데이터의 특징값을 나타냈다. 이러한 접근 방식은 다양한 형태의 화상 데이터를 다룰 수 있다는 장점은 있으나 유사한 화상을 검색하기 위해서 모든 데이터를 화상 간 비교에 의한 순차적 검색 방법을 사용하므로 매우 비효율적이다. 따라서 많은 양의 화상 데이터를 저장하고 관리하는 데이터베이스 응용에는 적절치 않다. IBM사의 QBIC[1] 프로젝트에서는 내용과 더불어 스케치, 사용자가 구성한 질의 화상, 칼라, 레이아웃이나 구조적 묘사, 예제 화상, 아이콘이나 그래픽 정보를 기반으로 한 대규모 데이터베이스 질의가 가능한 검색 방법을 개발하였다. 이러한 연구들은 대부분 특정한 응용에만 적합하거나, 검증을 통하지 않은 이론으로만 제안된 상태이다. 많은 기존 칼라를 기반으로 한 검색 기법의 단점은 다음과 같다. 첫째, 중앙객체를 무시할 수 있다. 둘째, 공간 정보를 사용하지 않는다. 셋째, 잡음 영상 인식 능력이 없다. 따라서 본 논문은 기존 기법들의 문제점을 보완하고 검색 효율을 높이기 위해 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보 방법을 제안한다. 이 기법은 3단계 처리를 통해서 위에서 언급된 단점을 극복한다. 중복된 칼라 히스토그램으로 중앙 원도우를 미리 정의하여 배경과 객체를 위한 2개의 히스토그램을 사용한다. 객체에 대해서 대표 칼라를 선택한 후, 최대 엔트로피 이산화처리[13]를 통해서 관련된 공간 정보를 얻기 위한 기반으로 사용된다.

위 단계에서 얻어진 정보는 화상 DB로부터 관련된 화상을 검색하기 위해서 사용된다.

## II. 내용기반 검색의 기본개념

### 2.1 일반적인 시스템 구성

내용 기반 검색 시스템은 컴퓨터를 사용하여 사용자가 텍스트가 아닌 멀티미디어 정보 자체를 질의어로 입력하여 정지 화상, 비디오 및 음성과 같은 유사한 멀티미디어 정보를 검색해 내기 위한 도구를 의미한다. 내용 기반 검색 시스템은 개발 목적 및 구현 환경에 따라 다양한 구조를 가지기 때문에 이를 비교 평가하는 데는 어려움이 있지만 일반적으로 내용 기반 검색 시스템에서 요구되는 구성은 그림 2.1과 같다.

사용자 인터페이스는 입력 처리시 사용자와 다른 응용 프로그램과의 매개체 역할을 담당한다. 사용자가 시스템에 접근하기 쉽고 이해하기 쉽도록 사용자에게 친근한 방식으로 설계한다. 입력 처리기와 질의 처리기는 정지 화상 데이터를 입력받아 하위 계층인 정지 화상 처리기를 넘겨 주며, 정지 화상 처리기는 시스템에서 설정한 특징값, 일례로 칼라, 선, 텍스처 등을 추출해 인덱스로 변형시킨다. 데이터 베이스 관리 시스템(DBMS)은 인덱스를 저장, 삭제, 추가 관리 등의 기능을 수행한다. 검색 및 매칭 처리기는 사용자의 입력과 특징 데이터 베이스내의 인덱스를 매칭시킨다. 매칭 테이블 생성은 사용자에게 매칭 결과를 보여주기 위한 결과, 즉 후보자가 생성된다. 사용자는 이러한 결과를 통해 화면상에서 볼 수 있다.

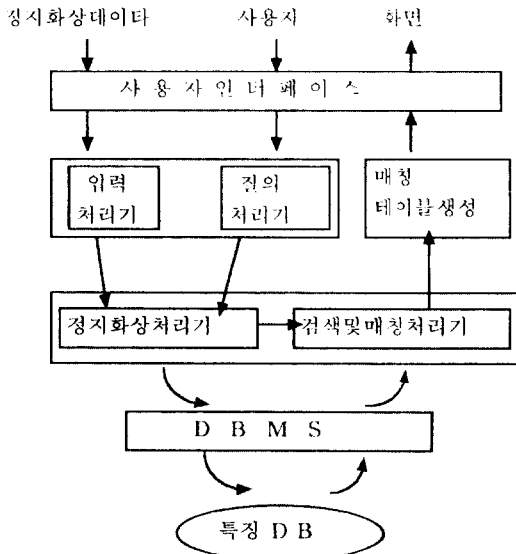


그림 2.1 내용기반 검색시스템의 구성  
Fig. 2.1 Diagram of content-based retrieval system

### 2.2 칼라 공간

기존의 칼라 좌표계들에서 색 요소들을 변화시킬 때, 좌표계의 기하학적인 모양이 처리과정에 영향을 미친다.

