

물체 분할 기법을 이용한 내용기반 영상 검색

A Content-Based Image Retrieval using Object Segmentation Method

송 석 진, 차 봉 현, 김 명 호, 남 기 곤, 이 상 옥, 주 재 흠

SeokJin Song, BongHyun Cha, MyungHo Kim, KiGon Nam, SangWook Lee, JaeHum Ju

요 약

현재 사회전반에 걸쳐 급격히 증가하고 있는 멀티미디어 정보를 효율적으로 관리, 활용할 수 있는 방법이 다양하게 연구되고 있다. 본 논문에서는 정지영상 검색을 위해 사용자가 질의(query)를 요구하면 질의 물체를 배경으로부터 분할한 후 유사물체를 영상 데이터베이스 내에서 검색할 수 있는 내용기반 영상검색 시스템을 구현하였다. 질의영상이 들어오면 우선 메디안 필터링 처리를 하여 잡음 제거한 후 캐니 에지 탐지법으로 물체의 에지를 구한다. 그리고 볼록 다각형 기법을 이용하여 배경으로부터 질의물체를 분할한다. 분할된 영상으로부터 컬러 히스토그램을 구한 후 데이터베이스내의 영상과 히스토그램 인터섹션을 하여 유사치를 구한다. 또한 공간적 그레이 분포와 질감특성을 추출하기 위해 분할된 영상을 그레이 영상으로도 변환시켜 웨블릿 변환한 후 밴디드 오토코릴로그램과 에너지를 구해 유사치를 구한다. 이렇게 구한 유사치를 더해 최종 유사영상을 검색하는데 물체 분할기법을 사용함으로써 배경에 강인할 뿐 아니라 보다 정확한 물체 검색이 가능하였다.

Abstract

Various methods have been studying to maintain and apply the multimedia inform abruptly increasing over all social fields. in recent years. For retrieval of still images , we is implemented content-based image retrieval system in this paper that make possible to retrieve similar objects from image database after segmenting query object from background if user request query. Query image is processed median filtering to remove noise first and then object edge is detected it by canny edge detection. And query object is segmented from background by using convex hull. Similarity value can be obtained by means of histogram intersection with database image after securing color histogram from segmented image. Also segmented image is processed gray convert and wavelet transform to extract spacial gray distribution and texture feature. After that, Similarity value can be obtained by means of banded autocorrelogram and energy. Final similar image can be retrieved by adding upper similarity values that it make possible to not only robust in background but also better correct object retrieval by using object segmentation method.

Key words : Histogram intersection, Autocorrelogram, Convex Hull, Canny Edge

I. 서 론

현재 사회전반의 다양한 응용분야에서 디지털화된 정보들은 기하급수적으로 양산되고 있다. 특히 디지털 영상, 동영상, 음성 데이터 등과 같은 비정형 멀티미디어 정보의 활용은 대용량 저장장치, 컴퓨터 처리속도 향상, 초고속 통신망구축, 그리고 정보처리 기술등의 발전으로 가

능해졌다. 따라서 이를 체계적이고 효율적으로 데이터베이스에 저장하고 관리할 필요가 대두되었다. 그러나 디지털 멀티미디어 정보는 양적으로도 엄청나며 분산화 되어 관리가 용이하지 않고 기존의 정보관리 시스템보다는 데이터의 저장, 전송, 디스플레이 등에 있어 성능이 우수해야 한다. 가장 이상적인 정보시스템은 기존 정보시스템의 유용한 기능과 계층적 저장시스템 지원기능, 그리고 내용기반 정보검색 기능을 밀접하게 통합시킨 형태를 갖춰야 한다. 영상검색 기술은 영상을 분석하여 특징을 추출한

다음 이를 색인화하는 기술과 유사한 특징을 가지는 영상을 검색하는 기술로 크게 두 가지로 나눌 수 있다[1]. 그리고 영상검색을 하는 방법에 있어서는 의미론적 접근 방법 그리고 문자기반 및 내용기반 접근방법이 있다.

첫째, 의미론적 접근방법은 영상을 추상화된 특징들로 표현하는데 제한된 환경내에서 사용된다.

둘째, 문자기반 영상검색 방법(text-based image retrieval method)으로 직접 입력한 키워드를 이용하는 키워드 매칭의 방법이다. 그러나 색인정보의 일관성, 객관성이 보장되지 않는다.

