

논문 2008-45CI-3-12

컬러 질의 영상 검출을 위한 객체 기반 영상 검색

(Object-based Image Retrieval for Color Query Image Detection)

백 영 현*, 문 성 룡**

(Young Hyun Baek and Sung Ryong Moon)

요 약

본 논문은 컬러 질의 영상의 효과적인 검출을 위해 공간 컬러모델 및 특징점 정합 방법을 이용한 객체 기반 영상 검색 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 선행 연구 되었던 컬러 히스토그램 방법의 단점을 극복하고, 데이터베이스 영상과 질의 영상의 컬러 유사도를 사용자 조작 없이 실시간 분할·검출한다. 이를 위해 HMMD 모델과 러프 집합 이론을 이용하였다. 여기서 질의 영상의 검출을 위해 질의 영상과 데이터베이스 영상 간의 색상 유사도를 비교하여 관심 영역을 선택하고, 관심 영역에서 SIFT 정합 방법을 이용하여 검색한다. 실험 결과, 본 논문에서 제안하는 방법이 기존 방법보다 우수한 검출율을 보임을 확인하였다.

Abstract

In this paper we propose an object-based image retrieval method using spatial color model and feature points registration method for an effective color query detection. The proposed method in other to overcome disadvantages of existing color histogram methods and then this method is use the HMMD model and rough set in order to segment and detect the wanted image parts as a real time without the user's manufacturing in the database image and query image. Here, we select candidate regions in the similarity between the query image and database image. And we use SIFT registration methods in the selected region for object retrieving. The experimental results show that the proposed method is more satisfactory detection radio than conventional method.

Keywords : CBIR, Color histogram, HMMD spatial color model, Rough set, feature point

I. 서 론

최근 멀티미디어의 발달에 따른 다양한 종류의 영상 데이터가 생성되고 있으며, 이를 활용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 영상 데이터의 다양한 활용을 위해서는 데이터의 효율적인 저장과 검색이 선행되어야 한다. 초기 영상 데이터베이스 관리는 키워드를 이용한 문자 기반 영상 검색 방법을 사용하였다^[1~2]. 그러나 이 방법은 영상 데이터베이스의 크기와 종류가 증가함에 따라 키워드의 중복과 사용자의 키워드 직접 부여에 따른 객관성 결여에 의한 한계를 나타내었다. 현재 연구

되고 있는 내용 기반 영상 검색 방법은 색상, 모양, 질감 등의 내용적인 특징이나 속성을 이용하여 이미지를 표현 할 수 있게 되어, 검색의 효율을 높이는 방법이다^[3~4]. 일반적으로 내용기반 영상 검색에서의 질의 영상은 사용자 스케치에 의한 질의, 입력 영상에 의한 질의, 관심 객체를 기반으로 하는 질의 영상을 이용한다. 이러한 질의 영상과의 유사도를 만족시키는 데이터베이스를 빠르고 효율적으로 검색하기 위해서 영상으로부터 의미 있는 영역이나 배경 영상을 배제한 객체 분할 및 검출에 관한 연구를 수행하고 있다^[5~7].

영상 객체 분할이란 객체 특성에 따라 공간적, 시간적 객체 분할로 나누어지며, 분할 방법은 사용자의 개입 여부 따른 자동 객체 분할과 반자동 객체 분할로 분류 할 수 있다. 여기서 공간적인 객체 분할은 객체의 공간적인 특성, 화소의 휘도값과 색차값, 객체의 크기와

* 학생회원, ** 정회원, 원광대학교 전기전자및 정보공학부

(Department of Electrical Electronic and Information Eng., Wonkwang University)

접수일자: 2008년4월26일, 수정완료일: 2008년5월6일

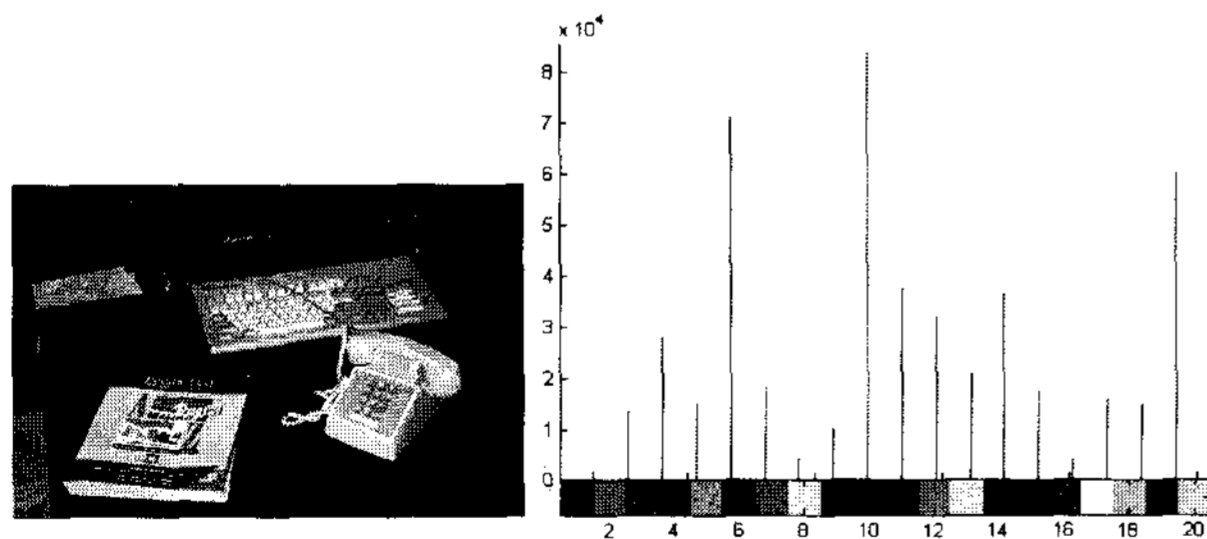
형태 등을 사용하는데, 계산량이 많고 움직임이 있는 객체는 판별하기 힘든 단점을 가지고 있지만 객체의 에지를 찾을 수가 있어 정확한 객체 추출이 가능하다는 장점을 가지고 있다^[8~10].