R(Red), G(Green), B(Blue)좌표계는 화상처리장치의 하드웨어에 적합하여 많이 사용되고 있으며, 또한, 칼라 계조 영상에서 각 화소들은 RGB공간을 이용한 필터링, 외곽선 검출, 영상분할 등 많은 영상처리 결과들이 연구되어 왔다[10].

그러나, RGB공간에서 칼라들은 서로 너무 영향을 끼치기 때문에 두 개의 칼라의 유사도를 계산하는데 있어서 둘사이의 거리만을 고려하는 것은 불가능하다. 또한 XYZ 좌표계는 색도의 선형성이 떨어지고 색포화도의 비선형성으로 인해 처리가 쉽지 않다.

여러가지의 칼라 모델들이 RGB값으로부터 만들어지는데 이중 Hue(H), Saturation(S), Intensity(I)모델은 RGB보다 두개의 칼라 유사도를 계산하는데 적합하다. 따라서 본 논문은 HSI 좌표계를 사용하였다.

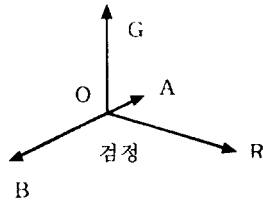
#### (1) RGB좌표계

색을 적색, 녹색, 청색의 세가지 변수로써 표현하며, 화상 검색에서 다루기는 어려우나 컴퓨터 그래픽에 널리 사용되고 있다. 색 포화도를 변화시키려면 그림 2.2의 (a)의 OA 선분에 대해 수직으로 멀어지게 R, G, B의 값을 조정해야 하고, 명도 성분을 변화시키려면 OA 선분에 평행하게 R, G, B의 값을 조정한다. 이는 기하학적으로 처리하기 어려운 작업이다. 이와같이 R, G, B만으로는 색상을 해석하기 어려우므로 대부분 다른 좌표계 형태로 변환하여 사용한다.

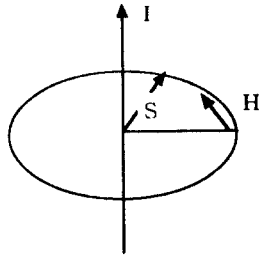
#### (2) HSI좌표계

RGB 좌표계를 HSI 좌표계로 변환하는 방법은 여러가지가 있지만 그중 아래와 같은 방법을 이용한다. 입력값을 HSI 좌표계로 바꿀때 우선 RGB 좌표계값을 식(1)과 같은  $Y_{c1c2}$  좌표계값으로 변환한다.

$$\begin{pmatrix} Y \\ c_1 \\ c_2 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{1}{3} & \frac{1}{3} & \frac{1}{3} \\ 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} R \\ G \\ B \end{pmatrix} \quad (1)$$



(a) R G B 좌표계  
(a) R G B coordinate system



(b) H S I 좌표계  
(b) H S I coordinate system

그림 2.2 칼라 좌표계  
Fig. 2.2 Color coordinate system

$Y_{c1c2}$  좌표계값은 다음 식(2)에 의해서 HSI좌표계로 변환한다. 좌표계의 모양은 그림 2.2(b)와 같다.

$$I = Y$$

$$S = \sqrt{c_1^2 + c_2^2} \quad (2)$$

$$c_2 \geq 0 : H = \cos^{-1} \left( \frac{c_2}{S} \right)$$

$$c_2 < 0 : H = 2\pi - \cos^{-1} \left( \frac{c_2}{S} \right)$$

2.3 영역 분할

공간변환을 한 후에 색도와 색포화도에 의해 유효한 영역을 정의하고 화상에 대한 색채영역, 비색채영역을 결정한다. 따라서 화상은 색도, 명도, 색포화도에 따른 히스토그램에 의해 색채영역과 비색채영역으로 분할한다. 화상을 HSI로 표현하는 경우 색도는 명도와 채도 성분보다 중요한 위치에 있다. 특히 빛의 조건이 변하더라도 색도는 명도와 독립적이다.

2.4 칼라 히스토그램

칼라 히스토그램은 화상내의 칼라를 분별하거나 화상 배열내에 나타나는 칼라를 카운트함으로써 얻

어질 수 있다. 즉, 히스토그램이란 모든 가능한 칼라의 집합내에서 상등 함수로 정의될 수가 있다. 이 말은 두개의 칼라가 같다고 여겨지려면 같은 bin상에 존재해야 한다. 이러한 방식으로 화상을 분석하는것은 확률적인 과정에 의한다. 기본적인 칼라 히스토그램 방식은 다음과 같다.