세째, 내용기반 영상검색 방법(content based image retrieval method)은 둘째 방법을 보완하기 위해 질의클래스(query class)를 영상에서 추출한 색상, 질감, 모양, 공간정보 등의 특징에 두고 검색한다. 따라서 상표 데이터베이스 관리, 미술 갤러리 관리 등의 용도에 효과적이다. 하지만 한 가지 영상특징만을 사용하는 검색방법은 영상의 내용이 복잡해지고 비교할 영상이 많을수록 한계를 가진다. 따라서 최근에는 이들 특징들을 조합할 뿐 아니라 지식기반 시스템(knowledge-based system), 영상처리, DB관리 시스템, 정보검색 시스템 등 다양한 분야에서 아이디어를 모색하고 있다[2]. 대표적인 영상검색 시스템으로는 IBM에서 개발한 QBIC가 있는데 내용과 더불어 스케치, 사용자가 구성한 질의화상, 칼라, 레이아웃이나 구조적 묘사, 예제화상, 아이콘이나 그래픽 정보를 기반으로 하여 대규모 데이터베이스 질의가 가능하도록 개발하였다[3]. 그리고 Virage사에서 개발한 Virage는 API를 제공하는 텍스트, 정지영상 및 동영상 검색엔진이다[4]. 또한 미국 Columbia대학의 VisualSEEK는 인터넷에서 정보를 검색할 수 있다[5].

본 논문에서는 사용자가 시각적인 예를 제시하는 방식(query by example)으로 영상내의 질의를 원하는 물체영역을 선택하면 이를 배경으로부터 물체를 분할한다. 그리고 분할된 물체영역에서 색상정보, 공간적 그레이분포 및 질감특성을 추출하여 영상 데이터베이스 내에서 유사 물체를 검색 가능하게 구현하였다. 이때 영상 데이터베이스내의 영상들을 미리 분할하여 특성 라이브러리(feature library)내에 자동 색인화하여 고속 검색을 시도하였다.

II. 볼록 다각형(Convex Hull)을 이용한 물체 분할

전체 블록도는 그림 1과 같다. 질의영상은 메디안 필터링과 캐니 에지 탐지과정을 거쳐 배경이 제거된 물체의 에지를 나타내게 되고 이를 볼록 다각형 기법으로 물체

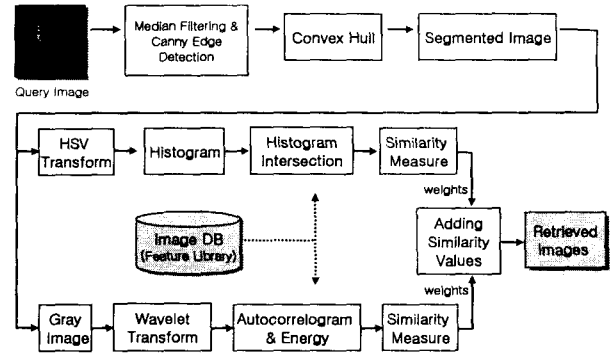


그림 1. 전체 블록도
Fig 1. General Block Diagram

를 분할한다. 그리고 분할 영상에서 HSV 변환시킨 후 히스토그램을 구하고 공간적 그레이분포 및 질감특성을 추출하기 위해 오토코릴로그램과 에너지를 구한다. 이렇게 구한 데이터를 이용하여 데이터베이스내의 영상들과 유사치를 구해 최종 유사영상을 출력한다.

1. 캐니 에지 탐지법(Canny Edge Detection)

질의 영상에는 잡음이 포함될 수 있으므로 전처리 과정이 필요하다. 일반적으로 잡음을 제거하기 위해서 저주파 통과 필터를 이용하는데 이것은 가우시안 잡음을 제거하는데 적합하지만 솔트 및 페퍼 잡음, 임펄스 잡음을 제거하기 위해서는 적합하지 않다. 따라서 비선형 영역처리 기법인 메디안 필터를 사용하여 전처리하여 이런 단점을 보완하고 기존의 에지들을 좀 더 상세하게 보존한다[6]. 그 다음 캐니 에지 탐지법으로 전처리된 영상에서 에지를 구하는데 잡음감소와 에지 국소화 사이를 최적화시키고 백색잡음에 의해서 붕괴된 계단형 에지에도 효과적이다. 알고리즘 과정은 1)이미지와 가우시안의 컨벌루션을 수행 2)기울기 크기 및 방향을 계산 3)비-최대값 억제에 의한 에지들의 국소화 4)히스테리시스 문턱치(Hysteresis thresholding)에 의한 가짜 에지들의 제거를 거친다[7]. 이때 배경이 포함된 영상에서도 강한 물체분할을 위해 문턱치를 조정한다. 그리하여 배경의 약한 에지는 제거되고 물체의 강한 에지만을 나타내게 한다.

