

# 모바일 환경에 응용 가능한 빠른 검색 테이블 기반 특징 추출 알고리즘

박상혁<sup>○</sup>, 양준영, 성하천, 변혜란

연세대학교 컴퓨터과학과

{shpark, gundid, shc, hrbyun}@cs.yonsei.ac.kr

임영규

MC 연구소, MC 사업본부, LG 전자

postrain@lge.com

## Fast Lookup Table-Based Feature Extraction Algorithm for Mobile Environment

Sanghyuk Park<sup>○</sup>, Junyeong Yang, Hacheon Seong, Hyeran Byun

Department of Computer Science, Yonsei University, Korea

YeongKyu Lim

Mobile Handset R&D Center, Mobile Communications Company, LG Electronics

### 요 약

최근 모바일 장치의 사용 영역 확대와 더불어 기기장치 내의 다양한 영상 데이터에 대한 효율적인 관리와 검색에 관한 기술 연구가 요구되고 있다. 그러나 모바일 장치의 낮은 CPU 성능과 한정적인 메모리를 극복하기 위해 저 용량 그리고 고속의 검색 엔진 개발이 요구된다. 이 문제를 해결하기 위하여, 본 논문에서는 RGB 색상 공간에서 HSV 색상 공간 상의 36개의 특징 값으로 변환하는 검색 테이블 방법을 제안한다. 제안하는 방법에 의해, 입력 영상은 검색 테이블에 기반하여 빠르게 색상과 위치에 대한 두개의 특징 히스토그램으로 변환된다. 여기서, 특징추출에 필요한 연산은 본 논문의 실험 결과에서 보는 바와 같이 매우 낮다. 제안하는 방법을 이용하여, 우리는 영상, 색상 그리고 불림에 의한 질의가 가능한 모바일 기반 영상 검색 시스템을 구현하였다. 본 논문에서 제시하는 실험결과는 제안하는 방법이 충분히 모바일에서 운용 가능한 가볍고 빠른 방법임을 알 수 있다.

### 1. 서 론

디지털 미디어 장치가 탑재된 모바일 장치(휴대폰, PDA 등)의 급속한 보급으로 인한 사용 영역 확대와 더불어 장치에 저장된 영상의 양도 증가하고 있다. 이에 따라 증가하는 다양한 종류의 영상 데이터에 대한 효율적인 관리와 검색에 관한 연구가 요구되고 있다.

PC 환경에서의 다양한 관련 연구 [1]가 활발히 진행 중에 있으며 대표적인 영상검색 시스템으로는 QBIC [2], Visual SEEk [3], BlobWorld [4] 등이 있다. QBIC [2]은 사용자가 색상, 형태, 질감 그리고 스케치 등의 다양한 질의 방법을 통하여 정지영상에 대한 내용 기반의 검색과 더불어 제한된 영역의 비디오 검색이 가능한 시스템이다. VisualSEEk [3]은 색상과 공간 정보를 이용하여 영상에서 특징 영역을 추출하고 이런 정보의 조합을 이용하여 영상을 검색할 수 있다. 그러나 위와 같은 시스템들은 영상 검색을 위한 질의 환경이 복잡하여 사용 방법이 불편한 단점이 있다. BlobWorld [4]는 유사

특징 화소들에 대한 군집화를 이용하여 영상을 특정 객체 단위로 분할하여 각 분할 객체들의 특징의 조합을 검색에 이용하였다. 그러나 영상 분할을 위한 시간복잡도가 높고 객체 영역을 정확히 추출하기 어렵다. Zhang *et al.* [5]은 양자화된 HSV 색상 공간에서의 전역적인 색상 히스토그램과 색상이 영상의 가로, 세로 축에 대해 가지는 색상 공간 정보를 조합하여 3차원 특징 정보로 이미지를 검색하였다. Prasad *et al.* [6]은 양자화된 RGB 색상 공간에서 특정영역을 검출하고 영역의 위치와 크기 정보를 조합하여 검색에 이용하였다. 그러나 위의 두 연구에서는 실험에 사용한 영상 데이터의 종류가 제한되어 있었다. 사전 학습을 통하여 영상을 특정 영역 단위로 분류하고 각 영역 특징에 의미를 부여하여 검색에 이용한 연구는 다음과 같다. Aghbari 와 Makinouchi [7]는 사전 학습을 통해 영상의 각 특정 영역에 의미론적인 특징을 부여하고 이러한 영상 의미 정보를 이용하여 이미지 영역을 계층적으로 분류하여 검색에 이용하였다. Vogel 와 Schiele [8]는 영상을 균등한