- 단계 1: RGB칼라 공간을 다음과 같은 식(3), (4), (5)에 의해 새로운 칼라 공간으로 변화시킨다.

$$rg = r - g \quad (3)$$

$$by = 2 * b - r - g \quad (4)$$

$$wb = r + g + b \quad (5)$$

- 단계 2: (rg, by, wb)에 대해 (16, 16, 8)의 양자화를 한 후 2048개의 bin을 사용한다.

- 단계 3: 각각 객체에 인덱스를 생성한 후 모델내 객체와 입력된 객체와의 히스토그램을 비교하여 공유되는 최소값을 구한다. 공유되는 최소값을 가지고 순위를 나타낸다.

2.5 칼라쌍

칼라쌍 기법은 화상내 객체간의 관계와 경계선 사이에서 뚜렷한 변화를 갖는 칼라쌍을 추론하기 위한 것이다. X값과 Y값으로 지정된 사각형을 cell이라 하며, 기본적인 칼라쌍 추출 방법은 다음과 같다.

- 단계 1: 화상을 미리 전처리하고, 검색을 용이하게 하기 위하여 참조화상에 있는 DB에 저장한다. 각 화상은 각각 X\*Y pixel을 갖는 cell들의 작은 수로 나눈다(X=Y=30). X, Y 값이 너무 작으면 Precision, Recall값이 떨어지고, 너무 크면 검색 속도가 문제되어 본 알고리즘에서는 X, Y값을 30으로 설정하였다. 각 cell에 대해서 칼라히스토그램을 계산한다. 칼라 히스토그램값을 지정된 임계값(10)보다 더 큰 칼라셀의 집합선을 선택한다.(너무 적은 색채는 화상 검색에 많은 영향을 주지 않고, 검색 속도가 문제시 되기 때문에 무시한다.)

- 단계 2: 질의 화상은 표현한 칼라쌍 집합을 선택한

다. 질의 화상을 cell 칼라와 같은 cell의 집합을 얻기 위해서 단계 1에서와 같이 비슷한 방식으로 질의 화상을 처리한다.

- 단계 3: 무엇이 구분되는 질의 칼라쌍만 추출하여 특징 DB에 있는 화상을 탐색한다. 질의 화상의 각 칼라쌍에 대해 참조 화상내에서 칼라쌍이 충분히 나타난 경우만 표시한다. 질의 화상과 참조 화상을 비교해서 60% 이상이면 유사한 화상으로 간주하여 표시한다. 두 화상을 비교해서 %값을 낮추면 Precision값이 떨어지고, %값을 높이면 Recall값이 떨어지기 때문에 본 알고리즘에서는 60%를 사용하였다.

### III. 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 이용한 내용 기반 검색 시스템

본 논문에서 제안한 내용 기반 검색 시스템은 다음과 과정을 통해서 검색 처리한다. 본 논문에서 제안된 시스템 구성도는 그림 3.1과 같고, 각 절에서는 각각의 모듈을 서술한다.

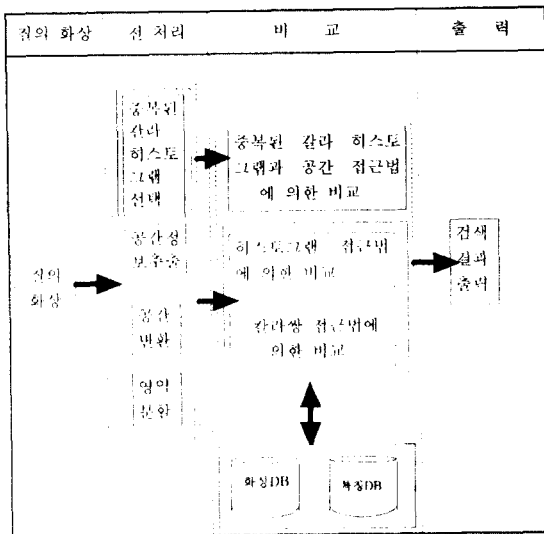


그림 3.1 제안된 내용기반검색 시스템 구성도  
Fig. 3.1 Proposed diagram of content-based retrieval system

#### 3.1 중복된 칼라 히스토그램

화상 각각의 픽셀을 탐색해서 칼라 히스토그램을 만들고, 객체와 배경의 칼라 히스토그램 모두를 칼라 히스토그램 집합이라고 한다. 칼라 속성 선택을 하기 위해서 정의된 조건들은 다음과 같다.

전체 칼라 히스토그램은 객체와 배경 칼라 히스토그램을 의미하며, 객체 칼라 히스토그램은 미리 정의된 윈도우에서 칼라 히스토그램을 만든다. 객체 칼라 집합은 객체 칼라 각각의 모임을 정의하며, 배경 칼라 집합은 전체 칼라 히스토그램에서 객체 칼라 집합을 뺀 칼라 집합을 뜻한다.