본 논문에서는 HMMD컬러 모델의 Hue 색상 유사도와 러프 집합을 이용하여 컬러 양자화를 통한 관심영역을 설정한다. 그리고 관심영역을 대상으로 주요 특징점 정합을 이용한 영상안의 객체 검출 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 II장에서 선행 연구를 수행하고, III장에서는 본 논문에서 제안하고자하는 방법에 대해 기술하였다. IV장에서는 실험결과를 살펴보고, 마지막으로 V장에서는 연구에 대한 결론과 향후과제에 대하여 논한다.

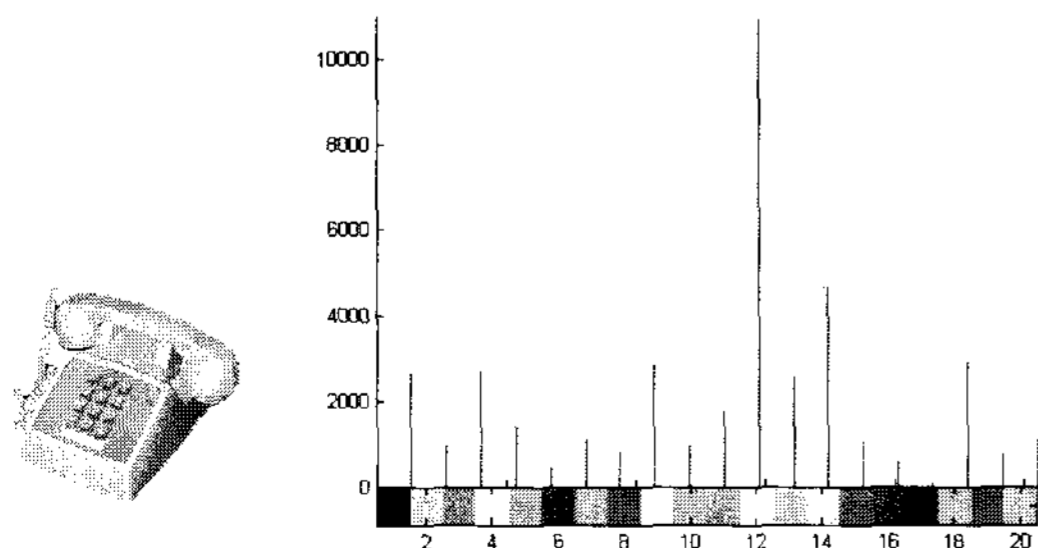
II. 선행 연구

1. 컬러 히스토그램 방법 연구

내용기반 영상 검색 시스템에서 가장 광범위하게 색상 정보가 사용된다. 색상 정보는 복잡한 배경에서 다른 특징보다 상대적으로 강건하고 영상의 크기와 이동 및 회전에 민감하지 않는 특징을 가진다. 색상 정보를 이용하는 대표적인 방법이 컬러 히스토그램 방법이다. 컬러 히스토그램은 영상 내의 각 화소에 대해 동일하게 양자화된 색상을 계수화하며, 그림 1과 같이 얻을 수



(a) 데이터베이스 영상 컬러 히스토그램



(b) 질의영상 컬러 히스토그램

그림 1. 컬러 히스토그램 결과
Fig. 1. The result of color histogram.

있다^[11,12].

그림 1과 같이 컬러 히스토그램 방법은 객체의 공간 정보의 부족과 영상내의 주변화소의 관계를 모두 고려하기 때문에 계산량이 많은 단점이 있다. 이를 개선하기 위해 색상 정보와 함께 질감 특징, 모양 특징을 같이 사용하는 방법이 제안되었다.

2. SIFT(Scale Invariant Feature Transform)방법

대표적으로 질의 객체와 데이터베이스 영상 내의 객체 후보 영역들과의 유사도를 측정하기 위해 SIFT 특징점 비교를 통해 객체 영역을 추출하는 방법이 있다^[13~15]. 영상의 크기 공간 함수는 $L(x, y, \delta)$ 이고, 입력영상 $I(x, y)$ 와 다양한 크기 가우시안 함수 $G(x, y, \delta)$ 의 컨볼루션으로 식 1과 같다.

$$L(x, y, \sigma) = G(x, y, \sigma) * I(x, y)$$

$$G(x, y, \sigma) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-(x^2+y^2)/2\sigma^2}$$
(1)

그리고 다양한 가우시안 분산 값에 따른 가우시안 영상을 생성하고, 다양한 크기의 영상에 대해 같은 작업을 통한 상수증가 계수를 k 라 할 때, 각각 크기에 대한 가우시안 차분 영상 DoG(Difference of Gaussian)은 식 2와 같고, 구조는 그림 2와 같이 표현된다.