2. 볼록 다각형 기법(Convex Hull Method)

캐니 에지 탐지법을 거친 에지는 물체 전체의 윤곽을 나타내는 것이 아니고 그림 2(b)에서 보듯 물체의 강한 에지만이 나타나는 끊어진 에지이다. 따라서 다음과 같은 볼록 다각형 알고리즘을 사용하여 그림 2(c)처럼 배경으

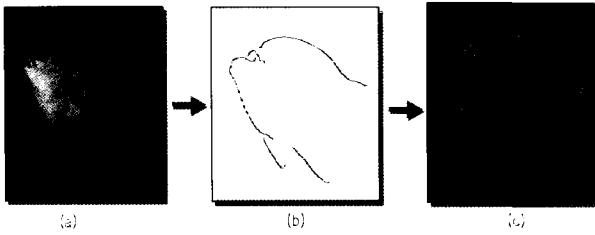


그림 2. (a) 전처리된 영상 (b) 캐니 에지 결과
(c) 분할된 그림

Fig 2. (a) Preprocessed Image (b) Canny Edge Result
(c) Segmented Image

로부터 물체를 분할한다.

<알고리즘 절차>

1. 가로방향으로 스캔을 하여 좌우의 볼록 셋(convex set)을 검출한다.
2. 세로방향으로 스캔하여 상하의 볼록 셋을 검출한다.
3. 위에서 구한 상하좌우의 다각형 셋을 AND처리하여 공통되는 볼록 셋만을 찾는다.
4. 공통되는 볼록 셋에서 외곽 부분만을 차례로 연결하여 볼록 다각형을 구한다.

질의물체 내에 여러 색상과 에지가 있고 배경이 포함된 영상이라도 캐니 에지 탐지법과 볼록 다각형 기법을 사용하여 배경과 물체내부의 에지를 제외하고 원하는 물체의 윤곽을 연결하여 물체를 분할한다.

III. 히스토그램 인터섹션을 이용한 색상 유사도 측정

분할된 영상으로부터 색상 성분을 구하기 위해 HSV 변환시킨 후 히스토그램을 구해 데이터베이스영상들과 히스토그램 인터섹션을 취해 유사도를 구한다.

1. HSV변환 (HSV transformation)

선택된 질의영상은 HSV 좌표계로 변환되는데 이는 인간의 색인지를 가장 잘 표현해 주며 통일성(uniformity), 간결성(compactness), 완전성(completeness), 자연성(naturalness)을 모두 만족시킨다. Travis 방식으로 HSV 좌표계로의 변환은 식(1)과 같다[8].

그림 3에서 보듯이 RGB 좌표계의 한 픽셀이 HSV 좌표계로 변환시 Y축(V)의 명도단계와 X축(S)의 채도단계에

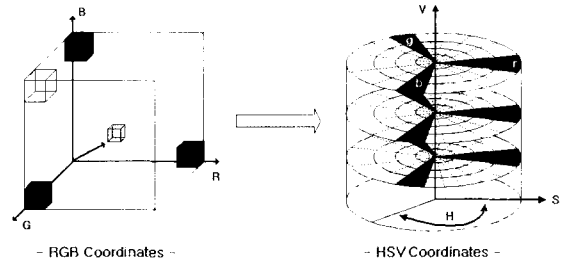


그림 3. HSV 좌표계 변환

Fig 3. HSV coordinates transformation

따라 변환되고 축의 끝으로 갈수록 값이 커진다. 그리고

$$V = \max(r, g, b), \quad S = \frac{V - \min(r, g, b)}{V}$$

$$r' = \frac{V - r}{V - \min(r, g, b)}, \quad g' = \frac{V - g}{V - \min(r, g, b)},$$

(with r', g', b')

$$h = 5 + b', \text{ if } r = \max(r, g, b) \text{ and } g = \min(r, g, b)$$

$$1 - g', \text{ if } r = \max(r, g, b) \text{ and } g \neq \min(r, g, b)$$

$$1 + r', \text{ if } g = \max(r, g, b) \text{ and } b = \min(r, g, b)$$

$$3 - b', \text{ if } g = \max(r, g, b) \text{ and } b \neq \min(r, g, b)$$

$$3 + g', \text{ if } b = \max(r, g, b) \text{ and } r = \min(r, g, b)$$

$$5 - r', \text{ otherwise}$$

$$H = h \times 60$$

각도(H)에 따라 색상이 달라진다. 제안한 방법에서는 HSV변환을 위해 채도(S)는 $0.1 \leq S < 0.4$, $0.4 \leq S < 0.7$, $0.7 \leq S \leq 1.0$ 로 하고 명도(V)는 $0.1 \leq V < 0.4$, $0.4 \leq V < 0.7$, $0.7 \leq V \leq 1.0$ 로 각각 3레벨 분할하여 정확하고 세밀한 색상분석이 되도록 양자화 하였다. 그리고 색상(H)는 먼셀(Munsell) 색상환에 따라 20색상 범위로 나누어 컬러 매핑표에 배정하였다[9]. 또한 무채색은 따로 컬러 매핑표에 5레벨로 할당하여 모두 185레벨로 양자화 하였는데 그중 몇 가지 색은 표 1에 나타내었다.

