

논문 2008-45C1-2-7

# 영상 분할 및 주요 특징 점을 이용한 다중 객체 검출

(Multi-Object Detection Using Image Segmentation and Salient Points)

이정호\*, 김지훈\*\*, 문영식\*\*\*

(Jeong Ho Lee, Ji Hun Kim, and Young Shik Moon)

## 요약

본 논문은 영상 분할 기법 및 특징 점 추출 기법을 이용한 객체 추출 방법과 영상 검색 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 크게 네 단계의 과정으로 이루어져 있다. 첫 번째 단계에서는 데이터베이스 영상에 대해서 JSEG 알고리즘을 이용하여 영상을 분할한다. 두 번째 단계에서 각 분할된 영역과 질의 영상에서 대표 색상을 추출하고, 색상 히스토그램을 생성한다. 질의 영상과 데이터베이스 영상의 각 영역간의 대표 색상과 색상 히스토그램을 비교한 결과를 종합하여 객체 후보 영역을 추출한다. 영상 분할 과정에서 지나치게 분할된 영역을 위해 인접해 있는 후보 영역들을 합병한다. 세 번째 단계에서는 각 후보 영역과 질의 영상에서 DoG(Difference of Gaussian) 피라미드의 극치 점으로부터 영상의 크기 변화에 일관된 중요 특징 점들을 추출한다. 추출된 특징 점들을 정합하여 질의 영상에 해당하는 객체를 검출한다. 마지막 단계에서는 질의 영상과 객체 영역이 추출된 DB 영상과의 유사도 측정을 통한 검색을 수행하며, 유사도 측정은 색상 상관도표(Color correlogram)를 사용한다. 실험 결과를 통하여, 본 논문에서 제안하는 영상 검색 방법은 질의 객체 영상에 대해 영상 전체를 비교하는 것이 아니라 객체가 존재하는 영역을 추출한 후 유사도를 측정함으로써, 배경에 의한 오검색률이 감소하고, 검색 성능이 향상됨을 확인하였다.

## Abstract

In this paper, we propose a novel method for image retrieval system using image segmentation and salient points. The proposed method consists of four steps. In the first step, images are segmented into several regions by JSEG algorithm. In the second step, for the segmented regions, dominant colors and the corresponding color histogram are constructed. By using dominant colors and color histogram, we identify candidate regions where objects may exist. In the third step, real object regions are detected from candidate regions by SIFT matching. In the final step, we measure the similarity between the query image and DB image by using the color correlogram technique. Color correlogram is computed in the query image and object region of DB image. By experimental results, it has been shown that the proposed method detects multi-object very well and it provides better retrieval performance compared with object-based retrieval systems.

**Keywords:** Content-based Image Retrieval, Object detection, Feature point

## I. 서론

최근 멀티미디어 기술이 빠르게 발전함에 따라 무수히 많은 정보들이 디지털화, 멀티미디어화 되고 있다. 디지털 저작도구 시장이 폭발적으로 성장하고, 대용량

저장 장치가 발달하면서 수많은 멀티미디어 콘텐츠가 제작되고 있다. 특히 멀티미디어 콘텐츠 중 가장 높은 비중을 차지하고 있는 영상은 방대한 데이터베이스를 형성하고 있다. 통신기술이 발전함에 따라 누구나 쉽게 영상 데이터베이스에 접근할 수 있게 되어 자동 영상 검색 시스템에 대한 요구가 증대되기 시작되었다.

이에 따라 내용기반 영상 검색(Content-Based Image Retrieval, CBIR)분야가 활발히 연구되어 왔다<sup>[1-3]</sup>. 내용기반 영상 검색의 목적은 주어진 데이터베이스로부터 사용자가 원하는 영상을 효과적으로 검색하여 제공하는 것이다. 영상은 주로 색상, 질감, 형태 등의 하위계층 특징(low-level features)들에 의해 검색된다. 이러한

\* 학생회원, \*\*\* 정회원, 한양대학교 컴퓨터공학과 (Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University)

\*\* 정회원, LG전자 PDP TV 연구소 (PDP DV R&D Center, LG Electronics Inc.)

※ 본 연구는 한국과학재단 특정기초연구(R01-2006-000-20876-0)지원으로 수행되었습니다.