$$D(x, y, \sigma) = (G(x, y, k\sigma) - G(x, y, \sigma)) * I(x, y)$$

$$= L(x, y, k\sigma) - L(x, y, \sigma)$$
(2)

그림 2에 의해 생성된 DoG 영상에서 지역 극대(maximum)와 극소(minimum)값을 구한다. 이 값은 그림 3과 같은 추출과정을 통하여 한 화소가 이웃화소 8

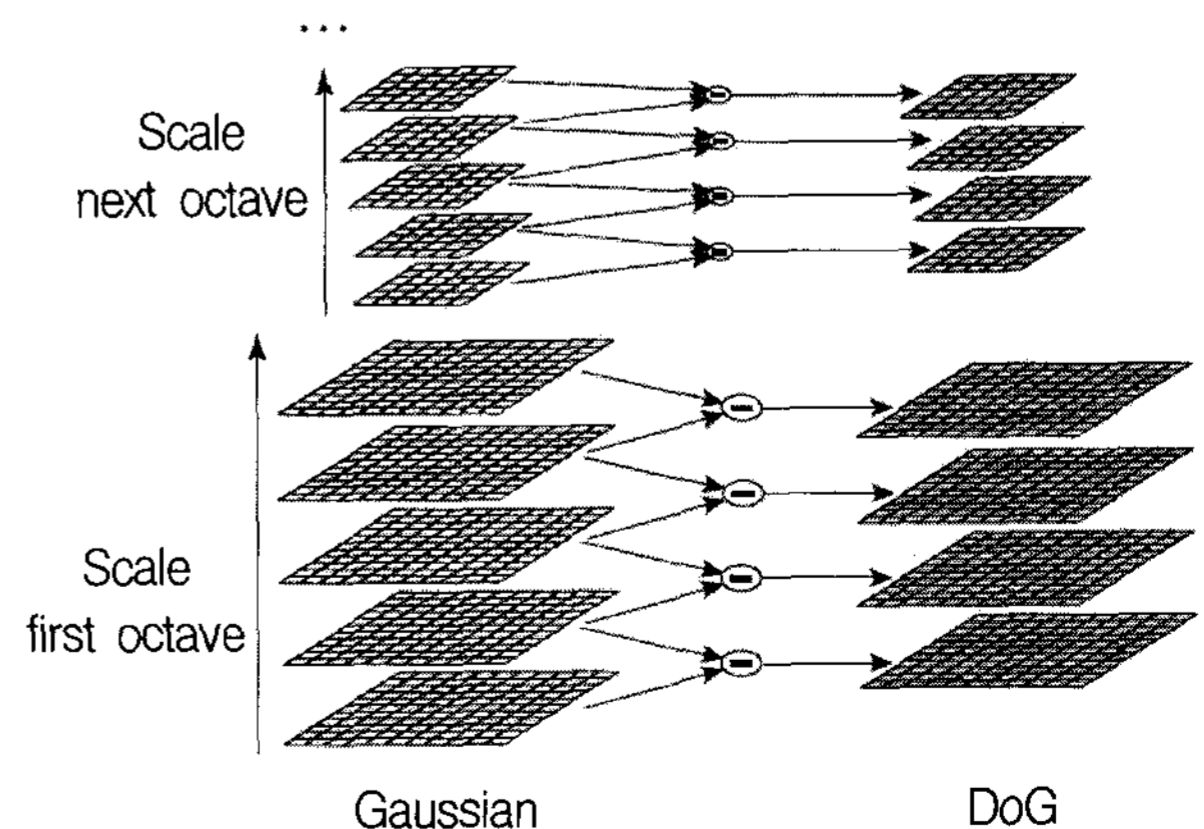


그림 2. DoG 피라미드 생성
Fig. 2. Generation of DoG pyramids.

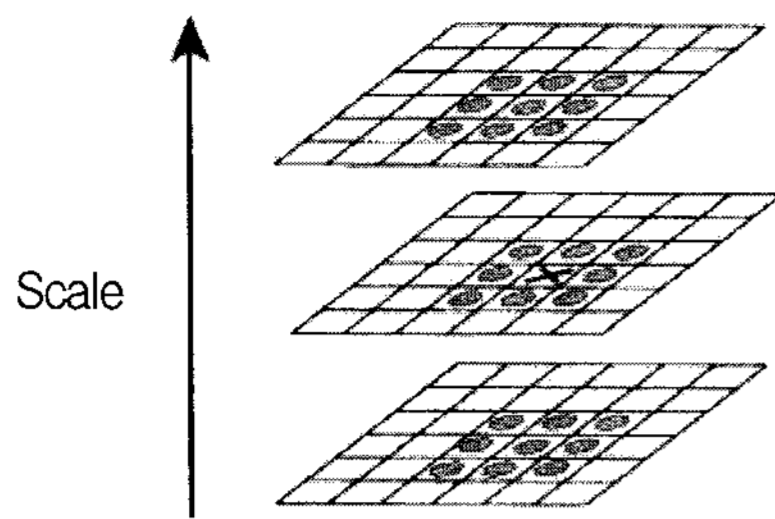


그림 3. 지역 극대, 극소를 이용한 특징점 검출
Fig. 3. Detection of feature points using local Maximum and Minimum.

