

# 3차 칼라 객체 관계에 의한 내용 기반 영상 검색

## (Content-Based Image Retrieval using Third Order Color Object Relation)

권희용<sup>†</sup> 최재우<sup>\*\*</sup> 이인행<sup>\*\*\*</sup> 조동섭<sup>\*\*\*\*</sup> 황희웅<sup>\*\*\*\*\*</sup>  
 (Heeyong Kwon) (Jewoo Choi) (Inheang Lee) (Dongsub Cho) (Heeyeung Hwang)

**요약** 본 논문에서는 기존의 칼라 특성을 이용한 내용 기반 영상 검색 방법을 적용 영역별로 분류할 수 있는 기준을 제시하고, 그 기준에 의해 영상 내 공간 정보를 충분히 표현할 수 있어 이동 및 회전 확대/축소 변형에 강한 영상 검색 방법을 제안한다. 일반적으로 칼라 특성을 이용한 내용 기반 영상 검색은 영상 내 공간정보를 충분히 표현하지 못하여 이동 및 회전, 확대/축소 변형에 약한 단점을 지니고 있다. 이에 기존 연구에서는 인위적으로 영상을 여러 개로 분할하는 방법 등으로 공간 정보를 표현하고자 하였지만 특징 벡터의 수가 급격히 늘어남에 따라 검색 효율이 저하된다는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 기존의 방법을 사용된 칼라 객체의 상호 관계에 따라 1차와 2차 관계에 의한 방법으로 분류하고, 이동, 회전 특히 크기 변화(축소, 확대)에 탁월한 성능을 보이는 칼라 객체의 3차 관계를 이용한 방법을 제안한다. 제안된 방법은 주어진 영상으로부터 양자화된 24개의 버킷을 생성해서 각 버킷의 히스토그램의 크기 순서로 세 개 버킷을 선정하고 그들의 평균 칼라 위치를 계산해서 그들 간의 상호 각도를 추출하여 영상의 특징 벡터로 사용하였다. 실험 결과 기존 방법보다 특히 영상의 크기 변화에 대해 좋은 결과를 얻을 수 있었으며, 계산량도 적어 효율적임을 보여 주었다.

**Abstract** In this paper, we propose a criteria which can be applied to classify conventional color feature based Content Based Image Retrieval (CBIR) methods with its application areas, and a new image retrieval method which can represent sufficient spatial information in the image and is powerful in invariant searching to translation, rotation and enlargement transform. As the conventional color feature based CBIR methods can not sufficiently include the spatial information in the image, in general, they have drawbacks, which are weak to the translation or rotation, enlargement transform. To solve it, they have represented the spatial information by partitioning the image. Retrieval efficiency, however, is decreased rapidly as increasing the number of the feature vectors. We classify conventional methods to ones using 1st order relations and ones using 2nd order relations as their color object relation, and propose a new method using 3rd order relation of color objects which is good for the translation, rotation and enlargement transform. It makes quantized 24 buckets and selects 3 high scored histogram buckets and calculates 3 mean positions of pixels in 3 buckets and 3 angles. Then, it uses them as feature vectors of a given image. Experiments show that the proposed method is especially good at enlarged images and effective for its small calculation.

· 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(KOSEF 981-0920-105-1) 지원으로 수행되었음.

<sup>†</sup> 종신회원 : 안양대학교 컴퓨터학과 교수  
hykwon@aycc.anyang.ac.kr

<sup>\*\*</sup> 비 회원 : 호서대학교 전자공학과  
cjwy@chollian.net

<sup>\*\*\*</sup> 비 회원 : 단국대학교 재료공학과  
tek@kornet.net

<sup>\*\*\*\*</sup> 종신회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수  
dscho@mm.ewha.ac.kr

<sup>\*\*\*\*\*</sup> 종신회원 : 호서대학교 전자공학과 교수  
hyhwang@office.hoseo.ac.kr

논문접수 : 1999년 3월 29일

심사완료 : 1999년 10월 4일

## 1. 서론

멀티미디어 서비스의 급격한 증가로 이를 사용자가 쉽게 검색할 수 있게 하기 위한 기술이 중요하게 대두하였다. 주문형 비디오, 의료 진단 시스템, 홈쇼핑 등의 서비스에서는 영상 정보 검색에 대한 수요가 급격히 증가하고 있으며, 게임 제작자, 영화 제작자, 방송 C.G.(Computer Graphic) 종사자들에게도 수요가 늘어나고 있고, 또한 병원에서 X-ray, 내시경 영상 자료에 대한 영상 검색이 필요하게 되는 등 다양한 분야에서 영상검색에 대한 필요성이 증가하고 있다[1].

영상 검색에서는 영상 자료에 대한 색인 부여가 필요 한데 이 색인을 생성시켜 부여하는 방법에 따라 크게 주석 기반 영상 검색과 내용 기반 영상 검색의 2가지로 구분할 수 있다[2]. 주석 기반 영상 검색은 사람이 일일이 영상에 주석을 붙여 색인을 주는 방법으로 기존의 전통적인 데이터베이스 시스템에 적합하고 정확하고 빠른 검색이 가능하다는 장점이 있지만 데이터베이스 구축에 필요한 영상 자료에 대한 색인을 생성하는데 많은 인력과 시간이 소요될 뿐만 아니라 검색시 색인을 생성한 사람과 사용자간의 검색 자료에 대한 주관의 차이로 서로 다른 색인을 생성시킬 가능성이 크다는 단점이 있다. 이 같은 단점을 극복하기 위한 보다 현실적인 대안으로 최근 내용 기반 영상 검색(CBIR, Content-Based Image Retrieval) 방법이 도입되었다. 이것은 색인을 영상 자료로부터 자동으로 추출하여 부여하고 이를 기반으로 검색하는 방법이다. 즉, CBIR은 데이터베이스 생성자나 사용자가 텍스트가 아닌 영상 정보 자체를 질의로 입력하면 컴퓨터가 색인어를 그 영상 자체를 사용하여 생성하고 이를 기반으로 검색하는 방법이다. 현재 더욱 효과적인 CBIR을 위해 여러 가지 다양한 접근 방식, 즉, 화상이 가지고 있는 색상(칼라), 무늬, 질감, 윤곽선, 형태, 공간 관계 등과 같은 여러 가지 특성을 사용하여 검색하는 알고리즘이 연구 중에 있다[3-11]. 특히 칼라 특성을 이용한 방법은 영상 내의 조명 변화나 관측 위치, 크기 변화 등에 어느 정도 무관하게 적용이 가능하여 각광을 받고 있다. 그러나 이 방법은 효율적이기는 하지만 칼라가 갖는 특성이 워낙 다양하여 연구도 매우 다양하게 제 각기 이루어져 연구 결과의 적합성 및 용도가 불분명한 상태로 발표되고 있다.[12-18] 본 논문에서는 내용 기반 영상 검색 중 칼라 특성을 이용한 방법을 체계적으로 분류하고, 그 용도를 어느 정도 가능할 수 있는 방법을 제안하고자 한다. 아울러 이 방법의 자연적인 귀결로 일반적인 기하학적 변형(이동, 회전, 확대/축소)에도 안정적으로 검색이 가능한 새로운 검색 방법을 제안하고자 한다.

이하 2장에서는 내용 기반 영상 검색 중 칼라를 이용한 방법을 체계적으로 분류하기 위한 기준을 제시하고 그 기준에 따라 기존의 연구 방법을 분류한다. 3장에서는 본 논문이 제안한 3차 칼라 객체 관계에 의한 검색 방법을 소개하고 4장에서는 제안된 방법의 성능을 검증하기 위한 이동, 회전, 확대/축소 영상에 대한 검색 실험과 일반적인 영상 검색 실험 결과를 보이고 5장에서 결론을 맺도록 한다.