접수일자: 2008년2월11일, 수정완료일: 2008년2월29일

특징들은 컴퓨터로 처리하기 쉽기 때문에 대부분의 검색 시스템에서 사용된다. 그러나 하위계층 특징들은 실제 인간이 인식하는 집, 자동차 사람, 동물 등과 같은 상위계층 특징(high-level features)과 의미적으로 큰 차이를 보인다. 따라서 이 두 가지 특징들을 이용한 검색 결과는 그 만족도에 있어서 큰 차이를 보일 수밖에 없다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 몇몇 시스템들은 영상으로부터 의미 있는 영역이나 객체를 추출하려고 노력하고 있다.<sup>[4]</sup>

본 논문은 사용자가 질의한 객체의 색상 정보와 특징점을 이용하여, 영상 데이터베이스로부터 질의 객체 영역을 추출한 후, 질의 영상과의 색상 상관도표(Color Correlogram)<sup>[5]</sup> 비교를 통해 영상을 검색하는 방법을 제안한다. 이를 위해 영상을 분할한 후, 객체 후보 영역을 검출하여 질의 객체와의 유사성을 계산한다. 후보 영역을 찾기 위해 질의 영상과 각 영역과의 색상 정보를 비교하고, 후보 영역으로 선택된 영역들과 질의 영상간의 특징 점 비교를 통해 객체 영역을 추출한다. 추출된 객체 영역과 질의 영상에서 각각 색상 상관도표를 계산하여 유사도를 측정 후 검색을 수행한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 객체 추출을 이용한 검색에 대한 관련 연구를 살펴보고, III장에서는 제안하는 알고리즘에 대해서 알아본다. IV장에서는 실험을 통해 제안하는 방법과 다른 방법들을 비교하고 성능 평가를 한다. 마지막으로 V장에서는 연구에 대한 결론을 내리고 향후 과제를 제시한다.

## II. 관련 연구

### 1. FOCUS

Das<sup>[6]</sup>는 배경으로 인한 오류를 줄이기 위하여 객체를 포함하는 부영상(subimage)을 질의 영상으로 만들고 데이터베이스 영상에 대해 객체가 존재할 수 있는 후보영역을 추출하여 유사도를 구하는 영상 검색 시스템 FOCUS(Fast Object Color-based qUery System)를 제안하였다. FOCUS 시스템은 크게 두 단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계에서 데이터베이스 영상을 임의 개수의 블록으로 나누어 질의 영상과의 3-D 색상(Hue) 히스토그램의 피크 정합을 이용하여 후보 영역을 추출한다. 두 번째 단계에서는 후보 영상에 대해 색상의 공간적 관계를 반영한 SPG(Spatial Proximity Graph)를 이용하여 검색을 수행한다.

FOCUS는 검색 성능이 빠르다는 장점이 있으나, 블

록 단위로 후보 영역을 찾기 때문에, 정확한 객체 영역을 추출하기 어렵다는 단점이 있다.

### 2. SEDL

Cohen<sup>[7]</sup>이 제안한 SEDL(Scale Estimation for Directed Location)은 색상의 양, 영역의 크기, 영역의 중심까지 고려하여 객체를 추출하는 검색 시스템이다. 가장 먼저 질의 객체를 DB 영상에 맞게 크기를 조절한다. 두 번째로 질의 객체와 색상이 유사한 영역을 유망한 영역이라고 하고 초기 위치를 결정한다. 마지막으로 영역의 각도를 고려하여 최종적인 객체 후보 영역을 추출한다.

SEDL은 색상의 존재 여부와 분포정도만을 고려하는 FOCUS 보다 향상된 성능을 보인다. 또한, SEDL은 크기와 방향을 고려하여 객체 영역을 추출하기 때문에, 부정확한 정합의 경우를 줄일 수 있다. 하지만 객체 영역의 모양이 사각형으로 한정되고, 단일 객체만을 추출한다는 한계가 있다.

## III. 제안하는 알고리즘

본 논문에서는 영상을 분할한 후, 객체에 해당하는 질의 영상과의 색상 정보와 SIFT(Scale Invariant Feature Transform)<sup>[8]</sup> 특징 점 비교를 통해 객체 영역을 추출하여 검색하는 방법을 제안한다. 제안하는 검색

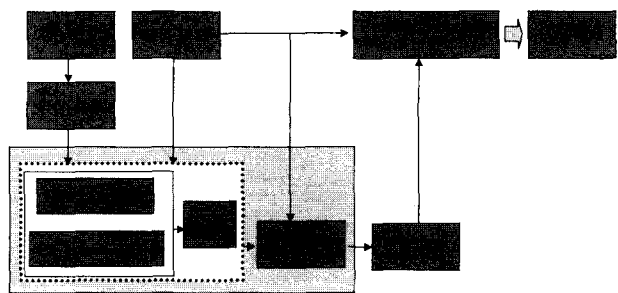


그림 1. 제안하는 방법의 흐름도  
Fig. 1. Framework of the proposed system.

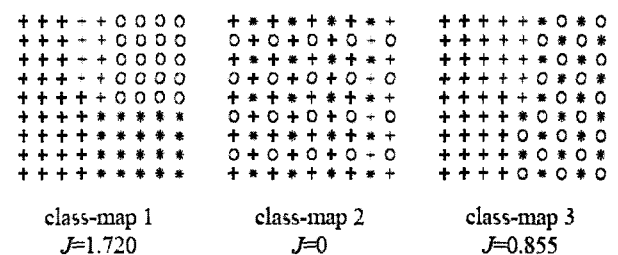


그림 2. 클래스 지도에 따른 J값의 예  
Fig. 2. Examples of J values for the class maps.

시스템의 구성은 그림 1과 같다.