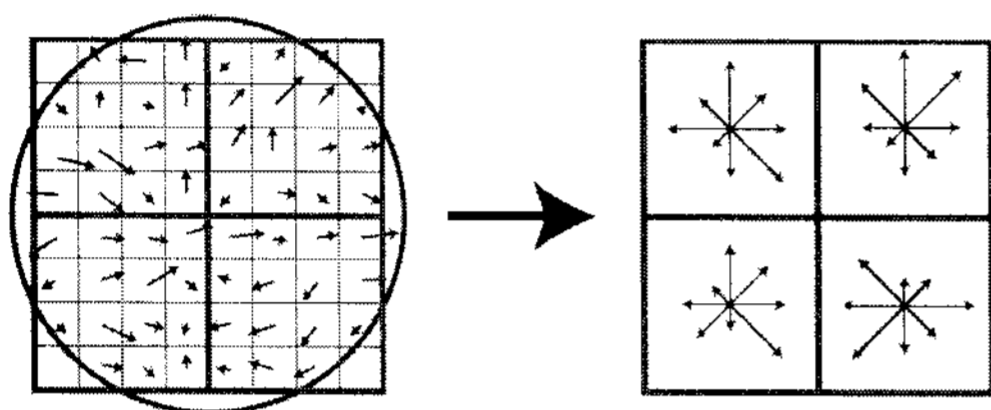


그림 4. 지역 영상 기술자 생성
Fig. 4. Local image descriptor.

개와 피라미드 상에서 이웃한 영상의 화소 18개의 총 26개 화소보다 크거나 작을 때 특징 값으로 추출한다.

그 결과 다중 크기에 대해서 일관된 성향을 갖는 특징 점의 위치를 찾을 수 있고, 지역 영상 기술자 생성은 그림 4와 같다.

하지만 관심 영역의 분할 없이 SIFT 정합 방법을 이용하여 특징 점 추출을 수행 할 경우, 영상 전체의 특징을 검출해야하는 단점을 갖게 된다.

III. 제안하는 알고리즘

본 논문에서는 관심 영역 선택 및 추출과정에서 사용자의 개입 없이 데이터베이스의 대표 색상 분포에 따라 자동 영상 분할을 수행하고, 선택 영역의 특징 점을 추출하여 질의 영상의 특징과 비교하는 방법을 통해 효율적인 검색 처리 시스템을 구현하고자 한다.

1. HMMD 공간 컬러 모델

컬러 분포 표현 기술 분야에서 HSV 컬러 공간과 HMMD 컬러 공간이 실험모델로 채택되어 하나의 컬러 공간만을 선택하기 위한 기술 경쟁 중에 있다. HMMD는 영상 검색에 아주 적합하고, 이는 HSV와 아주 유사한 특성을 가지고 있다^[16].

HMMD 컬러 공간은 무색 범위와 컬러 범위에서 5

공간으로 나누어진다. 여기서 무색 범위는 밝기 요소를 기반으로 한 양자화이고, 컬러 범위는 4개 예술적인 구성들 즉, "hue", "tint", "tone" 그리고 "shade"를 기반으로 양자화 되었다. HMMD 컬러 모델에는 5개의 파라미터가 있다. 각 파라미터의 의미는 다음과 같다. Hue는 0°에서 360°에 의해 표현된다. 여기서 각이 증가하면, Hue는 빨간색(0°=360°), 노란색(60°), 초록색(120°), 파란색(240°)으로 변화된다. 그리고 Max는 검은색의 양을 말하며, 색의 농도(shade)를 준다. Min은 흰색의 양을 말하며, 명암(tint)을 준다. Diff는 단일(pure) 색에 가깝고, 그레이의 양을 말하며, 색조(tone)를 준다. Sum은 색의 밝기를 계산한 것이다. 여기서 Hue, Max 그리고 Min(혹 Hue, Diff 그리고 Sum)인 3개 파라미터는 컬러 공간의 분포를 해석하기에 충분하다. HMMD는 RGB를 통하여 얻을 수 있는데 Max와 Min 그리고 Diff, Sum은 0에서 1사이의 값이고, Hue는 0에서 360사이 존재하고, 이를 식 3과 같이 표현 할 수 있다.

$$\begin{aligned} \text{Max} &= \max(R, G, B) \\ \text{Min} &= \min(R, G, B) \\ \text{Diff} &= \text{Max} - \text{Min} \\ \text{Sum} &= (\text{Max} + \text{Min}) / 2 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\text{Hue} = \begin{cases} (G - B) / (\text{Max} - \text{Min}) \times 60 & \text{if } (R = \text{Max} \wedge (G - B) > 0) \\ (G - B) / (\text{Max} - \text{Min}) \times 60 + 360 & \text{if } (R = \text{Max} \wedge (G - B) < 0) \\ (2.0 + (B - R) / (\text{Max} - \text{Min})) \times 60 & \text{if } (G = \text{Max}) \\ (4.0 + (R - G) / (\text{Max} - \text{Min})) \times 60 & \text{if } (B = \text{Max}) \end{cases}$$

만약 Max=Min이면 Hue는 무색 범위에서 정의되지 않는다. 본 논문에서는 식 3을 이용한 Hue 영역을 통해 1차 관심영역을 설정하고, 러프 집합을 이용하여 색상 관심영역을 설정한다.