2. 대표색상을 이용한 컬러 히스토그램 인터섹션

히스토그램은 적은 계산량으로 색상분포에 대한 유사성을 효율적으로 비교할 수 있다. 따라서 Swain과 Ballard가 제안한 히스토그램 인터섹션 기법으로 유사도를 측정한다[10].

표 1. 컬러 매핑표

Table 1. Color mapping table

색상(Color)	색도	채도	명도
빨강	$0 \leq H < 18$	$0.1 \leq S \leq 1.0$	$0.1 \leq V \leq 1.0$
노랑	$72 \leq H < 90$	$0.1 \leq S \leq 1.0$	$0.1 \leq V \leq 1.0$
녹색	$144 \leq H < 162$	$0.1 \leq S \leq 1.0$	$0.1 \leq V \leq 1.0$
파랑	$216 \leq H < 234$	$0.1 \leq S \leq 1.0$	$0.1 \leq V \leq 1.0$
보라	$288 \leq H < 306$	$0.1 \leq S \leq 1.0$	$0.1 \leq V \leq 1.0$
흰색	Don't Care	$0 \leq S < 0.1$	$0.8 < V \leq 1.0$
밝은회색	Don't Care	$0 \leq S < 0.1$	$0.6 < V \leq 0.8$
회색	Don't Care	$0 \leq S < 0.1$	$0.3 < V \leq 0.6$
어두운회색	Don't Care	$0 \leq S < 0.1$	$0.1 \leq V \leq 0.3$
검정색	Don't Care	Don't Care	$0 \leq V < 0.1$

두 영상의 유사도 S 는 식(2)와 같이 표현된다.

$$S = \sum_{j=1}^n \text{Min}(H_q(j), H_t(j)) \quad (2)$$

여기서 $H_q(j)$ 와 $H_t(j)$ 는 각각 질의영상과 타겟영상의 히스토그램이고 j 는 빈을 나타낸다. 하지만 분할할 때 조금 포함된 배경색을 제거하며 계산량을 줄이기 위해 식(3)처럼 유사도 S_H 는 질의영상의 히스토그램 H_q 에서 가장 큰 빈 값을 가지는 10가지 색상을 대표색상으로 선택하여 타겟영상의 히스토그램 H_t 와 컬러 히스토그램 인터섹션을 취한다.

$$S_H = \sum_{j=s_1}^{s_m} \text{Min}(H_q(j), H_t(j)) \quad (3)$$

s 는 질의영상 히스토그램 H_q 의 빈들 중에서 가장 큰 값을 가지는 10가지 빈으로 이는 대표색상을 의미한다. 그리고 식(3)의 유사도 값을 정규화(normalize) 시키는데 값이 클수록 유사도가 큰 영상이다.

IV. 웨블릿 변환 통한 그레이 성분의 유사도 측정

그레이영상을 웨블릿 변환시킨 다해상 그레이 영상에서 수평수직 저역통과 필터를 적용한 LL영역은 원 영상의 정보를 가진 축소영상이다. 따라서 오토코릴로그램을 구

해 계산량과 시간을 줄인다. 그리고 LH, HL, HH 각각의 대역에서 에너지를 구해 질감특성들을 추출한다.

1. 웨블릿 변환

웨블릿 이론의 주된 개념은 스케일링 함수(scaling function)와 웨블릿 함수의 확장(scaling)과 천이(translating)에 있으며 웨블릿 변환의 기저함수(basis function)는 스케일링 함수 $\phi(x)$ 의 스케일링 매개변수를 확장하고 천이함으로써 생성된다[11]. 마더 웨블릿(MOTHER wavelet)이라 불리는 $\Psi(x)$ 함수의 확장과 천이를 통해 얻어지는 $\Psi_{m,n}(x)$ 는 다음과 같다[12].

$$\Psi_{m,n}(x) = 2^{-\frac{m}{2}} \Psi(2^{-m}x - n) \quad (4)$$

여기서 m, n 은 정수이다. 정규직교(orthonormal)성질에 의해 신호 $f(x)$ 의 웨블릿 계수(wavelet coefficient)는 다음 식에 의해 계산된다.

$$c_{m,n} = \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \Psi_{m,n}(x) dx \quad (5)$$

그리고 합성식은 아래 식과 같다.

$$f(x) = \sum_{m,n} c_{m,n} \Psi_{m,n}(x) \quad (6)$$

식(6)의 이들 웨블릿 계수로부터 $f(x)$ 를 복구하는데 이용한다. 마더 웨블릿 $\Psi(x)$ 를 만들기 위해 우선 스케일링 함수 $\phi(x)$ 를 결정하는데 식(7)과 같다.

$$\phi(x) = \sqrt{2} \sum_k h(k) \phi(2x - k) \quad (7)$$

웨블릿 함수 $\Psi(x)$ 는 스케일링 함수에 관계되고 식(8)과 같다.