제안하는 방법은 크게 네 단계의 과정으로 이루어져 있다. 첫째, 객체 영상을 여러 개의 영역으로 분할한다. 영상의 배경 영역과 객체 영역을 효율적으로 분할하기 위해 색상의 공간적 분포와 질감 정보를 잘 반영하는 JSEG 알고리즘<sup>[9]</sup>을 사용한다. 둘째, 분할된 영역들과 질의 영상간의 색상 정보를 비교한다. 색상 정보 비교를 위해 질의 영상과 분할된 영역을 양자화한 후, 각각을 대표하는 색상을 추출한다. 질의 영상과 각 영역의 대표 색상과 색상 히스토그램을 비교하여 객체 후보 영역을 찾아낸다. 셋째, 질의 영상과 후보 영역간의 SIFT 특징 점 비교를 수행한다. 질의 영상과 특징 점의 벡터를 비교하여 정합되는 영역은 객체 영역으로 추출된다. 마지막으로, DB영상으로부터 추출된 객체 영역과 질의 영상간의 색상 상관도표 비교를 통해 유사도를 측정하여 검색을 수행한다.

## 1. 영상 분할

제안하는 영상 검색 방법은 영상 분할 기법에 기초하기 때문에, 영상 분할을 효과적으로 수행하는 것이 매우 중요하다. 영상 분할에 대해서는 현재까지 많은 연구가 되어 있다. 본 논문에서는 효율적인 객체 영역 추출을 위하여 JSEG 알고리즘을 사용하였다. JSEG은 자동적인 영상 분할 알고리즘으로써, 공간적 색상 분포에 기반을 둔 질감 특징을 잘 반영하여 영상을 분할하는 방법으로 알려져 있다.

JSEG은 질감 특성을 보다 잘 반영하기 위해 J값을 사용한다. J값은 질감 정보를 표현하는 값으로써, 영역 경계일수록 값이 크고, 영역 내부일수록 값이 작도록 정의된다. 양자화된 영상으로부터 클래스 지도를 생성하고, 동종 클래스로 이루어진 각 영역에 대하여 J값을 이용한 확장을 통해 영상 분할을 수행한다. 그림 2는 클래스 지도의 형태에 따른 J값의 예를 보여주고 있다.

## 2. 대표 색상 및 색상 히스토그램 비교

데이터베이스내의 영상들로부터 질의 객체에 대한 후보 영역을 찾기 위해 색상 정보를 사용한다. 분할된 데이터베이스 영상의 각 영역에 대표 색상을 결정한 후, 질의 영상의 대표색상과 비교하여 객체 후보영역을 추출한다. 일반적으로 컬러 영상을 표현할 때 Red, Green, Blue 각각의 채널에 8비트씩 할당하여 약 1670만 가지의 색상을 표현하는 RGB 컬러 모델이 널리 쓰인다. 하나의 영역이 주로 단색으로 표현되는 애니메이

션의 한 장면이나 카툰과 다르게, 자연 영상은 연속적인 색상 분포를 보인다. 따라서 RGB 컬러 모델을 그대로 적용할 경우 대표 색상을 정하는 데 어려움이 있기 때문에 색상에 대한 양자화 과정이 필수적이다. RGB 컬러 모델은 색상과 밝기 정보가 분리되어 있지 않기 때문에 조명의 변화에 민감하다. 색상 정보와 밝기 정보를 분기하기 위해 RGB 색상 모델을 HSV 색상 모델로 변환하여 H(Hue) 채널 정보를 양자화하고 대표 색상을 결정한다. 색상 모델을 변환하여 H값을 구하는 식은 식 1과 같다.

$$H_1 = \cos^{-1} \left\{ \frac{\frac{1}{2} [(R-G) + (R-B)]}{\sqrt{(R-G)^2 + (R-B)(G-B)}} \right\} \quad (1)$$

$$H = H_1, \text{ if } B \leq G$$

$$H = 360^\circ - H_1, \text{ if } B > G$$

이 때, 무채색의 경우는 H값이 정의되지 않기 때문에 밝기 값을 표현하는 V(value) 값을 양자화 하여 저장한다. V값은 식 2와 같이 계산한다.

$$V = \frac{\max(R, G, B)}{255} \quad (2)$$

대표 색상은 질의 영상과 후보 영역에 대해 각각 다른 개수로 추출한다. 질의 영상이 객체 영상의 분리된 영역들보다 더 복잡하기 때문에, 더 많은 수의 색상 값을 추출한다. 질의 영상과 데이터베이스 영상의 각 영역들의 대표 색상을 비교하여 후보 영역을 추출한다. 식 3과 식 4는 대표 색상 비교 과정을 보여주고 있다.

$$Similarity_c = \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N D_{ij} \quad (3)$$

$$\text{if } \text{diff}(C_i^q, C_j^d) < Th, D_{ij} = 1$$

$$\text{else } D_{ij} = 0$$

$$\text{diff}(c_1, c_2) = |c_1 - c_2|$$

$$\text{if } c_1 - c_2 > 180, \quad (4)$$

$$\text{diff}(c_1, c_2) = 180 - \text{diff}(c_1, c_2)$$

$c^q, c^d$  는 각각 질의 영상과 데이터베이스 영상의 대표 색상을 의미하며, 질의 영상은 M개, 데이터베이스 영상은 N개의 대표 색상이 추출된다.