2. 러프집합과 색상상관도

보통 러프 집합은 근사적으로 정의된다. 집합의 근사화는 지식기반 $K=(U, R)$ 가 주어졌다고 하면, 부분집합 $X \subseteq U$ 와 동치관계 $R \in \in D(K)$ 을 써서 두 집합 R-하한근사와 R-상한근사를 식 4와 같이 정의한다^[17,18].

$$\begin{aligned} \underline{R}X &= \bigcup \{Y \in U/R : Y \subseteq X\} \\ \overline{R}X &= \bigcup \{Y \in U/R : Y \cap X \neq \emptyset\} \end{aligned} \tag{4}$$

그리고 집합 $BN_R(X) = \overline{R}X - \underline{R}X$ 은 X의 R-경계(R-boundary)라고 한다. 집합 $\underline{R}X$ 는 지식 R내에서 x의 원소로 확실하게 분류되는 U의 모든 원소들의 집합이고,

집합 $\bar{R}X$ 는 지식 R내에서 X의 원소로 분류될 가능성이 있는 U의 원소들의 집합이며, $BN_R(X)$ 은 지식 R로서 X 또는 \bar{X} 의 어느 집합으로도 분류될 수 없는 원소들의 집합이다. 식 4를 다음 식 5와 같이 정의한다.

X의 R-긍정영역(R-positive region) :

$$POS_R(X) = \underline{R}X$$

X의 R-부정영역(R-negative region) :

$$NEG_R(X) = U - \bar{R}X$$

X의 R-경계영역(R-borderline region): $BN_R(X)$

여기서 X가 R-정의 가능하다는 것은 $\underline{R}X = \bar{R}X$ 이기 위한 필요충분조건이고, X가 R-러프하다는 것은 $\underline{R}X \neq \bar{R}X$ 이기 위한 필요충분조건이다. 그리고 지식 내의 어떤 범주들을 정의하려면 항상 전체 지식이 모두 필요한가에 대해 지식감축을 고려해야하는데 지식의 감축의 기본적인 2가지의 개념 즉, 리덕트(reduct)와 코어(core)를 사용하여 나타낼 수 있다^[17~19]. 여기서 식 3에 의해 생성된 Hue 영역간의 데이터 정보를 이용하여 근사 데이터끼리 식 5의 러프 집합으로 구성하여 긍정영역과 부정영역 그리고 경계영역의 3단계 영역으로 설정한 관심영역을 생성한다.

본 논문에서는 1차 후보 영역의 대표 색상과 질의 영상 영역간의 관심 영역 설정을 위해 식 6과 식 7을 이용하였다. 이는 두 점간의 Diff와 Sum을 이용하여 유사 관계를 찾는 것이다.

$$Diff = \frac{\sqrt{2}(Max - Min)}{2}$$

$$Sum = \frac{\sqrt{2}(Max + Min)}{2} \tag{7}$$

두 점을 q_1 과 q_2 라 하자. 두 점 q_1 과 q_2 사이의 유사도는 식 8과 같다.

$$sim(q_1, q_2) = 1 - \left[\sqrt{\frac{s^2 + d^2}{2}} \right] \tag{8}$$

여기서 $s = Sum_1 - Sum_2$ 이고,
 $d = \sqrt{(Diff_1 \times \sin(h_1) - Diff_2 \times \sin(h_2))^2 + (Diff_1 \times \cos(h_1) - Diff_2 \times \cos(h_2))^2}$
 이다.

마지막 단계에서는 질의 영상과 데이터베이스 영상의 주요 특징을 비교하기 위해 선행연구 되었던 SIFT 정합 방법을 적용하였다. SIFT정합 방법은 한 특징 점과 가장 가까운 특징점이 두 번째로 가까운 특징점보다 일정 기준 이상 크다면, 가장 가까운 특징 점 쌍은 서로