$$\Psi(x) = \sqrt{2} \sum_k g(k) \phi(2x - k) \quad (8)$$

여기서 $g(k) = (-1)^k h(1-k)$ 이다. 계수 $h(k), g(k)$ 는 주어진 이산(discrete) 웨블릿 변환에 있어 중요한 역할을 한다. 웨블릿 변환을 수행하는 것은 $\phi(x)$ 와 $\Psi(x)$ 의 확실한 형태를 요구하는 것이 아니고 단지 $h(k)$ 와 $g(k)$ 에 의존한다. 2차원 영상의 웨이블릿 변환은 그림 4

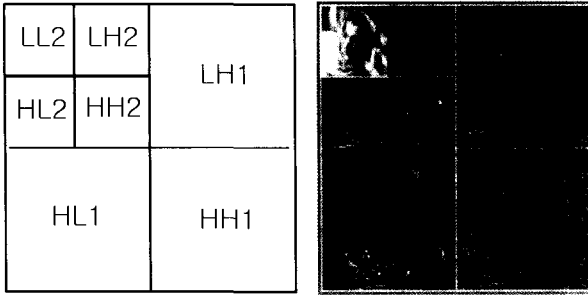


그림 4. 웨이블릿 부대역 분해도

Fig 4. Wavelet subband decomposition diagram

의 대역분해 부분에서 나타난 것과 같이 필터뱅크 구조를 구성하여 수평방향과 수직방향으로 1차원 이상 웨이블릿 변환을 반복적으로 수행해서 얻어진다. 표시된 LL, LH, HL, HH은 분해된 대역을 나타낸다. 첫번째 영문자는 영상을 수평방향으로, 두번째 영문자는 수직방향으로 필터링하고 L과 H는 각각 저주파 및 고주파 대역통과 필터를 이용함을 의미한다. 입력영상을 저주파 대역과 고주파 대역으로 분해하고 다시 수직방향으로 저주파 및 고주파 대역통과 필터링한 후에 다운 샘플링한다.

2. 밴디드 오토코릴로그램

1) 오토코릴로그램의 정의

오토코릴로그램은 영상의 각 화소가 갖는 색상의 공간적 상호관계가 거리에 따라 어떻게 변하는지를 나타내고 위치, 카메라줌 변화에 의한 모양 변화에도 강인한 특징을 보인다.

우선 $n \times n$ 의 크기를 갖는 영상을 I 로 두고 I 의 색상을 m 개의 색상으로 양자화 시킨다. 영상 I 내의 위치 (x, y) 에서의 화소를 p 라고 두고 $I(p)$ 로 나타낸다. 따라서 $p \in I_c$ 는 $p \in I, I(p) = c$ 와 같은 의미를 갖는다. 여기서 c 는 화소의 색상을 나타낸다. 내용 전개에 편리할 위하여 두 화소 $p_1 = (x_1, y_1), p_2 = (x_2, y_2)$ 사이의 거리를 다음과 같이 정의한다[13].

$$|p_1 - p_2| \triangleq \max\{|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|\} \quad (9)$$

그리고 집합 $\{1, 2, \dots, n\}$ 은 $[n]$ 으로 정의한다. 거리를 $d \in [n]$ 로 먼저 고정을 시킨 후 $i \in [m], k \in [d]$ 인 조건을 만족하는 영상 I 의 오토코릴로그램은 다음 식과

같다.

$$\gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I) \triangleq \sum_{p_1 \in I_c, p_2 \in I_c} P_r \left[|p_2 - p_1| = k \right] \quad (10)$$

식(10)은 영상에서 색상이 c_i 인 임의의 화소가 주어질 때, $\gamma_{c_i, c_i}^{(k)}$ 은 주어진 화소로부터 거리 k 만큼 떨어진 화소의 색상이 c_i 일 확률을 나타낸다.

2) 오토코릴로그램 구하는 방법

먼저 식(11)을 통해서 조건을 만족하는 $\Gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I)$ 을 구한다.

$$\Gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I) \triangleq \left\{ p_1 \in I_c, p_2 \in I_c \mid |p_1 - p_2| = k \right\} \quad (11)$$

$\Gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I)$ 는 색상 c_i 을 갖는 모든 화소에 대해서 거리 k 이 고 화소색상이 c_i 인 화소총합을 나타내며 계산한 후 다음을 구한다.

$$\gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I) = \frac{\Gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I)}{8k h_{c_i}(I)} \quad (12)$$

여기서 분모의 $8k$ 는 주변화소 갯수를, $h_{c_i}(I)$ 는 색상 c_i 인 히스토그램이므로 분모는 임의의 화소로부터 거리가 k 인 화소의 총합을 나타낸다. $k \in [d]$ 을 만족하는 각 k 에 대해서 색상 c_i 인 $p_1 \in I$ 와 색상 c_i 인 $p_2 \in I$ 가 $|p_1 - p_2| = k$ 을 만족하는 경우의 개수를 구한 후 룩업테이블(lookup table)을 만든다.