분할된 영역이 다양한 색상으로 구성되어 있어 대표 색상만으로는 정확한 표현이 어려운 경우가 있다. 잘못된 후보 영역이 추출되거나 객체와 유사한 영역이 추

출되지 않을 수 있기 때문에, 색상 히스토그램 비교를 병행한다. 대표 색상을 추출할 때와 같은 방법으로  $H$  값과 무채색에 대한  $V$  값을 양자화한 후 히스토그램을 생성하여, 질의 영상과 데이터베이스 영상의 각 영역들을 비교한다. 식 5는 색상 히스토그램 비교를 보여주고 있다.

$$Similarity_h = \sum_{i=1}^k |h_i^q - h_i^d| \quad (5)$$

$h^q$ 는 질의 영상의 색상 히스토그램,  $h^d$ 는 데이터베이스 영상 영역의 색상 히스토그램을 의미한다. 마지막으로 대표 색상을 사용한 결과와 히스토그램을 비교한 결과를 종합하여 최종적인 후보 영역을 추출한다.

객체 영상이나 객체 영역은 단순한 모양에 한 가지 색상만으로 이루어져 있지 않고, 다양한 색상으로 복잡한 모양을 이루고 있는 경우가 많다. 따라서 영상을 분할하는 과정에서 객체와 배경으로 완전히 분리되지 못하고, 객체 영역을 실제 객체보다 세밀하게 분할하게 된다. 영역이 작게 분할되어 있으면, 한 영역에서 추출된 특징 점 수가 한계가 있어, 객체 전체가 하나의 영역으로 분할되어 있을 때에 비해, 객체 영상과의 정확한 정합이 어렵게 된다. 따라서 인접해 있는 후보 영역끼리 병합하여 하나의 후보 영역을 생성한다.

### 3. 특징 점 비교

본 논문에서는 질의 객체와 데이터베이스 영상 내의 객체 후보영역들과의 유사도를 측정하기 위해 SIFT 특징 점 비교를 사용한다. SIFT 특징벡터는 영상의 크기, 회전 및 투영 변환, 조명의 변화 등에 대해서 강인하고

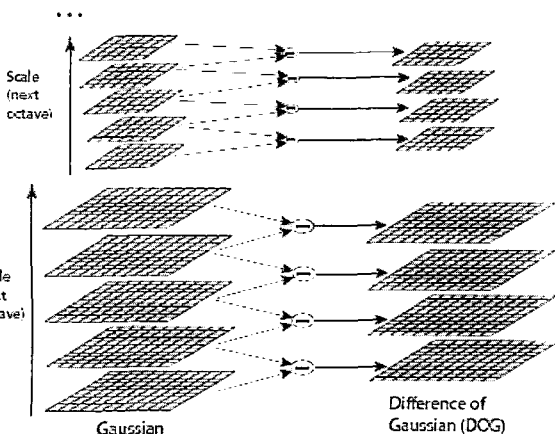


그림 3. DoG 피라미드 생성  
Fig. 3. Generation of DoG pyramids.

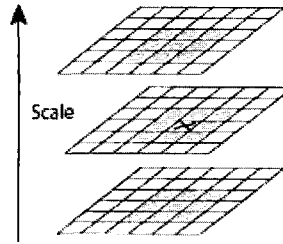


그림 4. 극치를 이용한 특징점 추출  
Fig. 4. Extraction of feature points using the extreme values.

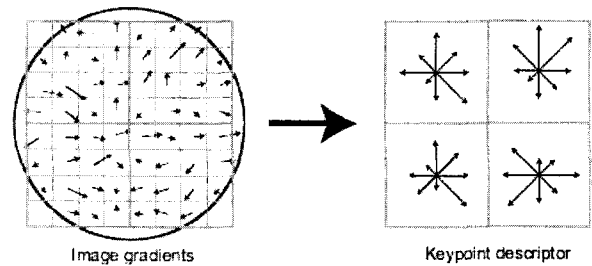


그림 5. SIFT 기술자 생성  
Fig. 5. Generation of SIFT descriptors.

안정적인 성질을 갖는다. 이러한 SIFT 특징 벡터는 특징 점 주위의 방향성 정보를 이용하여 생성된다.

우선, 영상에 대해 DoG(Difference of Gaussian) 피라미드를 생성한다. 그림 3은 DoG 피라미드 생성 과정을 보여주고 있다.

원영상에 대해 다양한 가우시안 분산 값에 따른 가우시안 영상을 생성하고, 다양한 크기(scale)의 영상에 대해 같은 작업을 반복한다. 각각의 크기에 대한 가우시안 차분 영상을 계산하여 DoG 피라미드가 완성된다.