## 2. 기존 연구 및 분류 기준

내용 기반 영상 검색에는 많은 방법이 있지만 그 중에서도 칼라 특성을 이용한 방법이 가장 널리 연구되고 사용되어지고 있다. 이것은 영상에 대한 칼라의 특성이 다른 특성에 비해 영상 내의 조명 변화나 관측 위치, 크기 변화 등에 어느 정도 덜 민감하다는데 기인하기도 하지만, 칼라의 특성이 매우 다양하고 그 각각의 특성마다 영상 검색의 색인으로 연구 대상이 되는데 기인하기도 한다. 그러나 이러한 연구들의 대부분이 자기 연구 결과로 검색 성능을 발표하고 있지만 상호 비교는 현실적으로 어려움이 많아 어떤 칼라 특성이 영상 검색에 효율적인지를 단정하기가 어려운 형편이다. 실제로는 각 칼라 특성 별로 특정 영역에서는 검색 성능이 우수하지만 다른 영역에서는 그렇지 못한 경우가 많다. 따라서 이 장에서는 칼라 특성을 사용한 영상 검색에서 어떤 칼라 특성이 어떤 영역에 가장 적합할 수 있는지를 가늠할 수 있는 기준을 제시하고 기존의 연구를 이 기준으로 분류한다.

### 2.1 칼라 객체의 상호 관계

일반적으로 주어진 문제는 단순 술어(predicate)의 선형 조합으로 표현 가능하고 이때 문제 해결에 필요한 단순 술어의 최소 구성 요소의 수를 그 문제의 차수로 정의할 수 있다.[19] 1차로 표현되는 문제는 독립된 구성 요소를 비교하므로 비교 대상이 서로 완전히 일치하는 정도를 비교하게되며 따라서 어떤 변형도 허용하지 않는다. 2차로 표현되는 문제는 두 개의 구성 요소간의 관계를 비교하므로 비교 대상을 이동과 회전에 무관하게 비교하게되며 따라서 이동과 회전 변형에 무관한 검색을 가능케 한다. 3차의 문제는 세 개의 구성 요소간의 관계를 비교하므로 비교 대상을 이동과 회전, 확대/축소에 무관하게 비교하게 되며 따라서 이동과 회전, 확대/축소 변형에 무관한 검색을 가능케 한다.[20]

칼라 특성을 이용한 영상 검색의 경우 주어진 영상 내에 존재하는 다양한 칼라 정보에서 독립적인 또는 통계적 특징을 추출하여 색인을 만들게 된다. 이때 추출된 특징들을 모두 칼라 객체라고 정의하기로 한다. 즉 영상의 화소값(Pixel Value), 버킷(특정 화소 값의 구간) 내의 화소의 수, 화소 값간의 계산에 의한 값, 화소의 위치(Position) 등이 모두 칼라 객체가 될 수 있다. 칼라 객체는 생성된 방법에 따라  $n$ 차 칼라 객체로 분류할 수 있게 된다. 따라서 칼라 특성을 검색에 사용할 경우 칼라 특성들이 칼라 객체를 생성시킨 방법(특성간의 관계)에 따라 주어진 검색 방법을 해당 차수로 분류하고

각 차수별로 적합한 문제 영역을 가늠할 수 있다. 1차에 속하는 방법은 완전 일치 검색을 뜻하며, 2차는 이동 및 회전된 영상 검색에 적합하며, 3차는 이동 및 회전, 확대/축소된 영상에 적합함을 알 수 있다.

**2.2 1차 칼라 객체 관계를 이용한 방법**

이 방법은 칼라 특성을 이용한 영상 검색에서 처음부터 가장 널리 연구되어 온 것으로 영상에 존재하는 화소들로부터 여러 가지 통계량을 추출하여 칼라 객체로 만들어 이들을 1:1로 비교 검색하는 방법이다.[12-15] 이것은 처음 Swain의 히스토그램 방법으로 제안되어 많은 논문에서 이에 기초를 두고 개선, 발전해나가는 단계이다.[12] 이 이론은 유사 영상은 유사한 칼라 분포를 가진다는 가정 하에서 영상의 특징 벡터를 양자화된 히스토그램 값을 사용해서 검색을 하는 방법으로서 질의 영상과 데이터베이스 속의 영상간의 거리 측정 식은 다음과 같다.

$$D_H(Q, I) = \sum_{i=1}^N |H_i^Q - H_i^I| \quad (1)$$

수식에서 N은 총 버킷의 개수이고  $H_i^Q$ 는 질의 영상에 대한 i번째 버킷의 히스토그램 값이다. 이 방법은 계산이 간단하고 영상의 회전과 작은 이동에 좋은 성능을 보이지만 빛의 밝기와 영상 내 물체의 크기에 민감하며 전혀 다른 영상도 같은 색 분포를 가질 수 있는 문제가 있다. 히스토그램 방법의 단점을 보완하기 위해 Stricker는 빛의 밝기와 영상 내 물체의 크기에 덜 민감하게 하기 위해 1, 2, 3차 모멘트를 영상의 특징 벡터로 사용하였다.[13] 여기서 1차 모멘트는 양자화된 히스토그램의 각 버킷에서의 화소값의 평균(E)을 의미하며, 2차 모멘트는 표준편차( $\sigma$ )로서 영상 내 화소의 흩어짐 정도를 표현했다.

$$E_i = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N p_{ij} \quad (2)$$

$$\sigma_i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - E_i)^2} \quad (3)$$

$$S_i = \sqrt[3]{\frac{1}{N} \sum_{j=1}^N (p_{ij} - E_i)^3} \quad (4)$$

여기서 N은 각 버킷에 들어있는 픽셀의 개수, i는 각 버킷의 번호,  $p_{ij}$ 는 i 번째 버킷의 j 번째 픽셀,  $E_i$ 는 평균,  $\sigma_i$ 는 표준편차 그리고  $S_i$ 는 3차 모멘트를 의미한다. 즉, 이 식을 이용하여 데이터 베이스의 영상의 특징 벡터를 만들어주고 질의 영상에 대한 특징 벡터를 만들어 비교한 후 가장 작은 거리를 갖는 영상을 추출해 내게 된다. 모멘트를 이용한 거리측정 식은 다음과 같다.

$$D_{mom}(Q, I) = \sum_{i=1}^N (w_1 * |E_i^Q - E_i^I| + w_2 * |\sigma_i^Q - \sigma_i^I| + w_3 * |S_i^Q - S_i^I|) \quad (5)$$

여기서  $w$ 는 각 모멘트의 비중을 얼마만큼 둘 것인가에 대한 가중치 값이다. 이상의 방법들은 칼라 객체들의 통계량에만 의존하므로 전혀 다른 두 영상도 같은 통계량을 가질 수 있고 이런 경우 검색에 오류가 발생한다는 단점이 있다. 이를 해결하기 위해 영상의 영역을 미리 정해진 부분 영역으로 분할하는 방법으로 공간 정보를 표현하고 각 영역에서 추출된 칼라 객체를 영역별로 비교하는 방법을 제시하였다.[14,15] 따라서 이러한 방법들은 1차 칼라 객체에 의한 영상 검색으로 분류할 수 있고 약간의 변형에는 강한 효율적인 방법이지만 이동 및 회전, 확대/축소된 영상에는 약한 방법이라 할 수 있다.