3) 밴디드 오토코릴로그램

다음식과 같이 정의된다.

$1 \leq k \leq b$ 에 대해

$$\gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I) \triangleq \sum_{k=kb}^{(k+1)b-1} \gamma_{c_i, c_i}^{(k)}(I) \quad (13)$$

밴디드 오토코릴로그램은 오토코릴로그램보다 덜 세밀

한 정보를 가지지만 검색성능이나 다른 활용에 있어서 별 차이가 없고 계산량이 적어 수행속도가 빨라진다. 질의영상에서 구한 밴디드 오토코릴로그램 록업테이블은 데이터베이스내의 타겟영상의 록업테이블과 비교하여 유사도를 구하는데 식(14)와 같다.

$$S_{AC} = \sum \text{Min}(LT_{TI}, LT_{QT}) \quad (14)$$

LT_{TI} 는 타겟영상의 록업테이블이고 LT_{QT} 는 질의영상의 록업테이블이다. 본 실험에서는 웨블릿변환되어 크기 축소된 LL영역에서 밴디드 오토코릴로그램을 구하여 계산량을 반으로 줄일 수 있었다.

3. 에너지

질감은 2차원 공간적인 특성도 가지므로 단순한 1차원의 히스토그램 방법으로 영상의 질감 특징을 분석하는 것보다 효율적인데 식(15)와 같이 에너지를 구해 웨블릿 변환된 영역인 LH, HL, HH에 적용하여 각 영역에서의 질감정보를 구한다.

$$\text{Energy} = \sum_i \sum_j P^2[i, j] \quad (15)$$

위 식에서 P는 픽셀값이고 식(16)과 같이 데이터베이스 내 영상의 해당 영역과 각각 유사도를 계산하여 평균 유사도를 선택한다.

$$S_{Energy}^n = (1.0 - \frac{|E_{TI}^n - E_{QT}^n|}{E_{TI}^n + E_{QT}^n})/3 \quad (16)$$

여기서 n 은 LH, HL, HH의 각 해당영역을 나타낸다. 결국 질의영상과 타겟영상간의 최종 유사도는 식(3), 식(14), 식(16)을 합하여 다음 식과 같이 정의한다.

$$S_{ALL} = S_{HI} + [(S_{AC} + S_{Energy})/2] \quad (17)$$

위 식에서 $[(S_{AC} + S_{GLCM})/2]$ 로 계산한 이유는 S_{AC} 와 S_{GLCM} 은 모두 그레이 영상의 특성을 나타내기 때문이다. 가중치를 적용하였을 때의 식은 다음과 같이 나타낸다.

$$S_{ALL} = \omega_1 S_{HI} + \omega_2 [(S_{AC} + S_{GLCM})/2] \quad (18)$$

V. 실험 및 결과

내용기반 영상검색시스템에서 여러 성능을 측정하는 뚜렷한 표준은 없으나 일반적으로 유사매칭을 수행하는 시스템의 평가로 소환성 및 정확성 측정방법을 많이 사용하며 다음 식(19)과 같이 정의될 수 있다.

- a = Retrieved and Relevant (Detection)
- b = Retrieved and Not Relevant (False Alarm)
- c = Not Retrieved and Relevant (Miss)
- d = Not Retrieved and Not Relevant

$$\begin{aligned} \text{소환성(Recall)} &= \frac{a}{a+c} \\ \text{정확성(Precision)} &= \frac{a}{a+b} \end{aligned} \quad (19)$$

즉, 소환성은 데이터베이스내의 관련된 영상을 몇 개 검색하였는가를 나타내고 정확성은 검색된 영상 중 제대로 찾은 영상의 비율을 나타낸다. 이 결과를 적용하기 위해 미리 질의영상을 주었을 때 검색을 희망하는 영상을 선별해야 한다. 성능실험은 영상 데이터베이스 내에 동식물과 물건 등 30종류의 370여개 영상을 256×256크기로 정규화 하여 두고 실험을 하였다. 실험의 객관성을 위해 질의영상은 데이터베이스에 있는 영상이 아닌 영상을 주로 사용하였고 몇 부분의 테스트에서는 데이터베이스에 있는 영상을 질의영상으로도 사용하였다. 고속검색을 위해 구현된 프로그램에서는 각 영상의 특성데이터를 자동으로 미리 추출하여 특성 라이브러리 내에 색인화 하여 저장하였다. 그림 5는 Visual C++6.0으로 구현한 프로그램으로 질의영상을 분할한 뒤 특성 분석하여 그에 대한 검색결과를 나타내는 것이다. 검색결과 화면에서 최종유사도를 알 수 있게 하기 위해 검색영상 밑에 그 값을 나타내었다.