얻어진 DoG 영상에서 지역 극값(local maximum, minimum)을 구한다. 극값은 한 화소가 이웃화소 8개와 피라미드 상에서 이웃한 영상의 화소 18개의 총 26개 화소보다 크거나 작을 때 특징 값으로 추출된다. 이렇게 다중 스케일에 대하여 극치를 추출함으로써, 영상의 크기에 대해서 일관된 성향을 보여주는 특징 점의 위치를 찾아낸다. 그림 4는 특징 점 추출 과정을 보여주고 있다.

추출된 특징 점 주위 16개 블록의 8방향에 대한 오리엔테이션(Orientation) 히스토그램을 구하여 이를 128차원의 벡터로 표현하여 저장한다. 그림 5는 SIFT 기술자 생성 과정을 보여주고 있다. 특징 점 비교는 벡터간의 거리측정으로 이루어진다. 본 논문에서는 A, B 두 벡터간의 거리 측정을 식 6에 의한 벡터각 측정으로 수행하였다.

$$distance_{AB} = \frac{A \cdot B}{|A| |B|} \quad (6)$$

한 특징 점과 가장 가까운 특징점이 두 번째로 가까운 특징점보다 일정 기준 이상 크다면, 가장 가까운 특징 점 쌍은 서로 정합된다고 판단한다. 특징 점은 1:1로 정합되기 때문에, 질의 영상과 분할되지 않은 원 영상 간에 특징 점 정합을 하게 되면, 단일 객체 영상의 경우엔 문제가 없지만, 다중 객체 영상의 경우 모든 객체를 잘 찾지 못한다. 이를 보완하기 위해 객체가 존재할 확률이 높은 후보영역에 대해서 각각 특징 점 비교를 수행한다. 이 때, 후보 영역의 크기가 대체적으로 작기 때문에 각 영역에서 추출된 SIFT 특징 점의 수가 적어 정합되는 특징 점 쌍이 나타나지 않는 문제가 생길 수 있다. 이를 해결하기 위해 식 7을 통해 후보 영역을 확장해준다.

$$M_i = (R_1 \cup \dots \cup R_n)^c \cap R_i$$

$$M_i : i\text{번째 후보 영역에 대한 정합 예비 영역} \quad (7)$$

$$R_i : i\text{번째 후보 영역}$$

기존 후보 영역에 어떤 후보 영역에도 속하지 않는 배경 영역을 포함해 비교함으로써, 특징 점 비교의 정확도를 높여준다. 이렇게 확장된 후보 영역은 특징 점 정합에서만 활용되고, 최종 후보 영역에는 포함되지 않는다. 후보 영역이 객체 영상과 일정 기준 이상의 특징 점 정합이 이루어졌을 때 최종적으로 객체 영역임을 확정한다.

#### 4. 색상 상관도표 (Color Correlogram)

본 논문에서는 질의 영상과 객체 영역이 추출된 DB 영상간의 유사도를 측정하기 위해서 색상 상관도표를 사용한다. 질의 영상에 대한 색상 상관도표는 전체 영상에 대해서 추출하고, DB 영상에 대한 색상 상관도표는 객체 영역들에 대해서만 추출하여 질의 영상과 DB 영상간의 유사도를 측정한다. Jing Huang에 의해 제안된 방법<sup>[7]</sup>인 색상 상관도표는 기존의 색상 특징 값을 이용한 검색 방법이 인지적으로는 다른 영상이면서 같은 색상분포를 가지는 영상을 동일한 영상으로 검색하는 문제점을 해결하기 위해 색상 정보에 공간적 상관관계를 포함시킨 것으로 상당히 좋은 검색 결과를 보여주고 있다. 색상 상관도표는 거리에 따른 색상 쌍의 공간적인 상관관계가 어떻게 되는가를 표현한다. 입력 영상

$I$ 에 대해서  $p_1, p_2$ 를 영상  $I$  상의 2개의 점이라고 정의하면, 임의의 점  $p$ 에 대해서  $I(p)$ 는 점  $p$ 의 색상을 나타내고,  $I_c \equiv \{p \mid I(p) = c\}$  이라고 하면, 색상 상관도표는 식 8과 같이 정의된다.