**2.3 2차 칼라 객체 관계를 이용한 방법**

이 방법은 1차 칼라 객체 관계를 이용한 방법의 한계를 극복하기 위해 제안된 것으로써 영상에 존재하는 화소들로부터 여러가지 통계량을 추출하여 칼라 객체로 만들고 그들 중 적당한 2개의 객체를 쌍으로 하여 새로운 관계를 만들고 이들을 1:1로 비교 검색하는 방법이다.[16,17] 이러한 예로 CPI(Color and Position Information) 방법은 같은 1차 관계를 갖는 서로 다른 영상의 분별력을 높이기 위해 화소 중심점간의 유클리디언 거리를 사용한 객체간의 2차 관계를 특징 벡터로 사용하였다.[16] 따라서 이 방법은 영상 내 칼라 객체의 이동과 회전에 덜 민감한 장점이 있다. 이 방법은 양자화된 히스토그램내의 각 버킷에 대하여 화소 값 자체를 저장하는 것이 아니라 화소의 좌표 값을 저장함으로써 칼라의 공간적인 분포 상태를 표현한다. 특히 화소간의 2차 관계인 화소 중심점들간의 유클리디언 거리를 비교함으로써 같은 칼라 분포를 갖는 서로 다른 영상을 구별하면서도 물체의 회전과 이동에 덜 민감하게 하였다.

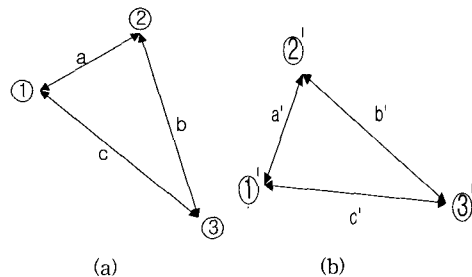


그림 1 길이 비교에 의한 검색(2차 관계)

그림 2에서 ①,②,③은 질의 영상(a)에서 각각 빈도수가 높은 1, 2, 3위 버킷 안에서의 평균 픽셀의 위치이고 ①',②',③'는 데이터베이스 속의 영상(b)에서의 각각 빈도수가 높은 1, 2, 3등 버킷 안에서의 평균 픽셀의 위치를 말한다. 거리 측정식은 다음과 같다.

$$D = \sum_{i=1}^3 |H_i - H'_i| + |a - a'| + |b - b'| + |c - c'| \quad (6)$$

따라서 평균 픽셀 간의 거리를 비교하는 것은 2차 칼라 객체를 비교하는 것으로서 이 방법은 이동 및 회전 변형된 영상 검색에 강할 수 있다. 특히 임의의 화소에서 특정 조건(거리)을 만족하는 화소들의 통계량을 구한 Correlogram 방법은 대량의 영상 데이터베이스에서 높은 성능을 보이고 있다.[17] 이 역시 거리 측정에 의한 2차 관계에 의한 검색 방법으로 분류할 수 있다.

### 3. 3차 칼라 객체 관계에 의한 방법

이상의 기존 연구 결과에 대한 분석은 각각의 방법이 각 응용 영역별로 장단점을 가짐을 알 수 있고 또한 3차 칼라 객체 관계를 이용한 내용 기반 영상 검색이 가능함을 알 수 있다.[18] 이 장에서는 본 논문에서 사용한 3차 칼라 객체를 설명하고 이를 이용하여 영상 검색을 하는 방법을 제안한다.

일반적으로 두 삼각형의 대응하는 세 각에 의한 비교는 이동 및 회전, 확대/축소에 무관하다. 따라서 주어진 영상에서 세 개의 적절한 칼라 객체를 추출하면 적은 양의 특징 벡터를 사용하면서도 영상 내 공간정보를 충분히 표현할 수 있으며 이동 및 회전, 확대/축소된 영상 검색에 장점을 가질 수 있다. 본 논문에서 3개의 칼라 객체는 3개의 우세 버킷 내 평균 위치를 사용하였다.

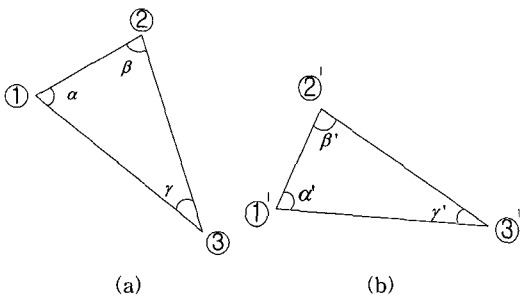


그림 2 각도 비교에 의한 검색(3차 관계)

그림 2는 본 논문에서 사용한 칼라 객체의 거리 차를 비교하는 개념도인데 여기서 ①,②,③은 질의 영상(a)에

서의 각각 빈도수가 높은 1, 2, 3등 버킷 안에서의 평균 픽셀의 위치이고 ①',②',③'는 데이터베이스 속의 영상(b)에서의 각각 빈도수가 높은 1, 2, 3등 버킷 안에서의 평균 픽셀의 위치를 뜻한다. CPI 방법에서의 2차 칼라 관계를 나타낸 그림 1과 식 6을 보면 물체의 회전과 이동에는 좋은 특성을 보이지만 크기 변화가 많은 영상에서는 좋은 결과를 얻기 힘들다. 본 논문의 3차 칼라 객체들 간의 관계를 이용한 그림 2와 식 10, 11, 12, 13에서는 두 삼각형의 각도간의 비교이기 때문에 크기 변화가 심한 영상에서도 좋은 검색 결과를 보여 준다. 이는 적은 특징 벡터를 이용하면서도 영상 내 공간 정보를 충분히 표현할 수 있는 방법이다.

제안한 방법은 영상을 총 24개의 양자화된 히스토그램 버킷으로 나누고 각 버킷에 대하여 히스토그램, 칼라 객체의 표준편차와 우세한 3개의 버킷에 대하여 각각의 평균 위치를 찾아 위치간의 각도를 특징 벡터로 사용한다. 전체 알고리즘은 영상 특징 추출 과정과 영상 검색 과정 두 부분으로 나누어져 있고 각 알고리즘의 플로우 차트는 그림 3과 그림 4와 같다.

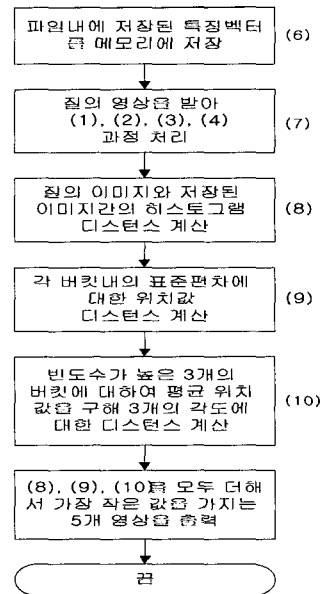


그림 3 영상 특징 추출 과정 플로우차트

영상의 특징 추출 과정을 수행하는 과정은 다음과 같다. 먼저 데이터베이스 속의 영상을 256×256 RAW 화일로 변환해서 처리하였다. 다음은 RGB칼라를 인간의 시각 특성과 유사한 HSI칼라로 변환한다. 변환식은 다

음과 같다.