컬러영상에서의 히스토그램 인터섹션방법과 그레이영상에서의 오토코릴로그램과 에너지 방법을 각각 사용한 검색방법과 제안한 두 가지 방법을 결합한 검색방법에 대한 소환성 및 정확성에 대한 결과는 그림 6과 같다. 그림

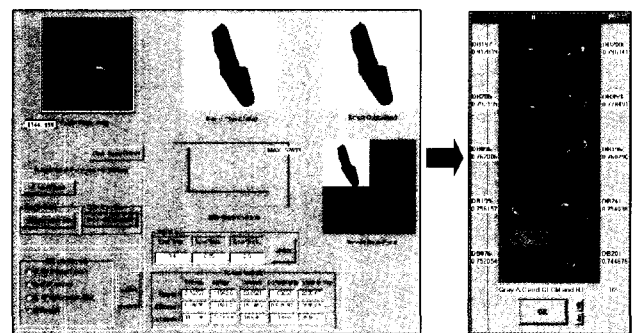


그림 5. 구현된 프로그램 및 검색결과 의 예
Fig 5. Implemented program and example of result

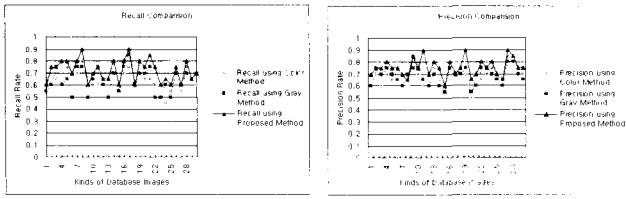


그림 6. 제안한 방법과의 소환성, 정확성 비교
 Fig 6. Recall and precision comparison with proposed method

6에서 보듯 제안한 방법이 대부분의 실험영상에서 소환성 및 정확성에서 우수함을 알 수 있다. 이는 영상검색에 있어서 컬러특성과 그레이의 질감특성을 함께 사용하면 검색성능이 더욱 향상됨을 나타낸다. 그리고 비슷한 물체이지만 색상이 다른 물체일 때도 어느 정도 검색도 가능하다. 표 2는 영상데이터베이스내의 1~10번 영상에 대한 각 방법의 실험과 측정치이다. 표에서 관찰되었듯이 소환성과 정확성의 상관관계는 두 가지의 의미가 차별되고 질의영상과 타겟영상들이 다르므로 일정하지 않다.

본 실험에서는 가중치여부에 따른 성능비교를 하였다. 식(18)에서 ω_1, ω_2 를 각 유사치가 0.7미만일 때는 1배, 0.7~0.79일 때는 1.2배, 0.8~0.89일 때는 1.4배, 0.9이상일 때는 1.6배를 임의로 곱하였다. 이는 동일 내용의 영상이라도 색상이 좀 다르거나 질감특성이 다소 다를 때라도 다른 특성이 유사하면 검색범위에 들게 하며 두 특성이 모두 유사할 때는 더 큰 검색 우선순위를 주기 위해서 이다.

그림 7은 그 결과를 나타내는데 가중치 적용이 모든 영상에 효과를 나타내지는 않았으나 전체 데이터베이스 영상에 대해 소환성 면에서는 55%이상, 정확성 면에서는 65%이상의 영상에 성능향상을 가져왔다.

대표색상을 이용한 히스토그램 인터섹션과 밴드드 오토코릴로그래를 사용함으로써 전체적인 계산량을 30%정도 줄일 수 있었고 검색시간은 PC PentiumIII(800MHz)에서 평균 2.5초였다.

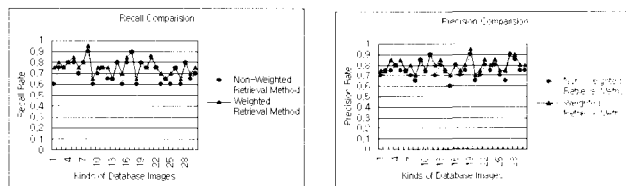


그림 7. 제안한 가중치적용 검색방법과의 소환성, 정확성 비교
 Fig 7. Recall and precision comparison with proposed weighted retrieval method

표 2. 제안한 검색방법에 대한 소환성과 정확성 비교표
 Table 2. Recall and precision comparison table with proposed retrieval method

측정 영상종류	소환성(recall) 측정값 비교			정확성(precision) 측정값 비교		
	색상 성분	그레이 성분	제안 방법	색상 성분	그레이 성분	제안 방법
1-(물고기)	0.6	0.55	0.6	0.7	0.6	0.7
2-(배추)	0.75	0.6	0.75	0.7	0.75	0.75
3-(꽃)	0.65	0.75	0.75	0.6	0.7	0.75
4-(귀금속)	0.8	0.6	0.8	0.7	0.75	0.8
5-(호랑이)	0.75	0.65	0.8	0.65	0.7	0.75
6-(신발)	0.7	0.5	0.7	0.75	0.65	0.75
7-(시계)	0.7	0.75	0.8	0.7	0.6	0.7
8-(뺨)	0.8	0.75	0.9	0.6	0.7	0.65
9-(당근)	0.6	0.5	0.6	0.85	0.75	0.85
10-(독수리)	0.6	0.65	0.7	0.7	0.75	0.75