식 8에서 색상은  $m$ 개로 즉  $c_1, c_2, c_3, \dots, c_m$ 으로 양자화 하여 사용된다. 그리고  $\gamma_{c_i, c_j}^{(k)}$ 는 영상에서 색상  $c_i$ 를 가지는 임의의 화소가 주어졌을 때, 그 화소로부터 거리  $k$ 만큼 떨어진 위치에서 색상  $c_j$ 가 나타날 확률을 나타낸다. 본 논문에서는 앞선 과정에서 사용했던 색상 채널과 양자화 방법으로 색상 상관도표를 계산하였다.

$$\gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I) \equiv \Pr_{p_1 \in I_{c_i}, p_2 \in I} [p_1 \in I_{c_i} \mid |p_1 - p_2| = K] \quad (8)$$

$$|p_1 - p_2| \equiv \max\{|x_1 - x_2|, |y_1 - y_2|\}$$

질의 영상과 DB영상의 유사도를 측정하기 위해서 사용되어지는 방법은 L1-distance, L2-distance, 히스토그램 인터섹션 등 여러 가지 방법들이 존재한다<sup>[10~11]</sup>. 본 논문에서는 L1-distance 방법을 사용한다. 관계식은 식 9와 같다. 식 9에서  $d$ 는 화소들 간의 거리를 나타낸다.

$$\gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I) \equiv \Pr_{p_1 \in I_{c_i}, p_2 \in I} [p_1 \in I_{c_i} \mid |p_1 - p_2| = K]$$

$$|I - I'|_{\gamma, d} = \sum_{i, j \in [m], k \in [d]} \frac{|\gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I) - \gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I')|}{1 + \gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I) + \gamma_{c_i, c_j}^{(k)}(I')} \quad (9)$$

## IV. 실험 결과

객체 검출 실험을 위하여 FOCUS 데이터베이스 영상을 사용하였다. 또한, 제안한 방법에 대한 검색 성능을 평가하기 위하여 FOCUS(Fast Object Color-based Query System)와 SEDL(Scale Estimation for Directed Location) 방법들과 비교하였다. 26개의 질의 영상과 361개의 DB 영상을 사용하여 객체 영역 추출 및 검색 성능을 평가한다.

### 1. 객체 추출 성능 비교

그림 6은 'Clorox' 질의영상에 대한 객체 추출 성능 비교이다. 제안하는 방법과 SEDL은 모두 객체를 잘 추출한 것을 볼 수 있다.

하지만, 그림 7에서 볼 수 있듯이 질의 객체 'Clorox'가 다중으로 존재하는 DB영상에서 SEDL 방법은 하나

의 객체만을 추출하지만, 제안하는 방법은 모든 객체를 추출하였다.

그림 8은 PERT 질의영상에 대한 객체 추출 성능 비교이다. SEDL은 관심 객체가 아닌 잘못된 영역을 추출 하였으며, 제안하는 방법은 정확한 객체를 추출하였다.

2. 검색 성능 비교

일반적으로 검색 시스템의 성능 비교는 재현율(recall)과 정확도(precision)를 사용하여 이루어진다.

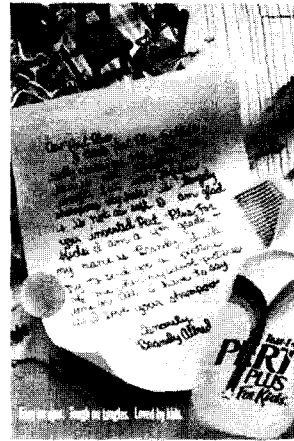
재현율은 결과 영상 중에서 정확하게 검색된 영상의 수를 질의 영상에 해당하는 정답 영상의 수로 나누어 계산한다. 이러한 재현율은 검색된 영상의 순위를 고려하지 않는다는 단점이 있다. 그렇기 때문에 검색 결과의 순위를 고려하여 검색 성능을 평가하는 정확도를 함께 사용한다. 정확도는 SEDL의 방법을 사용하였다. 상위 R개의 결과 안에 n개의 정확한 검색 결과가 있을 때, 정확도는 식 10으로 정의할 수 있다.

$$\rho = \frac{\sum_{i=1}^n (R+1-i)}{\sum_{i=1}^n (R+1-i)} \quad (10)$$

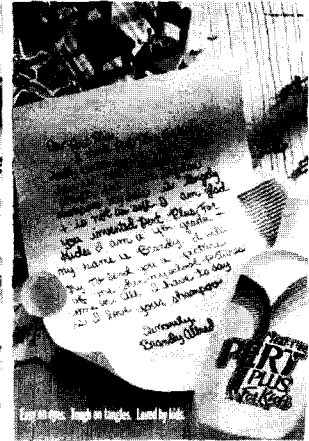
식 9에서 1위에 해당하는 결과는 R, 2위에는 R-1의 값을 갖고, n순위의 결과는 R+1-n의 값을 가짐을 알 수 있다. 분모는 정확도 값이  $p < \rho \leq 1$  범위를 갖



(a)



(b)



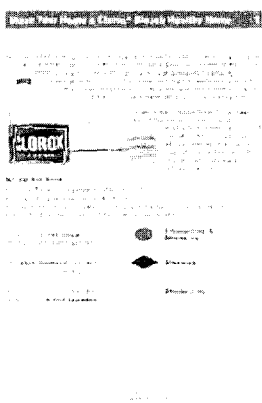
(c)

그림 8. 단일 객체(Pert) 추출 결과 (a) 질의 영상, (b) 검출결과(SEDL), (c) 검출결과(제안한 방법)