배경칼라와 객체칼라를 구분하기 위해서 다음과 같은 알고리즘을 사용한다.

- ① 감소 순서로 정렬된 전체 칼라 히스토그램중에서 가장 높은 빈도를 갖는 칼라를 첫번째 배경 칼라로 지정한다. 그리고 선택된 칼라는 배경 칼라 집합에 포함된다.
- ② 감소 순서로 정렬된 미리 정의된 윈도우내에 있는 칼라를 배경칼라에서 뺀 다음, 가장 높은 빈도를 갖는 칼라를 첫번째 객체 칼라로 지정한다. 그리고 선택된 칼라는 객체 칼라 집합에 포함된다.
- ③ 배경과 객체칼라의 집합을 찾기 위해서 선택된 칼라의 모든 칼라까지 반복한다.
- ④ 감소 순서로 정렬된 전체 히스토그램중에서 이미 할당된 배경 칼라 집합과 객체 칼라 집합을 합한 칼라 집합을 뺀 다음, 다음 배경칼라를 뺀 다음, 다음 배경칼라를 선택한다.
- ⑤ 감소 순서로 정렬된 미리 정의된 윈도우값중에서 이미 할당된 배경 칼라 집합과 객체 칼라 집합을 합한 칼라 집합을 뺀 다음, 다음 객체칼라를 선택한다.

#### 3.2 공간 정보 추출

칼라 대표색을 기본으로 한 내용기반 화상 검색은 매칭과 검색처리가 불충분하여, 선택된 칼라 특징에 대해서 공간정보를 추론하기 위해서는 다음과 같다.

##### 3.2.1 최대 엔트로피 추출

선택된 칼라특성에 대해서 공간정보를 얻기 위한 방법으로서, R을 화상이라고 할 때,  $K^n$  이상처리는 n차원 공간의 각 축상에서 일련의 K점들을 찾는 하

나의 방법으로서 정의된다. 즉, X축을  $k_1, k_2, k_3, \dots, k_n$ 이라 할 때  $n$ 차원 공간에서 R화상의 전체 cell은  $K^n$ 로 된다.

$$R = \{R_i \mid i = 1, 2, \dots, K^n\}$$

P를  $n$ 차원 공간에서 확률 분포라 할 때,  $\Gamma$ 는 식(6)과 같다.

$$\Gamma = ( \frac{R_i}{P(R_i)} ), i = 1, 2, 3, \dots, K^n \quad (6)$$

$\Gamma$ 로 관련된 샤넌 엔트로피 H는 식(7)로 나타낼 수 있다.

$$H(R) = \sum_i^{K^n} P(R_i) \log \frac{1}{P(R_i)} = \sum_i^{K^n} P(R_i) \log P(R_i) \quad (7)$$

확률을 이용하여 같은 넓이를 갖는 이산화 히스토그램과 식(7)을 이용하여 최대 엔트로피 이산화를 갖는 히스토그램을 비교한다.

다음 20개의 관찰된 값을 갖는 하나의 변수 X의 예를 보자. 1, 1.5, 2, 2.1, 2.6, 2.7, 3, 3.3, 3.4, 3.5, 4.1, 4.2, 5.1, 5.2, 6.2, 7, 8, 8.5, 9, 10 두 방법을 사용해서 발생된 히스토그램은 각각 그림 3.2과 그림 3.3에서 보여진다. 최대 엔트로피 이산화를 갖는 히스토그램 방법이 같은 넓이를 갖는 이산화 히스토그램 방법보다 더 정확하게 피크를 보였다. 따라서 공간정보를 구성하기 위해서는 최대 엔트로피 이산화 추출 방법을 이용한다.

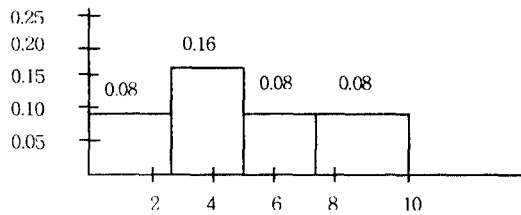


그림 3.2 같은 넓이를 갖는 이산화 히스토그램  
Fig. 3.2 Histogram using Equal-Width-Interval Discretization