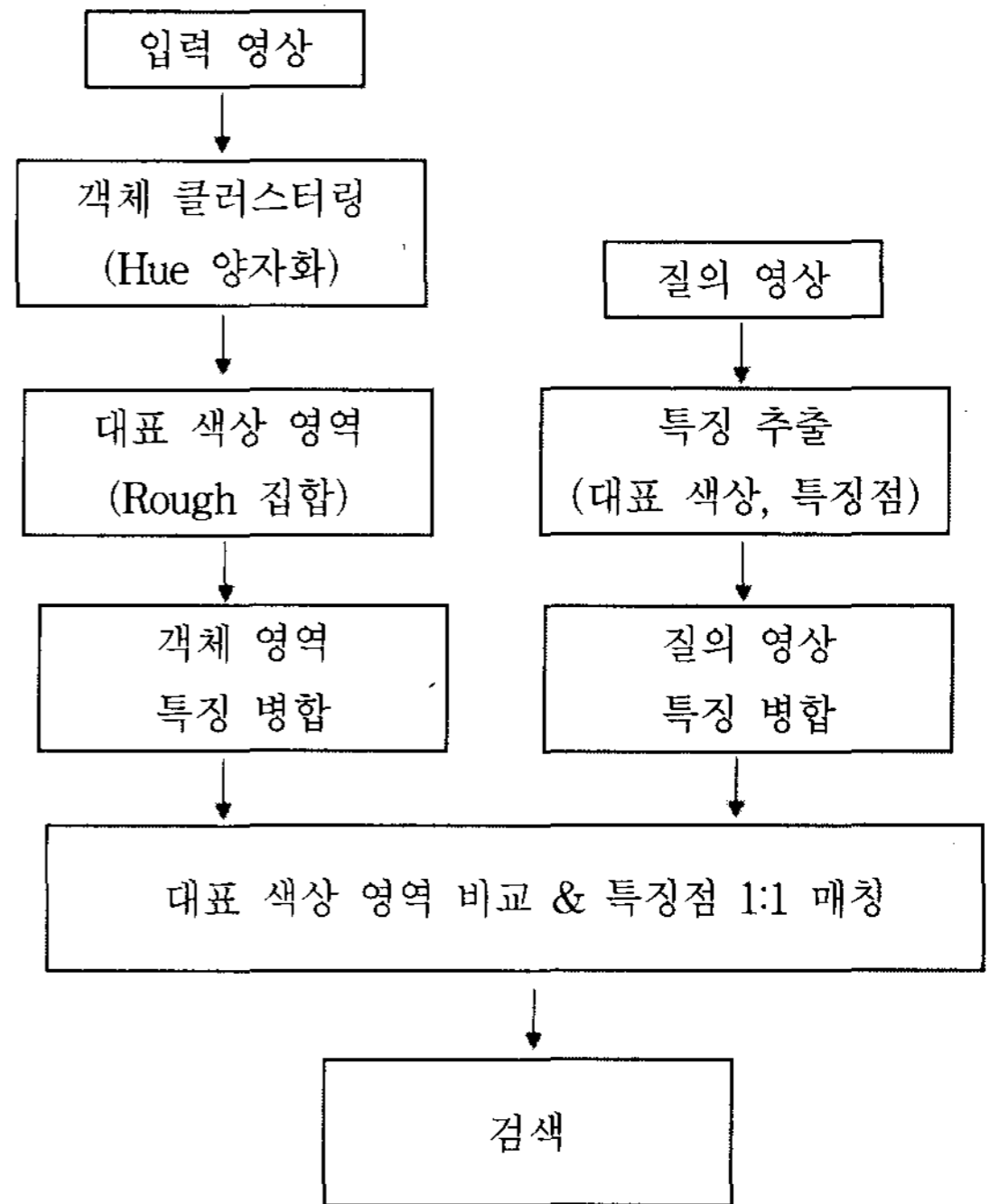


그림 5. 제안하는 시스템의 흐름도
 Fig. 5. Framework of the proposed system.

정합된다고 판단하며, 계산량을 줄이기 위해 각 영역별로 유클리디안 거리 함수를 사용하여 객체 영역을 검출한다. 그림 5는 제안하는 시스템의 전체적인 구성이다.

IV. 모의실험

본 논문에서 제안하고 있는 자동객체 분할과 주요 특징 점을 이용한 객체 검출 시스템의 검색 효율을 실험한다. 본 실험은 Matlab 7.0을 사용하였고, 100개의 데이터베이스 영상과 영상 내의 관심 영역을 질의 영상으로 설정하여 실험을 수행하였다. 또한 제안한 방법에 대한 검색 성능을 평가하기 위하여, 컬러 히스토그램 적용 방법과 비교하여 검색 성능을 실험하였다.

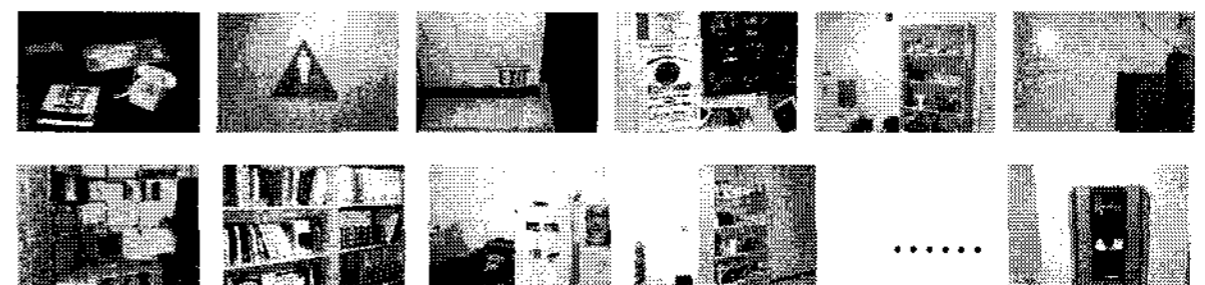


그림 6. 데이터베이스 영상
 Fig. 6. Data base image.

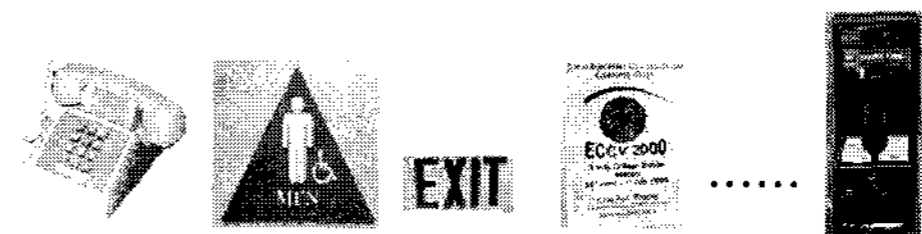


그림 7. 질의 영상
 Fig. 7. Query image.