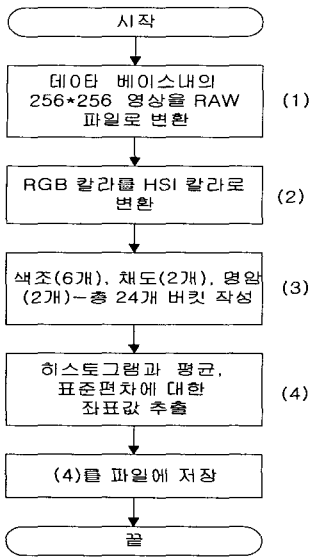


그림 4 영상 검색 과정 플로우차트

$$H = \cos^{-1} \left[ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right] \quad (7)$$

$$S = 1 - \frac{3}{(R+G+B)} [\min(R, G, B)] \quad (8)$$

$$I = \frac{1}{3} (R+G+B) \quad (\text{범위 : } 0 \sim 255) \quad (9)$$

여기서 H(Hue)는 색조로서 다양한 칼라 값을 각도로써 표현한 값으로서 0°에서 360°의 값을 갖는다. S(Saturation)는 채도로서 색조의 세기 값이다. 예를 들어 색조 값이 빨간색인 경우 S값이 1이면 완전한 빨간색(True Red Color)이 된다. 그리고 I(Intensity)는 화소의 밝기 값에 해당하고 255일 때 가장 밝은 흰색이 된다. 다음, 색조 값 6단계, 채도 2단계, 명도 2단계를 조합하여 총24개의 양자화된 히스토그램 버킷을 작성한다. 마지막으로 양자화된 히스토그램의 각 버킷 내에서 x, y좌표의 평균과 표준편차를 구하고 이를 색인 화일에 저장한다.

영상 검색 과정을 수행하는 프로그램은 질의 영상을 입력 받아 같은 방법으로 색인을 생성시키고 이 색인과 색인 파일내의 모든 값을 비교하여 거리 값이 작은 순서로 나열해주는 기능을 수행한다. 먼저 화일 내에 저장되어있는 특징 벡터(색인)를 메모리에 저장해 놓고 질의 영상을 받아서 그림 3의 (1)(2)(3)(4)과정을 처리해 주게 된다. 다음은 질의 영상과 저장된 영상간의 히스토그램

거리 차와 표준편차에 대한 위치 값 거리 차를 계산한다. 그리고 본 논문의 핵심 이론인 각도에 대한 거리 차를 구하는 부분인데 이는 빈도가 높은 3개의 버킷을 크기 순서로 정렬시켜 각 버킷의 평균위치를 구해 3개의 칼라 객체 간의 3차 관계인 각도를 구한다. 마지막으로 (8)(9)(10)의 결과를 합해 가장 작은 값을 가지는 5개의 영상을 출력해 준다. 본 논문에서 사용된 질의 영상과 영상 데이터베이스 속의 영상간의 특징 벡터 거리 측정식은 다음과 같다.

$$D = c_1 * D_H + c_2 * D_L + c_3 * D_\theta \quad (10)$$

여기서

$$D_H = \sum_{i=0}^m |H_i - H'_i| + \sum_{j=0}^m (|\sigma_{x_i} - \sigma'_{x_i}| + |\sigma_{y_j} - \sigma'_{y_j}|) \quad (11)$$

$$D_L = |a - a'| + |b - b'| + |c - c'| \quad (12)$$

$$D_\theta = |a - a'| + |\beta - \beta'| + |\gamma - \gamma'| \quad (13)$$

식 11은 히스토그램에 대한 거리, 즉 1차 관계를 나타낸 수식이고, 식 12는 빈도수가 가장 높은 상위 3개 버킷에 속하는 칼라 화소들의 평균 위치간의 길이에 대한 거리(2차 관계)이다. 마지막으로 식 13은 그 3평균 위치가 이루는 각도들에 대한 거리(3차 관계)이다.

## 4. 실험

### 4.1 실험 환경

제안된 방법을 검증하기 위해 도자기 영상과 자동차, 운동, 야구장, 골프, 지구, 새 등 26종류의 영상 350개를 사용하여 검색 실험을 실시하였다. (표 1) 첫 번째 실험에서는 차수 관계에 의한 검색 성능 비교를 위한 실험으로, 도자기 영상을 질의 영상으로 하여 회전, 이동, 축소·확대 실험을 하였고, 두 번째 실험에서는 각 방법별로 적합한 응용 영역을 밝히고 그들의 일반적인 검색 성능을 비교하기 위해 전체 영상을 질의 영상으로 하여 검색 결과를 정리하고(표 2) 각 그룹별 대표 영상의 질의에 대한 전형적인 검색 결과를 보였다. (표 3) 세 번째 실험에서는 두 번째 실험 결과 나타난 각 방법별로 우수한 경우에 대한 분석을 시도하였다. 각 입력 영상은 256×256 크기의 256칼라의 RAW영상을 사용하였다. 영상 데이터 베이스 속의 영상의 특징 벡터를 자동으로 추출해주는 프로그램으로 영상의 특징 벡터만을 인덱스 화일로 저장시켜놓고 검색을 할 때는 검색 프로그램에 질의 영상에 대한 파일명을 인자로 주면 질의 영상에서 인덱스 파일을 생성시켜 영상 DB 속의 인덱스 파일과 비교하여 거리 측정식에 의해 가장 작은 거리 값이 나

표 1 영상 자료 분류표

화일	분류	화일	분류	화일	분류
AS00	지구,달	CU00	밭거리	HR00	사냥
AT00	줄조각	CN00	인물화	HS00	집
AU00	자동차	CT00	소	MT00	화산
BB00	도자기	DC00	문장	NS00	항공사진
BD00	새	FA00	마을풍경	PE00	골목
BK00	운동	FS00	물고기	PL00	풀로
BO00	배	GD00	풍경	SJ00	만화
BS00	야구장	GF00	골프	SK00	스키
CR00	도로	GL00	소녀화		

표 2 전체 영상을 질의한 경우 검색 결과

	Stricker	CPI	3차관계
성공률(%)	38.8	53.6	55.6

표 3 그룹별 대표 영상을 질의한 경우 검색 결과

질의영상	Stricker	CPI	3차관계
as01	XXXOX	00000	00000
at01	XXXXX	XXXOX	XOXOO
au07	XXXXX	XXXXX	XXXXX
bb01	OXOOO	00000	00000
bd01	OXXXX	OXOXX	OXXXX
bk00	XXOXX	00000	00000
bo01	00000	0000X	OX000
bs02	XOXXO	OXXOO	0000X
car009	OXXXX	0000X	00000
cc01	XOXXXX	00000	00000
chu120	00000	0000X	000XX
cn01	XX000	OX000	000XO
ct01	XXXXXX	000XX	0000X
dc01	00000	00000	00000
fa01	OXXXX	OXXOX	OXXOX
fs01	XXXXXX	XXXXX	XXXXX
gf01	OX000	XXXXO	OX000
gl01	XXOXX	XXOXX	OXXXX
hr01	OXOXX	XXOXX	XOXOO
hs01	XXXXXX	XOXXX	XXXXX
mt01	00000	00000	00000
ns01	00000	00000	00000
p2021	XO000	00000	00000
pl03	OXOXO	OXXOX	0000X
sj000	00000	00000	00000
sk04	XXXXXX	OXXOX	OXXXX

은 5개의 영상에 대한 파일명과 영상을 정렬시켜 결과로 보여준다. 실험1에서는 배경으로 인한 버킷의 우선 순위의 변화를 지양하기 위해 영상의 배경은 제외시키고 영상 검색을 하였다. 또한 기하학적 변형과 차수별

알고리즘의 상호 관계를 명확히 하기 위해 제안 방법의 거리 측정식의 차수별 계수  $C_1, C_2, C_3$ 를 각각 0.1, 0.0, 1.0으로 하여 3차 관계를 강조하였다.(실험 2와 3에서는 모두 1.0으로 평준화함). 세 가지 실험 모두 Stricker, CPI, 3차 관계에 의한 방법에 대해서 각각 수행하여 비교, 검증해 보았다. 그림에서 결과는 Stricker, CPI, 3차 관계 방법 순으로 보였으며, 각 그림에서 좌상단은 질의 영상이며 나머지는 가까운 순서(유사도 값이 작은 순서)에 의한 검색 결과 영상들이다.