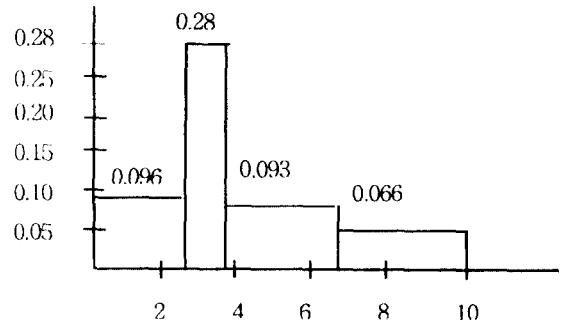


그림 3.3 최대 엔트로피 이산화를 갖는 히스토그램  
Fig. 3.3 Histogram using Maximum Entropy Discretization

### 3.2.2 공간 정보 구성 방법

선택된 칼라의 공간정보를 검출하기 위해서 사용된 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 모든 화상을 하나로 간주한다.
- ② 화상은 최대 엔트로피 이산 기준을 기반으로 네 개의 지역으로 나눈다.
- ③ 각 지역에 대해서 가중치를 부여한다.
- ④ 분할된 지역에서 관찰도수와 기대도수의 차이가 크다면, 지역은 잠음으로 간주한다.

결과 값이 다른 cell에서 발생하는 것과 같으면 확률 분포는 균등하다. cell의 잠음측도 F는 다음식 (8)과 같이 나타낸다.

$$F = \frac{[M \cdot I_x(i) I_y(i) - M_x(i) M_y(i)]^2}{M \cdot M_x(i) M_y(i)} \quad (8)$$

M은 데이터의 전체수를 나타내며,  $I_x$ 는 각  $x, y$ 상에서 cell  $i$ 의 투영된 간격이며,  $I_x, I_y$ 는  $I_x, I_y$ 의 확

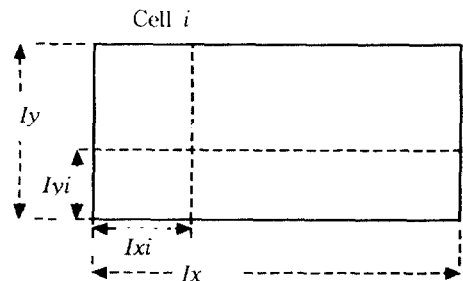


그림 3.4  $I_x, I_y, I_x, I_y$ 에 관한 정의  
Fig. 3.4 Definition on  $I_x, I_y, I_x, I_y$

장된 간격을 나타낸다.

그림 3.4은  $I_{xi}, I_{yi}, I_x, I_y$  각각의 정의를 보였다.

### 3.3 중복된 칼라 히스토그램과 공간정보 접근법에 의한 비교

화상 검색처리는 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 이용하여 질의화상과 참조화상을 비교하여 유사한 화상을 검색하였다. 따라서 유사도 정도를 정의하여 2개의 화상  $g_1$ 와  $g_2$  사이의 유사점 측정  $L$ 은 다음식(9)과 같이 정의된다.

$$L_{g_1, g_2} = \sum_{k=1}^{N_c} \sum_{i=1}^{N_k^1} \sum_{j=1}^{N_k^2} C_{g_1}(i, k) \cap C_{g_2}(j, k) \quad (9)$$

$N_c$ 는 대표적인 집합에서 칼라의 전체수를 나타낸다.

$N_k^1$ 는 화상  $g_1$ 에서 칼라  $k$ 의 클러스터 지역의 전체수이다.

$N_k^2$ 는 화상  $g_2$ 에서 칼라  $k$ 의 클러스터 지역의 전체수이다.

$i, j$ 는 칼라의 빈도를 정의한다.

$C_{g_1}(i, k) \cap C_{g_2}(i, k)$ 는 클러스터  $C_{g_1}(i, k)$ 와 클러스터  $C_{g_2}(i, k)$ 사이의 교차점이다.

### 3.4 데이터베이스

화상 DB는 실제로 찾고자 하는 원래 화상이 들어 있는 DB이며, 특징 DB는 3가지 접근기법에 대한 각각의 인덱스를 포함하고 있는 DB이다.

## IV. 실험 결과 및 고찰

본 논문의 시스템 환경은 RAM 32, 586 Pentium 100이며 윈도우 95상의 Boland c++4.5를 사용하였으며 사용자 질의나 화상 데이터 입력을 받을 수 있도록 246칼라 스캐너를 사용하였다. 실험하기 위해서 선택된 화상 데이터베이스는 광범위한 여러가지 범위로부터 500개 정도 화상으로 구성한다. 데이터 검색 예로서 사용된 화상 데이터는 표1과 같다.