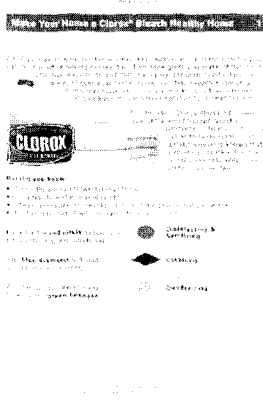
Fig. 8. The result of detecting a single object (Pert). (a) query image, (b) detection result (SEDL), (c) detection result (proposed method)



(a)



(b)



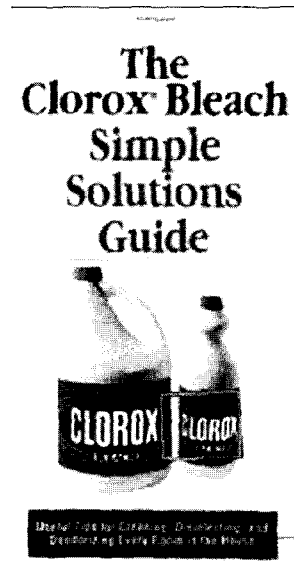
(c)

그림 6. 단일 객체(Clorox) 추출 결과 (a) 질의 영상, (b) 검출결과(SEDL), (c) 검출결과(제안한 방법)

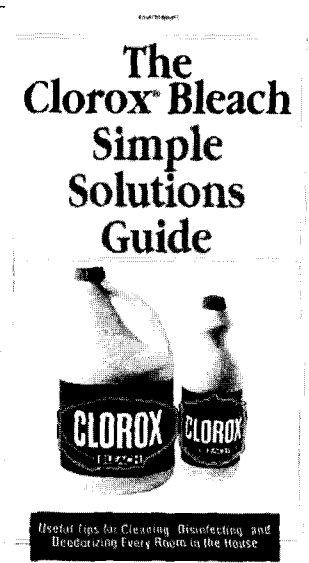
Fig. 6. The result of detecting a single object (Clorox). (a) query image, (b) detection result (SEDL), (c) detection result (proposed method)



(a)



(b)



(c)

그림 7. 다중 객체(Clorox) 추출 결과 (a) 질의 영상, (b) 검출결과(SEDL), (c) 검출결과(제안한 방법)

Fig. 7. The result of detecting multiple objects (Clorox). (a) query image, (b) detection result (SEDL), (c) detection result (proposed method)

표 1. 검색 성능 비교

Table 1. Performance comparison of detection methods.

질의 영상	제안하는 방법		SEDL		FOCUS	
	재현율	정확도	재현율	정확도	재현율	정확도
BB Kix	1/2	0.93	1/2	0.65	2/2	0.96
Bl. Morning	4/4	0.95	3/4	0.68	4/4	0.95
Br. Right	3/3	0.81	3/3	1.00	3/3	1.00
Clorox	5/5	0.99	5/5	0.91	3/5	1.00
Comet	2/2	0.98	2/2	1.00	0/2	(1.00)
Compops	2/2	0.85	2/2	0.97	2/2	0.72
Cortaid	2/2	0.24	2/2	1.00	2/2	0.91
Dannon	4/4	0.83	3/4	0.97	1/4	1.00
Frest step	2/2	0.90	2/2	1.00	2/2	0.98
Great Grains	2/2	0.82	2/2	0.92	1/2	0.95
GR Crisp	2/2	0.87	2/2	0.67	2/2	1.00
HV Ranch	6/9	0.94	4/9	0.86	2/9	0.96
Jello	2/2	0.96	2/2	1.00	1/2	1.00
Kix	3/3	0.90	3/3	0.81	1/3	1.00
Apple	0/3	(1.00)	2/3	0.95	3/3	0.95
Merit	5/6	0.87	6/6	0.85	1/6	1.00
Misty	5/6	0.59	4/6	0.86	0/6	(1.00)
Pert	2/2	0.81	2/2	0.77	0/2	(1.00)
Oven Bags	5/5	0.96	4/5	0.93	4/5	0.99
Scholl	2/4	0.13	3/4	0.89	2/4	1.00
Crunchers	3/3	0.89	1/3	1.00	2/3	0.91
Taco Bell	2/2	0.67	2/2	1.00	2/2	0.97
Tide	5/7	0.94	4/7	0.82	5/7	0.63
Ziploc	3/4	0.77	3/4	0.81	3/4	0.99
Total	72/86 =83.7%	0.82 =82%	67/86 =77.9%	0.89 =89%	46/86 =53.4%	0.95 =95%

도록 정규화하며,  $\rho = 1$  일 때 가장 좋은 결과임을 나타낸다.

표 1은 위에서 제시한 재현율과 정확도를 사용하여 기존 검색 방법인 FOCUS와 SEDL과의 성능을 비교하여 보여주고 있다.