4.2 실험 1 : 각종 변형에 대한 검색 비교

기존의 내용기반 영상검색 방법과 제안한 방법을 가지고 원 영상과 원 영상의 이동 및 회전 그리고 크기(축소, 확대) 변형된 영상 3가지를 합하여 모두 4가지 영상에 대하여 실험을 하였다. 실험 결과 Stricker의 방법은 각각의 질의 영상에 대하여 1, 1, 0, 3개의 검색에 성공함으로써 대부분의 경우 결과가 좋지 못했다. CPI 방법은 각각의 질의에 대해 4, 4, 4, 3개의 검색에 성공함으로써 원 영상과 이동 및 회전 변형된 영상에 대해 좋은 검색 결과를 보였지만 크기 변형된 영상에 대해서는 다소 좋지 못한 결과를 보였다. 그러나 제안한 방법은 각각의 질의에 대해 3, 5, 5, 5개의 검색에 성공함으로써 원 영상에 대해서는 다소 좋지 못했지만 다른 모든 변형 즉 크기 변형을 포함한 이동 및 회전 변형된 영상에 대해서는 우수한 결과를 보여 주었다.(그림 5, 6, 7, 8) 이것은 Stricker의 방법, CPI 방법, 3차 관계에 의한 방법이 각각 1차, 2차, 3차 관계의 칼라 객체를 특징 벡터로 사용함으로써 각각의 변형에 대한 대처 능력을 나타낸다. 따라서 제안한 검색 방법이 기하학적 변형이 포함된 영상 검색에 유용할 수 있음을 보여주고 있다.

4.3 실험 2 : 각 방법별 적합한 영역 및 검색 성능 비교

두 번째 실험에서는 각 방법 별로 적합한 응용 영역을 밝히고 그들의 일반적인 검색 성능을 비교하기 위해 전체 영상을 한번씩 질의하였다. 검색 결과로 나온 영상이 질의 영상과 같은 그룹에 속할 경우 검색에 성공한 것으로 간주하고 5개 중 성공의 경우가 몇 개인가를 성공률로 하여 검색 결과를 정리하였다.(표 2) 표에서 알 수 있듯이 전체적으로 Stricker의 방법보다는 CPI 방법이 우수하였고 다시 그 보다는 3차 관계를 이용한 본 연구에서 제안한 방법이 더 우수하였다. 이는 차수가 올라갈수록 낮은 차원을 포함하므로 당연한 결과라 할 수 있다. 그러나 모든 경우에 있어서 그런 것은 아니고 각 방법 마다 적합한 영역이 존재하고 이 경우 각기 저마다 우수한 성능을 보여주었다. 이 같은 경우를 보이기 위해 각 그룹별 대표 영상의 질의에 대한 전형적인 검

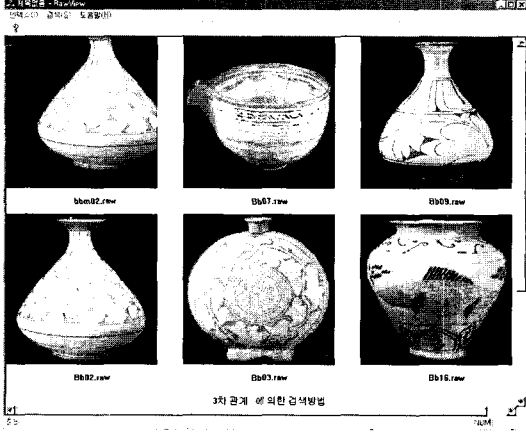
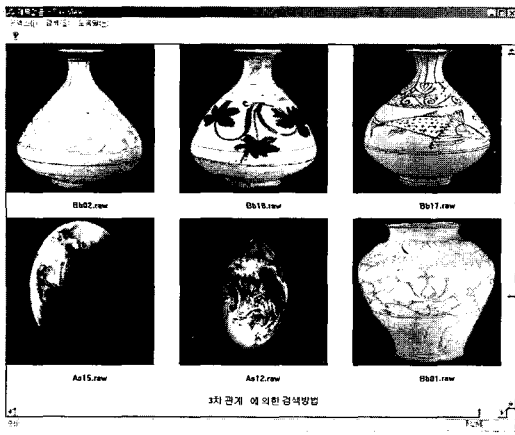
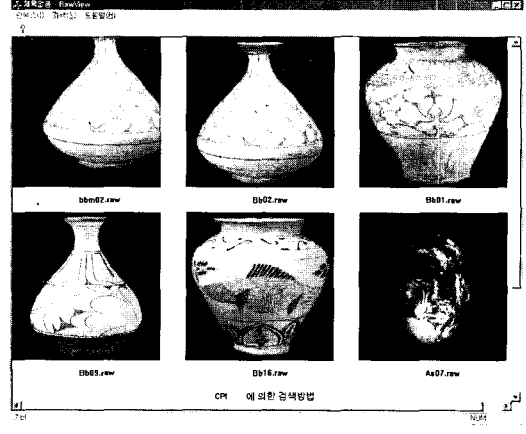
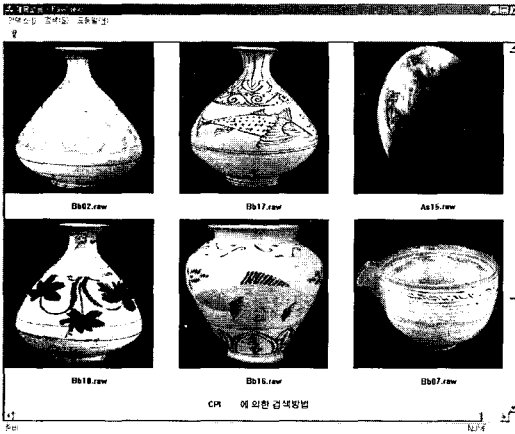
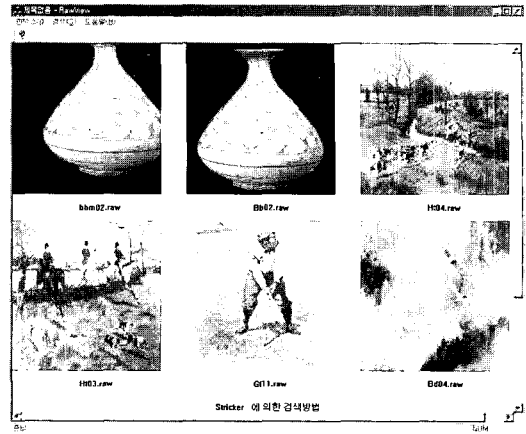
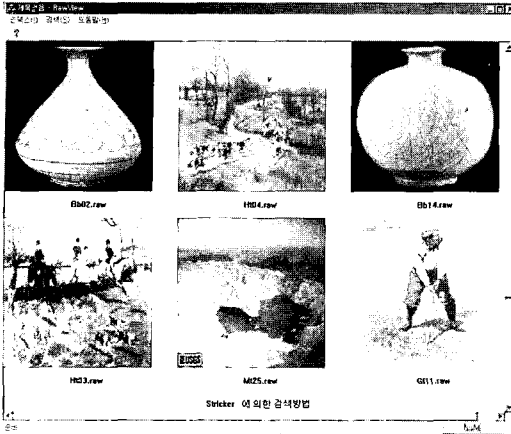