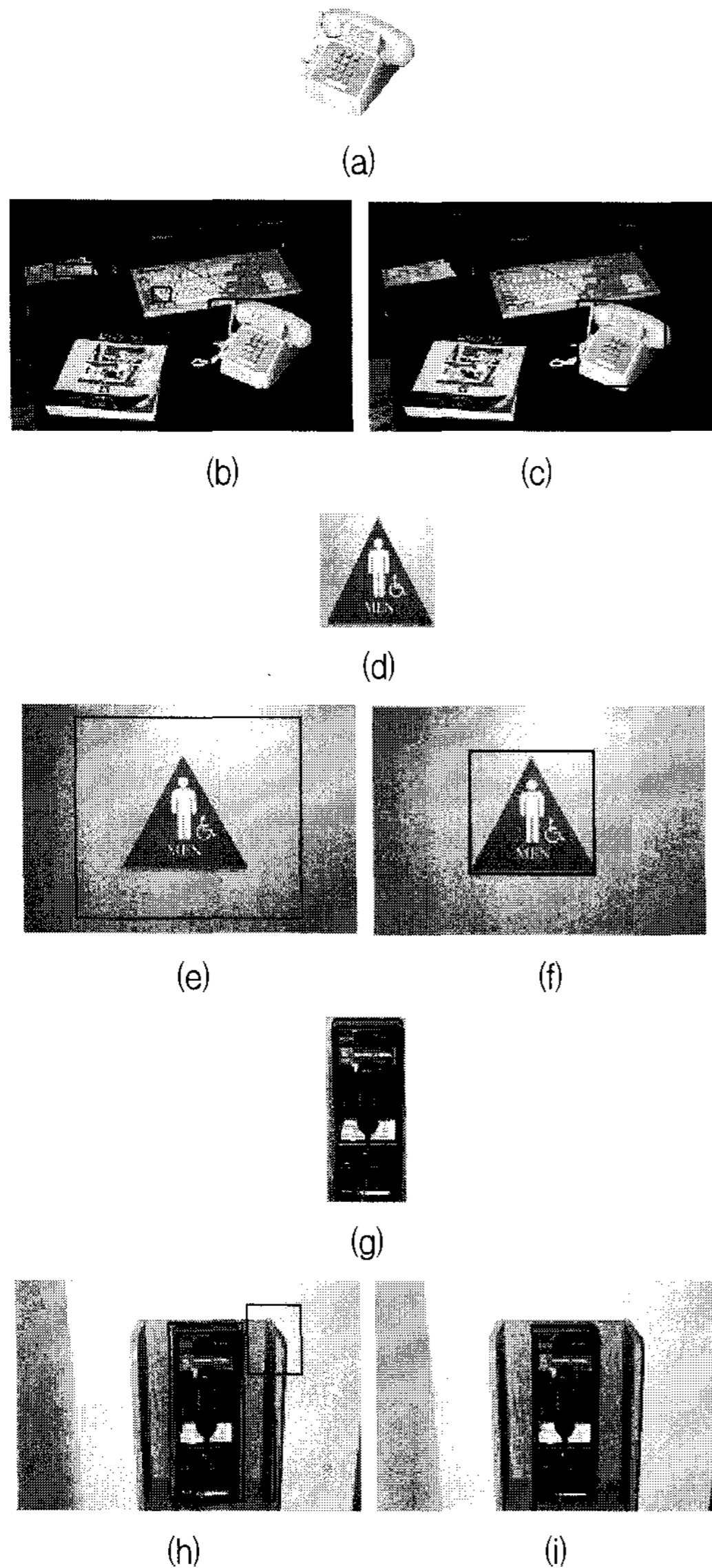


그림 8. 객체 검출 결과 (a,d,g) 질의 영상, (b,e,h) 컬러 히스토그램 검출 방법, (c,f,i) 제안된 방법

Fig. 8. The result of detecting a object (a,d,g) query image, (b,e,h) color histogram detection method, (c,f,i) proposed method.

그림 6과 그림 7은 실험에 사용한 데이터 베이스 영상 과 질의 영상이다. 그림 8은 사용자의 질의 영상에 대한 제안한 방법과 컬러 히스토그램 방법을 이용하여 검출 성능을 비교한 것이다.

그림 8의 결과와 같이, 컬러 히스토그램 방법은 유사 색상 영역을 객체로 잘못 인식하는 오류가 발생하였고, 제안한 방법에서는 객체 영역만을 정확히 검색함을 확인 할 수 있었다. 일반적으로 내용 기반 영상 데이터의 검색의 효율성을 비교하기 위하여 재현율(Recall)과 정확성(Precision)의 두 가지 성능 평가 척도를 이용하고 있지만, 본 논문에서는 데이터베이스 영상에 포함된 관

표 1. 검색 성능 비교

Table 1. Performance comparison of detection methods.

질의 영상 (100개)	컬러 히스토그램 방법	제안된 방법
검출율	74 (74%)	93 (93%)
오 검출율	23 (23%)	5 (5%)
미 검출율	3 (3%)	2 (2%)

심 영역을 질의영상으로 선택하여, 질의 영상을 정확히 판단하고 검출하는지에 관한 연구이다. 따라서 검색 성능 비교를 위해 오 검출율과 미 검출율을 평가 척도로 사용하였다.

표 1은 데이터베이스 영상 내에서 사용자가 선택한 영역에 해당하는 객체를 정확히 검출하는 성능을 보여 주고 있다. 질의 영상에 해당하는 객체를 정확히 검출하는 검출율에서 제안한 방법이 기존 방법보다 19%, 질의 영상정보와 유사도가 높은 영역을 객체로 오인하여 검출하는 오 검출율에서 18%, 질의 영상을 검출하지 못한 경우에서도 1% 우수한 성능을 보이는 것을 확인 할 수 있었다.