VI. 결 론

본 논문에서는 캐니 에지 탐지법과 블록 다각형 기법으로 영상내의 질의물체를 배경으로부터 분할하여 HSV 변환을 통해 히스토그램을 구한 뒤 대표색상을 이용한 히스토그램 인터섹션 방법으로 타겟영상과 색상 유사도를 측정하였다. 또한 분할된 영상을 그레이 영상으로도 바꾼 뒤 웨블릿 변환을 통해 부영역에서 오토코릴로그래 특성과 에너지 특성을 추출하여 그레이 성분의 유사도를 측정한 후 두 유사도를 결합하여 최종 유사영상을 비교, 검색하였다. 실험결과 소환성과 정확성 면에서 성능향상을 가져왔고 가중치를 적용함으로써 보다 우수한 결과를 얻을 수 있었다. 좀더 정확한 물체분할과 더 많은 영상특성을 검색에 적용함은 향후 과제이다.

접수일자 : 2002. 11. 07 수정완료 : 2003. 1. 12

참 고 문 헌

[1] 김강욱, 박종호, 황창식, "영상특징들에 자동가중치부여를 이용한 검색성능개선", 전자공학회논문지, 제37권 SP편, 제11호, pp.17~18, 2000.11.
 [2] Kozaburo Hachimura, "Retrieval of Paintings Using Principal Color Information", IEEE Proceedings of

ICPR, 1996.

- [3] <http://www.qbic.almaden.ibm.com/~qbic/>
- [4] <http://www.virage.com>
- [5] <http://www.ctr.columbia.edu/visualeek/>
- [6] Jain, Kasturi, Schunck, "Machine Vision", McGRAW-HILL, USA, pp.169~173, 2000.
- [7] Shapiro, Stockman, "Computer Vision", Prentice Hall, USA, pp.137~139, 2001.
- [8] J.R.Smith and Shih-Fu Chang, "Tools and Techniques for Color Image Retrieval", *IS&T/SPIE Proceedings*, Vol.2670, pp.4-6, February, 1996.
- [9] 김용훈, "색채메카니즘", 법문사, pp.71~76, 1998.
- [10] M. J. Swain and D. H. Ballard, "Color Indexing", *International Journal of Computer Vision*, Vol.7, No.1, pp.11-32, Nov, 1991.
- [11] 윤경모, 김상연, "Wavelet변환을 이용한 영상압축 및 검색시스템의 구현", *대한전자공학회논문지*, 제38권 CI편, 제4호, pp.51~54, 2001. 7.
- [12] Tianhorng Chang and C.-C.Jay Kuo, "Texture Analysis and Classification with Tree-Structured Wavelet Transform", *IEEE Transaction on Image Processing*, Vol.2, No.4, pp.430~434, October, 1993.
- [13] 이희봉, 이창주, 설성욱, 남기곤, 이철현, "Autocorrelogram 을 이용한 물체추적성능향상을 위한 알고리즘", *대한전자공학회 한국통신학회 부산경남지부 추계합동학술논문지*, pp.203~212. 2000.



송 석 진(Seok-jin Song)
 準會員
 1993년 동의대학교 전자공학과 학사
 1998년 부산대학교 전자공학과 석사
 1998년 ~ 현재 부산대학교 전자공학과 박사과정
 관심분야: 영상검색, 멀티미디어응용



차 봉 현(Bong-hyun Cha)
 準會員
 2001년 부산대학교 전자공학과 학사
 현재 부산대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야 : 3차원 복구, 멀티미디어



김 명 호(Myung-ho Kim)
 準會員
 2002년 울산대학교 전자공학과 학사
 현재 부산대학교 전자공학과 석사과정
 관심분야: 영상검색, 멀티미디어응용



남 기 곤(Ki-gon Nam)
 正會員
 1977년 부산대학교 전자공학과 학사
 1981년 부산대학교 전자공학과 석사
 1989년 부산대학교 전자공학과 박사
 현재 부산대학교 전자공학과 교수
 부산대학교 컴퓨터 및 정보통신소 연구원.

한국 신호처리·시스템 학회상임이사
 관심분야 : 컴퓨터 비전, 패턴인식



이 상 옥(Sang-wook Lee)
 正會員
 경상대학교 정보통신학과 교수
 해양산업연구소 연구원
 경상대학교 정보통신학과 교수
 해양산업연구소 연구원



주 재 흠(Jae-hum Ju)
 正會員
 2000.2월 부산대학교 전자공학과
 박사졸업
 현재 부산카톨릭대학교 컴퓨터공학 부 교수