그림 5 원 영상에 대한 검색 결과

그림 6 이동 변형 영상에 대한 검색 결과

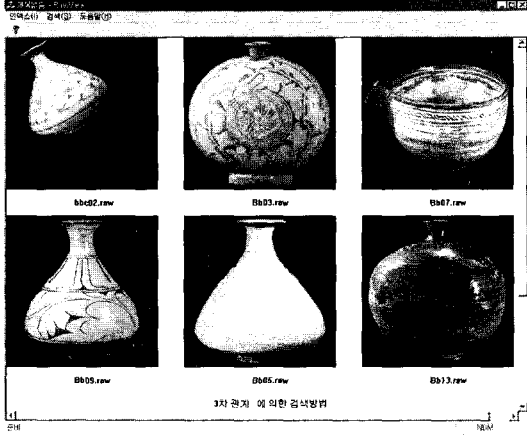
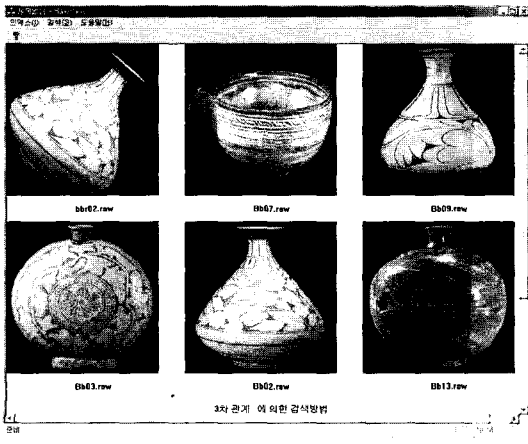
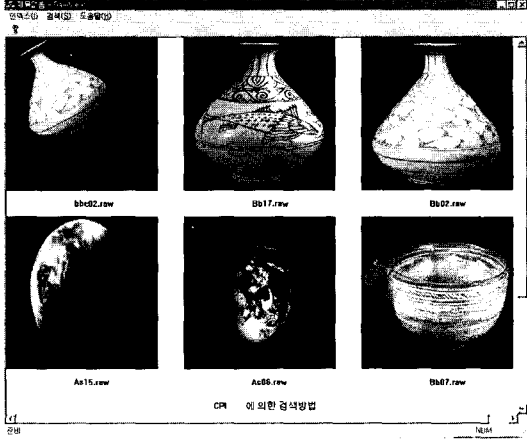
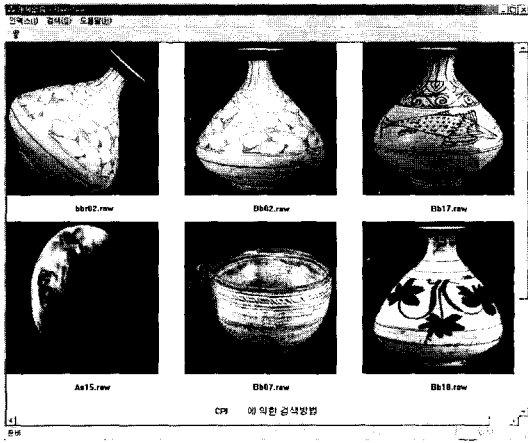
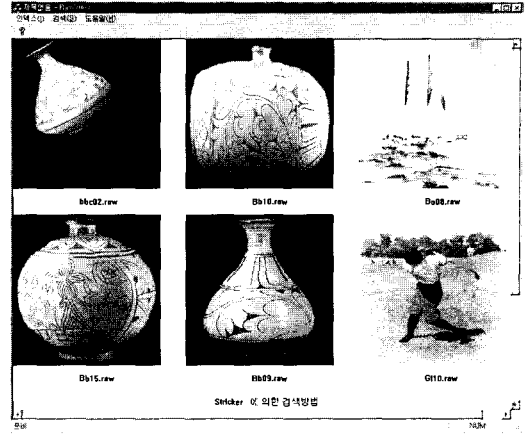


그림 7 회전 변형 영상에 대한 검색 결과

그림 8 복합 변형 영상에 대한 검색 결과



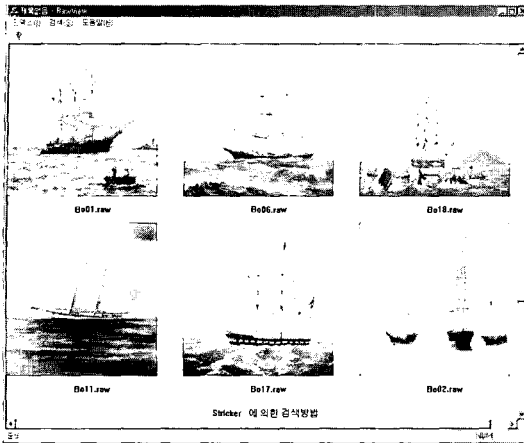


그림 9 Stricker 방법이 우수한 경우 예

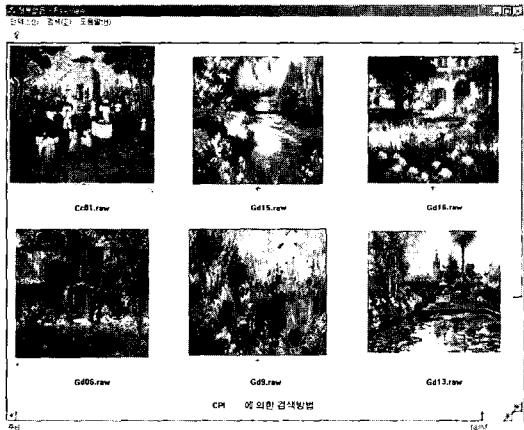


그림 10 CPI 방법이 우수한 경우 예

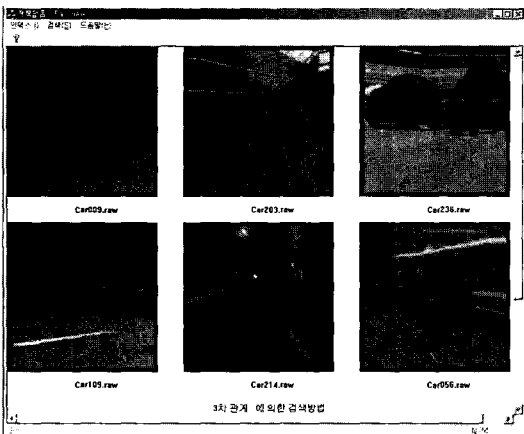
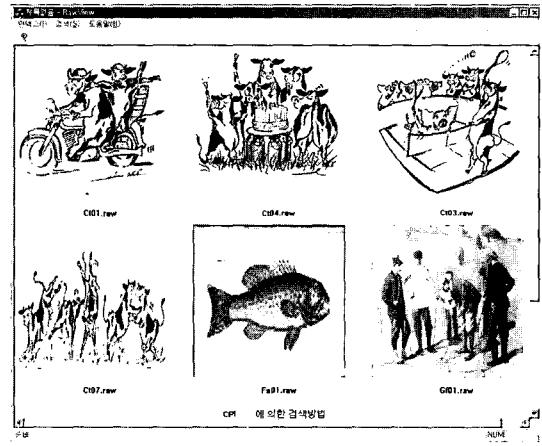


그림 11 3차 관계가 우수한 경우 예(1)