IV. 결 론

본 논문에서는 컬러 질의 영상을 효과적으로 검출하기 위한 방법을 제안하였다. 제안된 방법은 컬러 질의 영상의 색상 정보와 중요 특징 정보를 이용하여 검색 영역을 설정함으로써 연산되는 데이터양을 줄이고, 기존 방법보다 정확한 객체를 검출하는 객체 기반 영상 검색 방법이다. 첫 번째 단계로 데이터베이스 영상과 질의 영상의 색상 정보에 대해 HMMD 컬러 모델과 러프 집합을 이용하여 색상 유사도가 높은 영역을 관심영역을 추출하였다. 두 번째 단계로 추출된 관심영역별로 주요 특징 점 정합을 수행함으로써 기존 방법보다 정확한 객체 검출을 하였다. 영상 검색을 수행해본 결과 컬러 히스토그램을 이용한 내용 기반 영상 검색 방법보다 제안된 방법이 검출율면에서 19%정도 우수함을 확인하였고, 오 검출율과 미 검출율 면에서도 각각 5%, 1%인 결과를 얻을 수 있었다.

향후 과제로는 동영상 기반의 다중 객체 검출과 효과적으로 영상 분할이 이루어지지 않았을 경우에 발생하는 문제점에 대해 연구하고자 한다.

참고 문헌

- [1] R. Mehrotra and J. Gray, "Similar shape retrieval in shape data management," *IEEE Computer*, vol. 28, pp. 57-62, Sep. 1995.
- [2] Ediz Saykol, Ali Kemal sinop, Ugur Gudukbay, Ozgur Ulusoy, "Content-Based Retrieval of Historical Ottoman Documents Stored as Textual Image," *IEEE Tran.on images processing*, vol.13, no.3, Mar. 2004.
- [3] J.Eakins and M. Graham, *Content-based Image Retrieval*, JSIC Technology Application Report, 1999.
- [4] V. N. Gudivada and J. V. Raghavan, "Specialissue on Content-based Image Retrieval System," *IEEE Computer Magazine*, vol.28, no.9, pp.18-22, 1995.
- [5] 김동우, 장언동, 박내정, 송영준, "주 색상에 의한 객체 영역을 이용한 내용기반 검색," *한국콘텐츠학회논문지*, 제6권, 제2호, 44-50쪽, 2006.
- [6] 이정호, 김지훈, 문영식, "영상 분할 및 주요 특징 점을 이용한 다중 객체 검출," *전자공학회논문지*, 제45권 CI편, 제 2호, 48-55쪽, 2008.
- [7] 강문주, 양동일, 김덕은, 최형진, "이미지 검색을 위한 관심영역의 요소 추출과 데이터 변환 연구," *정보통신논문지*, 제10권, 제10호, 158-164쪽, 2006.
- [8] M. Hotter and R. Thoma, "Image Segmentation Based on Object Oriented Mapping Parameter Estimation," *Signal Processing*, vol. 15, no. 3, pp. 315-334, Oct. 1988.
- [9] L. Vincent and P. Soille, "Watersheds in Digital Spaces: An Efficient Algorithm Based on immersion Simulation," *IEEE Trans. on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, vol. 13, no. 2, pp. 583-598, June 1991.
- [10] J. G. Choi, S. W. Lee, and S. D. Kim, "Spatio-Temporal Video Segmentation using a Joint Similarity Measure," *IEEE Trans. Circuits and Systems for Video Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 279-286, April 1997.
- [11] 송석진, 이해봉, 김효성, 남기곤, "웹블릿 변환기법을 이용한 내용기반 컬러영상 검색시스템 구현," *전자공학회논문지*, 제40권, SP편, 제1호, 20-27쪽, 2003.
- [12] 이형구, 윤일동, "컬러 히스토그램과 컬러 텍스처를 이용한 내용기반 영상 검색 기법," *전자공학회논문지*, 제36권, 제9호, 76-90쪽, 1999.
- [13] David G. Lowe, "Distinctive image features from scale-invariant keypoints," *International Journal of Computer Vision*, vol 60, no.2 , pp. 91-110, 2004
- [14] David G. Lowe, "Object recognition from local scale-invariant features," *International Conference on Computer Vision*, Corfu, Greece, Sep., pp. 1150-1157, 1999.
- [15] David G. Lowe, "Local feature view clustering for 3D object recognition," *IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, Kauai, Hawaii, pp. 682-688, Dec. 2001.
- [16] R. C. Gonzalez and R. E. Woods, "Digital Image Processing," Addison Wesley Longman, 1992.
- [17] Z. Pawlak, "Rough Sets," *International Journal of Computer and Information Sciences*, vol. 11, pp. 341-356, 1982.
- [18] Z. Pawlak, "Rough logic," *Bulletin of the Polish Academy of Sciences, Technical Science* 35, pp. 253-258, 1987.
- [19] Z. Pawlak, *Rough Sets-Theoretical Aspects of Reasoning about Data*, London : Kluwer Academic Publishers, 1991.

저자 소개



백영현(학생회원)

2002년 원광대학교 전자공학과
학사 졸업.

2004년 원광대학교 전자공학과
석사 졸업.

2007년 원광대학교 전자공학과
박사 졸업.

2007년~현재 원광대학교 전기전자및정보공학부
전임강사

<주관심분야 : 영상신호처리, 해상도 복원, 객체
검출 및 인식 >



문성룡(정회원)

1982년 원광대학교 전자공학과
학사 졸업.

1986년 전북대학교 전자공학과
석사 졸업.

1993년 전북대학교 전자공학과
박사 졸업

1994년~현재 원광대학교 전기전자및정보공학부
교수

<주관심분야 : 신경망 이론, 퍼지, 얼굴 인식, 디
지탈 시스템 및 지능 시스템 >