화상들은 200x200 픽셀까지의 크기를 갖는 16칼라에 저장되어진다. 미리 정의된 윈도우 크기는 화상의 중앙에 위치한 100x100픽셀에 놓는다. 분할된 영역에 있어서 개체가 있는 영역에 가중치(0.4)를 부여해서 유사도를 계산했으며, 잡음 측도는 수학적으로 거리

표 1. 참조 화상의 범주

Table 1. Categories of reference image

범주	화상 내용	관련된 수
(1)	동불	200
(2)	탑	100
(3)	꽃	80
(4)	풍경화	40
(5)	금관	12
(6)	바다 배경	16
(7)	산 배경	30
(8)	향로	22
계		500

제곱합에 의한 근사 F분포로서 잡음 허용 기준값은 0.1을 사용하였다. 또한 매칭에 의한 유사도 정도는 0.6으로 정의하였다. 본 논문에서는 데이터베이스 내의 모든 관련 화상을 비교하여 매칭된 유사도 순위에 따라 화면상에 디스플레이하도록 하였다. 주어진 질의에 대하여 이용 가능한 총 항목수를 T(데이터베이스에 저장된 관련된 화상의 개수)라 하고, 검색된 항목의 총수를  $T_r$ (관련된 화상중에서 검색된 총 화상 수)이라 하며, 검색된 질의와 유사한 항목의 수를  $R_r$ (검색된 총 화상 중 질의 화상과 유사한 화상의 개수)이라고 할 때 Precision과 Recall은 다음식 (10), (11)과 같다. 표2는 기존의 칼라히스토그램과 칼라쌍에 의한 검색의 경우와 본 논문에서 제안한 중복된 칼라 히스토그램과 공간정보에 의한 검색 결과를 보여준다.

$$\text{Precision} = \frac{R_r}{T_r} \quad (10)$$

$$\text{Recall} = \frac{R_r}{T} \quad (11)$$

표2를 보면 Recall/Precision이 칼라 히스토그램인 경우 0.685/0.699, 칼라쌍의 경우 0.615/0.651, 중복된 칼라 히스토그램과 공간정보인 경우 0.826/0.856로 나타났다.

중복된 칼라 히스토그램과 공간정보인 경우 86% 정도의 정확도와 사용자가 원하는 화상이 대략 83% 이상 만족된 것으로 여겨진다. 그림 4.1부터 그림 4.3

표 2. 화상 검색 실험의 결과

Table 2. Results of experiment Image Retrieval

범주	칼라히스토그램		칼라쌍		중복된 칼라히스토그램/공간정보	
	Recall	Precision	Recall	Precision	Recall	Precision
1	0.63(57/90)	0.65(57/88)	0.60(54/90)	0.68(54/79)	0.82(74/90)	0.93(74/80)
2	0.70(43/61)	0.70(43/61)	0.66(40/61)	0.70(40/57)	0.89(54/61)	0.90(54/60)
3	0.70(37/53)	0.76(37/49)	0.64(34/53)	0.65(34/52)	0.90(48/53)	0.96(48/50)
4	0.82(22/27)	0.85(22/26)	0.81(22/27)	0.82(22/27)	0.70(19/27)	0.76(19/25)
5	0.57(4/7)	0.57(4/7)	0.43(3/7)	0.50(3/6)	0.86(6/7)	0.86(6/7)
6	0.83(10/12)	0.83(10/12)	0.75(9/12)	0.72(9/13)	0.67(8/12)	0.67(8/12)
7	0.73(11/15)	0.73(11/15)	0.73(11/15)	0.73(11/15)	0.87(13/15)	0.87(13/15)
8	0.50(5/10)	0.50(5/10)	0.30(3/10)	0.40(3/8)	0.90(9/10)	0.90(9/10)
평균	0.685	0.699	0.615	0.651	0.826	0.856