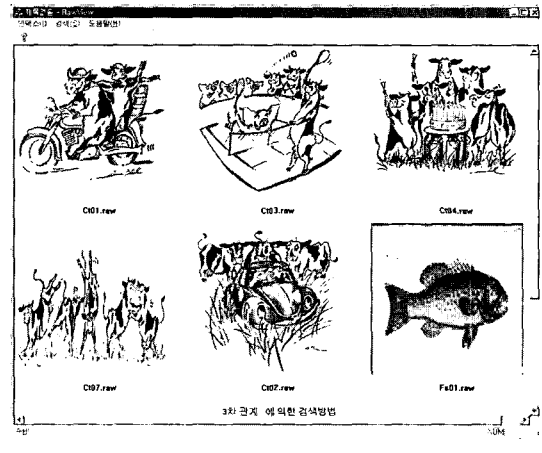


그림 12 3차 관계가 우수한 경우 예(2)

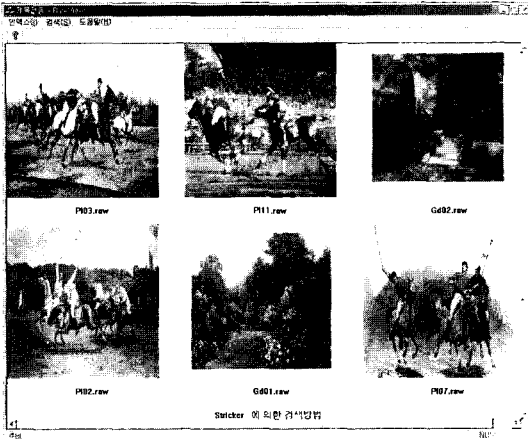


그림 13 3차 관계가 우수한 경우 예(3)

색 결과를 보였다.(표 3) 표에서 O는 같은 그룹 즉 유사한 영상을 나타내고 X는 다른 그룹의 영상이 검색되었음을 나타낸다. 제안된 방법은 대체적으로 우수한 결과를 보이고 있지만 특히 돌조각, 야구장, 자동차(그림 11), 소(그림 12), 폴로(그림 13)등에 대하여 기존의 방법보다 훨씬 우수한 결과를 보이고 있다.

4.4 실험 3 : 적합 영역 분석

본 실험에서는 실험 2 에서 방법 별로 우수한 경우가 어떤 경우인지를 알아보기 위해 각 방법 중 결과가 다른 방법보다 우수한 그룹 내 임의의 영상에 대한 질의 결과를 보였다.(그림 9, 10, 11) Stricker의 방법은 검색 시 질의 영상과 데이터베이스 속의 영상의 비교를 4 구역으로 나누어 실시하므로 그림 9의 경우 영상의 좌상단과 우상단은 하늘, 좌하단과 우하단은 바다, 중앙은 범선으로 1:1 비교가 유리한 경우에 해당함을 알 수 있다. CPI 방법은 각 구역 별 지역적 특성과 상관없이 전체적인 특징의 거리 관계를 비교하므로 그림 10과 같은 정원 그림을 비교하는 경우 구역별로는 칼라 분포가 차이가 있어 Stricker의 방법으로는 검색이 곤란하지만 칼라 특성의 분포가 전체적으로 모두 유사하므로 CPI 방법은 우수한 결과를 보이고 있다. 마지막으로 본 연구에서 제안한 방법은 CPI 방법과 원리는 유사하지만 3차 관계를 이용함으로써 일반적으로 우수한 결과를 얻을 수 있었다.(그림 11, 12, 13). 그림 12 와 13 은 다른 방법의 결과도 함께 보였다.

5. 결론

기존의 칼라 특성을 이용한 내용 기반 영상 검색은 색인을 만들기가 용이하고 검색 성능도 다른 특성에 비해 뛰어나며 일반성도 높아 많은 연구와 함께 여러 시스템에서 사용되었다. 그러나 칼라 특성의 다양성으로 연구의 폭이 너무 넓고 상호간의 성능 비교가 어려워 어떤 방법이 어느 응용 영역에 유효한지를 가늠하기 어려웠다. 이에 본 논문에서는 기존의 칼라 특성을 이용한 내용기반 영상 검색 방법들을 그들이 사용한 칼라 객체 간의 관계를 기준으로 분류함으로써 각 방법에 적합한 응용 영역을 밝히고 그 결과 일반적인 기하학적 변형에 강한 3차 칼라 객체 관계를 이용한 영상 검색 방법을 제안하였다. 객체 간의 관계는 그들이 문제 해결에 사용된 최소 인자의 수에 따라 차수로 표현되며 각 차수 별로 적용 가능한 응용 영역이 정해질 수 있다는 성질을 이용하여 기존의 방법을 분류하였다. 그 결과 기존 방법은 2차 관계까지 연구되었음을 알 수 있었고 이를 토대로 3차 관계에 기반한 방법을 제안할 수 있었다. 제안된

방법은 3차 관계를 이용함으로써 영상내 색인에 사용된 칼라 객체가 이동 및 회전, 확대/축소 변형된 경우에도 안정적으로 검색할 수 있었다. 실제로 실험 결과 기존의 방법들 즉 1, 2차 칼라 객체 관계를 사용한 방법은 이동 및 회전 변형된 검색 실험에서는 모두 유사한 검색 결과를 보였으나 확대/축소 실험에서는 본 논문이 제시한 방법이 더 좋은 검색 결과를 보였다. 또한 본 논문에서 제시한 3차 칼라 객체 관계 즉, 선정된 세 개의 칼라 객체가 만든 삼각형의 세 각에 의한 영상 검색 방법은 간단한 연산을 사용하여 배경이 복잡하지 않은 다양한 영상 내의 이동 및 회전, 크기 변형에 무관한 유사 영상을 검색하는데 적은 특징 벡터를 사용함으로써 계산량에 있어서도 유리함을 보여주었다. 이로써 임의의 응용 영역에 적용 가능한 1,2,3차 관계식을 모두 포함시킨 후 각 차수별 계수를 사용자가 응용 영역별로 조정할 수 있는 범용 유사도 측정식을 제안할 수 있었다.

본 연구는 제한된 영상 데이터베이스에 대해 논리적인 이론에 기반하여 실행되었다. 따라서 규모가 큰 영상 데이터베이스에서 실용성 실험이 필요하다. 또한 칼라 객체의 선정에서 배경을 칼라 객체에 포함할 것인가 여부가 검색 성능에 큰 영향을 미칠 수 있다. 따라서 배경이 영상 검색에 미치는 영향에 대한 연구가 필요하다. 아울러 내용 기반 영상 검색은 정확한 답을 찾기 보단 유사한 영상을 포함한 답을 찾는 것이므로 검색 결과 영상들과 질의 영상과의 유사 정도가 시스템 성능에 큰 영향을 미친다. 본 논문에서 제시한 방법은 칼라에 기반한 방법이므로 전혀 다른 영상도 같은 칼라 분포를 갖는 경우 유사한 것으로 판정되어 검색 성능을 나쁘게 할 수 있다는 문제를 갖고 있다(대대일 사상 문제). 이것은 칼라 기반 영상 검색이 지닌 일반적인 한계이지만 칼라 기반 방식의 효능이 이미 인정되고 있으므로 정확성을 올리기 위해서는 다른 방법과의 보완적인 사용이 필요하다. 특히 검색시 사용자의 의지를 반영할 수 있는 수단이 필요하다. 즉 사용자의 검색 결과에 대한 평가를 시스템이 스스로 학습하여 검색 결과에 다시 반영할 수 있는 적응형 학습 시스템에 대한 연구가 필요하다.