FOCUS, SEDL의 실험과 마찬가지로 361개의 DB영상에서 24개의 질의 영상에 대한 검색을 수행하였다. 재현율은 83.7%로 SEDL의 77.9%, FOCUS의 53.4%에 비해 약 6-30%의 높은 값을 나타내었다. 정확도는 82%로 SEDL의 89% FOCUS의 95%에 비해 약 7-13%의 낮은 값을 가졌다. 이러한 결과는 제안하는 방법이 정확도에서는 상대적으로 다소 떨어지지만 재현율 면에서 매우 높은 성능을 보이는 것을 확인할 수 있다.

## V. 결 론

본 논문에서는 컬러 영상에서 질의 객체에 대해 데이터베이스영상으로부터 색상 정보를 이용하여 객체 후보 영역을 추출한 후, 특징 점 정보를 이용하여 객체를 검출하는 방법을 제안하였다. 질의 객체 영상에서는 대표 색상 정보와 컬러 히스토그램을 추출한다. 데이터베이스 영상에 대해서는 JSEG을 이용하여 영상 분할을 수행한 후 분할된 각 영역에 대해 대표 색상과 컬러 히스토그램을 추출하고 질의 객체와 비교하여 후보 영역을 추출한다. 후보 영역과 질의 영상에서 특징 점을 추출하여 SIFT 특징 벡터를 비교 후 객체 영역을 결정한다. 후보 영역별로 특징 점 정합을 수행함으로써, 기존 특징 벡터 정합 방법에서 다중 객체를 추출하기 어렵다는 점을 보완하였다. 추출된 객체 영역을 영상 검색에 적용해본 결과 SEDL, FOCUS에 비해 각각 5.8%, 20.3% 향상된 재현율을 보였다. 향후 과제로는 객체 영역이 효율적으로 분할되지 않을 경우 검출되지 않는 문제점에 대한 추가 연구가 진행되어야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Y. Rui and T. S. Huang, "Image retrieval : current techniques, promising directions, and open issues," *Journal of Visual Communications and Image Representation*, Vol. 10, pp.39~62, 1999.
- [2] A. Yoshitaka and T. Ichikawa, "A survey on content-based retrieval for multimedia databases," *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 11, No. 1, pp. 81~93, 1999.
- [3] A. Smeulders, M. Worring, S. Santini, A. Gupta, and R. Jain, "Content-based image retrieval at the end of the early years," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol.22, no.12, pp.1349~1380, Dec.2000.
- [4] 박기태, 문영식, "Dominant 컬러쌍 정보와 Color Correlogram을 이용한 객체기반 영상검색," 전자공학회논문지, CI편 제40권 2호, 1~8쪽, 2006년 3월
- [5] J. Huang, S. R. Kumar, M. Mitra, W. J. Zhu, and R. Zabih, "Image indexing using color correlograms," *Proc. of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 762~768, 1997.
- [6] M. Das, E. Riseman, and B. Draper, "FOCUS: Searching for multi-colored objects in a diverse

image database," Proc. of 16th IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp. 756~761, 1997.

[7] S. Cohen, "Finding color and shape patterns in images," Technical Report STAN - CS - TR -99 - 1620, Stanford University, STAN - CS - TR-99-1620, May 1999.

[8] D. G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," IJCV, Vol. 60(2), pp. 91~110, 2004.

[9] Y. Deng and B. S. Manjunath, "Unsupervised segmentation of color-texture regions in images and video," IEEE Trans. on PAMI, Vol. 23, No. 8. pp. 800~810, 2001.

[10] M. J. Swain, "Color indexing," Journal of Computer Vision, Vol. II-32, pp. 11~32, 1991.

[11] G. Pass and R. Zabih, "Histogram refinement for content-based image retrieval," Journal of Multimedia System, Vol 7. No. 3, pp. 234~240, 1999.

저 자 소 개



이 정 호(학생회원)  
 2004년 한양대학교 전자컴퓨터  
 공학부 졸업 (학사 )  
 2006년 한양대학교 컴퓨터공학과  
 졸업 (석사)  
 2006년~현재 한양대학교 컴퓨터  
 공학과 (박사과정)

<주관심분야 : 영상변형, 영상처리, 머신비전>



문 영 식(정회원)  
 1980년 서울대학교 공과대학  
 전자공학과 졸업 (학사)  
 1982년 한국과학기술원 전기 및  
 전자공학과 졸업 (석사)  
 1990년 University of California  
 at Irvine Dept. of  
 Electrical and Computer  
 Engineering. (박사)

1982년~1985년 한국전자통신연구소 연구원  
 1989년~1990년 Inno Vision Medical 선임연구원  
 1990년~1992년 생산기술연구원 선임연구원  
 1992년~현재 한양대학교 컴퓨터공학과 정교수  
 <주관심분야: 영상보안, 영상검색, 패턴인식>



김 지 훈(정회원)  
 2005년 한양대학교 전자컴퓨터공  
 학부 졸업 (학사 )  
 2007년 한양대학교 컴퓨터공학과  
 졸업 (석사)  
 2007년~현재 LG 전자 PDP TV  
 연구소 연구원

<주관심분야: 영상검색, 영상처리>