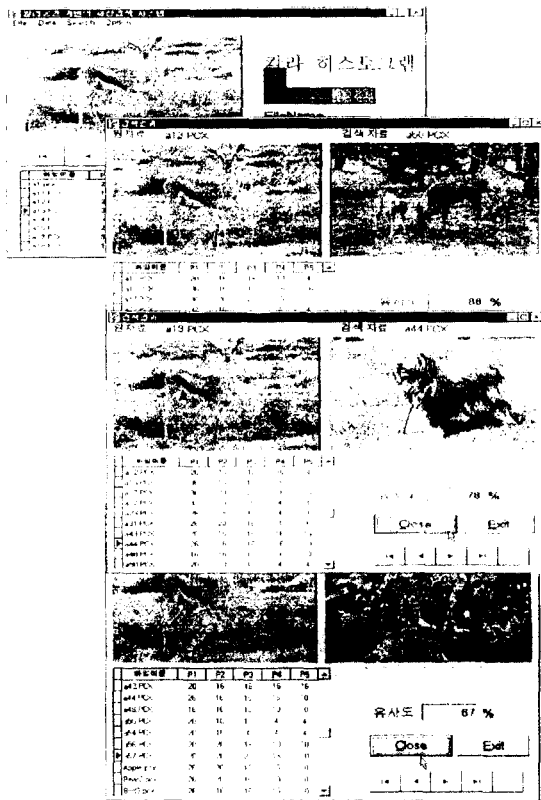


그림 4.1 칼라 히스토그램에 의한 검색결과  
Fig. 4.1 Retrieval result using the color histogram

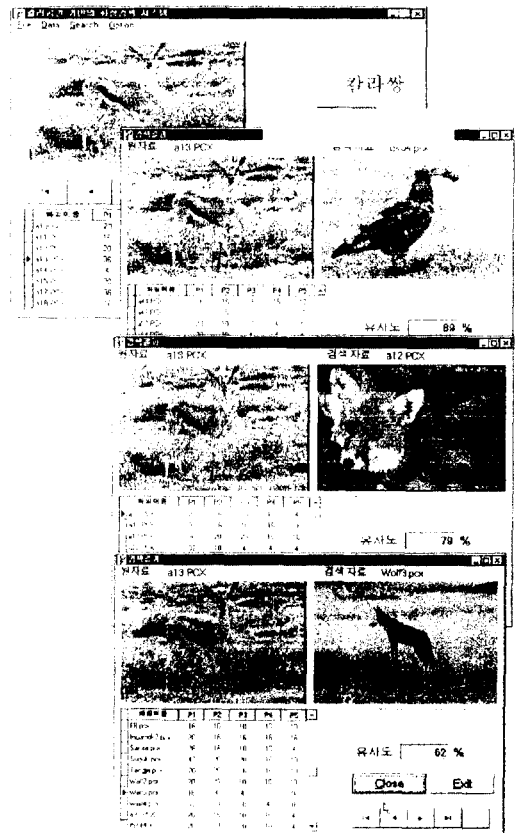


그림 4.2 칼라쌍에 의한 검색결과  
Fig. 4.2 Retrieval result using color pairs



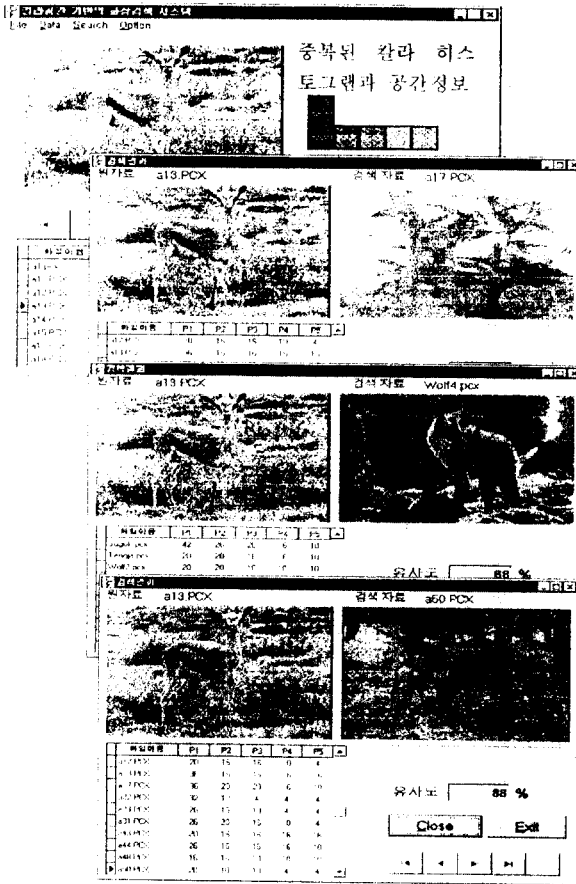


그림 4.3 중복된 칼라 히스토그램과 공간정보에 의한 검색 결과  
 Fig. 4.3 Retrieval result using the duplicated color histogram and spatial information

은 입력 화상(사슴)을 질의했을때 질의 결과(출력 화상)를 나타냈다. 실험 결과에 의하면, 그림 4.1은 칼라 히스토그램을 검색성분으로 하여 참조화상의 범주(1)에 속하는 동물중에서 유사화상을 검색한 결과를 보인 것이며, 사슴을 질의했을때 검색된 파일 개수는 88을 나타냈고, 질의화상과 첫 번째 출력된 검색화상과의 유사도는 100%를 보였다. 그림 4.2는 참조 화상의 범주(1)에 대하여 칼라쌍을 검색 성분으로 하여 유사화상을 검색한 결과를 보인 것이며, 사슴을 질의했을 때 검색된 파일의 개수는 79를 나타냈고, 질의화상과 첫 번째 출력된 검색화상과의 유사도는 100%를 보였다. 그림 4.3은 참조화상의 범주(1)에 대하여 본

논문에서 제안한 중복된 칼라히스토그램과 공간정보를 검색성분으로 하여 유사화상을 검색한 결과를 보인 것이며, 사슴을 질의했을 때 검색된 파일의 개수는 80을 나타냈으며, 첫 번째 출력된 검색화상과의 유사도는 100%를 보였다. 각각의 검색결과를 통해 본 논문에서 제안한 검색방법이 다소 우수함을 알 수 있다.