### 참 고 문 헌

- [1] 유성준, "멀티미디어 정보검색기술동향", *전자공학회지*, Vol. 25, No 8, pp761~771, 1998.
- [2] 노형기, 황본우, 문종섭, 이성환, "내용기반 영상 정보 검색 기술의 현황", *대한전자공학회지*, Vol.25. No.8, pp798~806, 1998.
- [3] Venkat N. Gudivada, "Content-Based Image Retrieval Systems," *IEEE Computer*, pp.18-22, Sep., 1995.
- [4] Myron Flickner, "Query by Image and Video Content:The QBIC System," *IEEE Computer*, pp.23-32, Sep., 1995.
- [5] Anne Brink, "Heterogeneous Multimedia Reasoning," *IEEE Computer*, pp.33-39, Sep., 1995.
- [6] Virginia E. Ogle, "Chabot:Retrieval from a Relational Database of Image," *IEEE Computer*, pp.40-48, Sep., 1995.
- [7] Rohini K. Srihari, "Automatic Indexing and Content-Based Retrieval of Captioned Images," *IEEE Computer*, pp.49-56, Sep., 1995.
- [8] 염성주, 김우생, "형태와 컬러 성분을 이용한 효율적인 내용 기반의 이미지 검색 방법", *한국정보처리학회논문지*, 제3권, 제4호, pp.733-744, Jul., 1996.
- [9] 최현섭, 김철원, 김성동, 최기호, "텍스처 패턴과 윤곽점 기울기 성분을 이용한 내용기반 화상 검색 시스템의 설계 및 구현", *한국정보처리학회논문지*, 제4권, 제1호, pp.54-66, Jan., 1997
- [10] 이동호, 송용준, 김형주, "SCARLET: 웨이브릿 변환을 이용한 내용 기반 이미지 검색 시스템의 설계 및 구현", *정보과학회논문지(C)*, 제3권, 제4호, pp.353-364, Aug., 1997.
- [11] 정의훈, 최형일, "색인 트리에 의한 영상자료의 유사성 검색", *정보과학회논문지(B)*, 제23권, 제9호, pp.982-990, Sep., 1996.
- [12] Michael J. Swain, Dana H. Ballard, "Color Indexing," *International Journal of Computer Vision*, 7:1, pp.11-32, 1991
- [13] Markus Stricker, Markus Orenko, "Similarity of Color Images," *SPIE 95*, Vol. 2420, pp.381~392, 1995.
- [14] Markus Stricker and Alexander Dimai, "Color Indexing with Weak Spatial Constraints," *SPIE 96*, San Jose, 1996.
- [15] Dawn, Xiaodong, Song, "CBA--A New Content Based Comparison Algorithm," <http://www.cs.cornell.edu/info/people.skyxd/paper1.html>.
- [16] 김진숙, 김호성, "색과 공간정보를 이용한 영상 검색 방법", *한국정보과학회 가을 학술발표논문집*, Vol. 24, No .2, pp.483~486, 1997.
- [17] Jing Huang, S Ravi Kumar, Mandar Mitra, "Combining Supervised Learning with Color Correlograms for Content-Based Image Retrieval," *ACM Multimedia 97 Seattle*, pp.325 ~ 334, 1997.
- [18] 권희용, 최재우, 이인행, 조동섭, 황희용, "3차 칼라 오브젝트 관계에 의한 내용 기반 영상 검색", *1998년도 한국정보과학회 가을 학술발표 논문집*, Vol. 25. No. 2. pp.500~502. 1998.
- [19] [Mins 69] M. Minsky, S Papert, *Perceptrons*, Cambridge, MA., MIT Press, 1969.
- [20] Heeyong Kwon, Byeongcheol Kim, Heeyeung Hwang and Dongsub Cho, "Scale and Rotation Invariant Pattern Recognition using Complex-Log

Mapping and Augmented Second Order Neural Network," *IEE Electronics Letters*, Vol.29, No.7, pp.620-621, 1993.



**권희용**

1993년 8월 서울대학교 컴퓨터공학과 공학박사. 1986년 5월 ~ 1995년 8월 한국통신 연구개발원 선임연구원. 1995년 9월 ~ 1997년 8월 안양대학교 컴퓨터학과 전임강사. 1997년 9월 ~ 현재 안양대학교 컴퓨터학과 조교수. 관심분야는 신경망 이론 및 응용, 패턴 인식

신경망 이론 및 응용, 패턴 인식



**황희용**

1934년 3월 3일생. (음력 1월 17일). 1960년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사). 1964년 2월 서울대학교 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1974년 4월 서울대학교 대학원 박사과정 졸업(공학박사). 현재 호서대학교 전자공학과 교수. 호서대학교 연구 처장. 호서대학교 반도체국산화연구소 소장. 충남 테크노파크 상임 위원. 서울대학교 명예교수. 관심분야 멀티 미디어, 컴퓨터 네트워크, 마이크로프로세서 등.

호서대학교 연구 처장. 호서대학교 반도체국산화연구소 소장. 충남 테크노파크 상임 위원. 서울대학교 명예교수. 관심분야 멀티 미디어, 컴퓨터 네트워크, 마이크로프로세서 등.



**최재우**

1997년 2월 호서대학교 전자공학과 졸업(학사). 1999년 2월 호서대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사). 현재 호서대학교 전자공학과 박사과정, 호서대학교, 김포대학 강사. 관심분야는 멀티미디어, computer vision, MPEG

computer vision, MPEG



**이인형**

1993년 2월 ~ 1997년 2월 호서대학교 전자공학과 졸업(학사). 1997년 2월 ~ 1999년 2월 호서대학교 전자공학과 대학원 졸업(석사). 1999년 9월 ~ 현재 단국대학교 재료공학과 박사과정, 테크원기술연구소 근무. 관심분야는 멀티미디어

(Security System), 영상검색, 신경망, 반도체 재료



**조동섭**

1979년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업(학사). 1981년 2월 서울대학교 공과대학 전기공학과 졸업(석사). 1986년 2월 서울대학교 공과대학 컴퓨터공학과 졸업(박사). 1985년 2월 ~ 현재 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수. 1994년 3월 이화여자대학교 기획차장. 1994년 ~ 현재 대검찰청 과학수사자문위원(컴퓨터분야). 1996년 2월 ~ 1997년 2월 캘리포니아대학교(Irvine) 객원교수. 1997년 3월 ~ 1998년 2월 공학연구소장. 1999년 3월 ~ 현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터전자공학부장. 관심분야는 고성능 컴퓨터구조 설계, 멀티미디어 콘텐츠 및 시스템의 성능 분석, 인터넷교육 모델링, 웹기반 지식정보 관리(XML, 전자상거래), 지능형 제어시스템, 3차원 실시간 애니메이션, 컴퓨터그래픽스

이화여자대학교 기획차장. 1994년 ~ 현재 대검찰청 과학수사자문위원(컴퓨터분야). 1996년 2월 ~ 1997년 2월 캘리포니아대학교(Irvine) 객원교수. 1997년 3월 ~ 1998년 2월 공학연구소장. 1999년 3월 ~ 현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터전자공학부장. 관심분야는 고성능 컴퓨터구조 설계, 멀티미디어 콘텐츠 및 시스템의 성능 분석, 인터넷교육 모델링, 웹기반 지식정보 관리(XML, 전자상거래), 지능형 제어시스템, 3차원 실시간 애니메이션, 컴퓨터그래픽스