## V. 결론

본 논문에서는 화상의 칼라 성분을 이용하여 정지 화상 검색 시스템을 설계 구현하였다. 검색 방법은 중복된 칼라 히스토그램 방법으로 칼라의 대표적인 기반 선택, 선택된 칼라의 공간 정보 분석, 중복된 칼라 히스토그램과 공간 정보를 이용한 검색 처리 단계를 통하여 화상 검색한 결과 Recall/Precision이 0.826/0.856로 향상되었으며 질의된 화상과 같은 화상이 항상 첫 번째에 위치하였다. 또한 중앙객체가 확실히 구별되는 정지 화상에서는 제안된 방식이 칼라쌍이나 칼라히스토그램 방식보다 Precision값이 훨씬 더 좋게 나타났다.

본 논문에서 구현된 시스템 효과는 기존의 텍스트 검색 기법의 시스템과 병합되어 유용하게 사용된 것으로 기대된다. 차후 연구 방향은 라인·곡선·방향벡터 윤곽점 성분을 이용한 내용 기반 화상 검색 시스템을 추가함으로써 더 높은 검색 효율을 얻을 수 있는 후속 연구가 필요하다.

## 참고 문헌

1. M. Flickner et al. "Query by image and video content :The QBIC system." IEEE Computer, 28(9):23-32, Sept. 1995.
2. R. Agrawal, et. al., "Mining Association Rules between sets of Items in Large Database," ACM SIGMOD-93, Washington, DC, May 1993.
3. S. K. Chang, et. al., "An Intelligent Image Database system," IEEE Transactions on Software Engineering, Vol. 14, NO. 5, May 1988.
4. D.C. Tseng and C.H.Chang, "Color Segmentation using Perceptual Attributes," 11th IAPR International

- Conference on Pattern Recognition, Netherlands, Sept. 1992.
5. Niblack w. et. al., "The QBIC Project: Querying Images by Content using Color, texture, and shape," SPIE, 1908:173-187, Feb. 1993.
  6. Tat-Seng Chua, Swee-kiew Lim and Hung-keng Pung, "Content-Based Retrieval of Segmented Images," ACM, pp. 211-218, Oct. 1994.
  7. William I. Grosky, Peter Neo, Rajiv Mehrotra, "A Pictorial Index Mechanism for Model-based Matching," Data and Knowledge Engineering, pp. 309-327, Vol. 8, 1992.
  8. Yankelovich, N., B. J. Haan, N. K. Meyrowitz, and S. M. Drucker, Intermedia: "The Concept and the Construction of a Seamless Information Environment," IEEE Computer, pp. 81-96, January, 1988.
  9. Oliver Jones, "Introduction to the X Windows Systems," Prentice-Hall, 1989.
  10. Nagasaka A & Tanaka Y, "Automatic Video Indexing and Full-Video Search for Object Appearance, Visual Database System," II, IFIP, Elsevier Science Publishers e.v., pp. 113-127, Oct. 1992.
  11. Douglas A.Young, "The X Window System Programming & Application with XT," prentice-Hall, 1990.
  12. Michael J. Swain and Dana H. Ballard, "Color Indexing," Intl. J. of computer Vision, 7(1): 1991.
  13. M. J. Grimble, "Digital Image Processing Algorithm," Prentice-Hall, 1993.

김 철 원(Cheol Ueon Kim)정회원

1982년:광운대학교 전자통신공학과(공학사)

1986년:광운대학교 전자통신공학과 전자계산기 전공  
(공학석사)

1987년~현재:광운대학교 대학원 컴퓨터공학과(박사  
수료)

1988년~현재:호남대학교 컴퓨터공학과 조교수

※주관심분야:멀티미디어/하이퍼미디어, 멀티미디어  
정보검색, 화상처리 시스템

최 기 호(Ki Ho Choi)

정회원

1973년:한양대학교 전자공학과(공학사)

1977년:한양대학교 대학원 전자공학과(공학석사)

1987년:한양대학교 대학원 전자공학과(공학박사)

1977년~1979년:한국과학기술 연구소 연구원

1979년~현재:광운대학교 컴퓨터공학과 교수/신기술  
연구소

1989년~1990년:Univ. of Michigan 전기 및 전사과  
Visiting scholar

※주관심분야:멀티미디어 정보 검색, 하이퍼미디어,  
멀티모달