영역으로 분할하고 각각의 특정 영역의 특징에 대해 사전학습을 통하여 의미를 부여하고 영상을 의미 단위 조합으로 해석하여 검색에 이용하였다. 그러나 이러한 방법들은 분리된 특정 영역에 의미를 부여하기 위한 복잡한 사전 학습 알고리즘이 필요하다. 일반 PC환경과는 달리 모바일 환경의 검색 시스템은 작은 입출력 공간과 낮은 CPU 처리속도 등의 하드웨어 적인 성능이 제한되어 있다. Gavilan [9]은 모바일 장치를 이용하여 영상에서 관심 있는 주요 영역을 블랍으로 추출하고 다층 신경망 회로 학습을 통하여 의미가 부여된 블랍 정보의 조합을 통해 4가지 종류의 영상으로 분류하는 연구를 하였다. 그러나 분류 시스템을 위하여 사용자의 수작업에 의한 복잡한 사전 학습이 필요한 단점이 있다.

본 논문에서는 이러한 모바일 환경에서의 성능 제약을 극복하고 효과적인 영상 검색이 가능하도록 검색 테이블을 이용한 빠른 특징 추출 알고리즘을 제안한다. 먼저, 입력 영상데이터의 RGB색상 공간을 36개의 HSV 색상 공간으로 양자화함으로써 영상의 특징 추출 계산량과 정보량을 감소시켰다. 그리고 제안하는 방법에 의하여 입력 영상의 RGB 색상값은 검색 테이블을 이용하여 추가적인 연산없이 양자화된 HSV공간의 인덱스 특징값으로 빠르게 대응된다. 추출된 색상 특징은 색상 히스토그램으로 표현되는데 기존의 히스토그램 방법은 특징 색상값의 공간적인 분포를 표현하지 못하는 단점이 있다. 그러나 Zhang *et al.* [5]에서 제안한 방법을 이용하여 색상 색인 값의 공간정보를 추출하고 색상값과 더불어 공간 정보 히스토그램을 함께 운용함으로써 기존 히스토그램의 문제점을 극복하였다. 본 논문에서는 제안하는 특징 추출 방법을 이용하여 모바일 장치에 시스템을 탑재하고 성능을 평가하였다. 그 결과 제안하는 방법이 모바일 장치에서 충분히 운용 가능하고 이와 더불어 빠른 수행 속도와 검색 결과도 우수함을 보여 준다. 또한 사용자가 모바일 장치 기반 환경에서 친숙하고 편리하게 사용이 가능하도록 다양한 방법을 이용하여 영상을 검색할 수 있는 시스템을 구현하였다.

2절에서는 제안하는 영상 데이터의 특징 정보 추출을 위한 방법에 대하여 구체적으로 설명한다. 또한 3절에서는 모바일에서 구현한 다양한 질의 방법이 가능한 영상 검색 시스템에 대하여 기술한다.

## 2. 검색 테이블 기반 빠른 색상 특징 추출 알고리즘

본 논문에서는 빠른 특징 정보 추출을 위하여 특정 RGB 색상 값에 대해 HSV 색상 공간 상의 36 개의 특징 값으로 대응시키는 검색 테이블 방법을 제안한다. 제안하는 알고리즘은 색상 공간의 변환 작업이 필요 없고, 입력 RGB 색상값에 따른 특징값을 학습 단계에서 미리 구하고 검색 테이블화 시킨다. 따라서 특징을 추출할 때 입력에 대한 출력을 검색 테이블을 통해 구할 수 있으므로 연산 복잡도는 매우 낮다.

### 2-1. 검색 테이블을 이용한 빠른 색상 특징 양자화

RGB 색상 공간은 각 채널간의 상호 의존도가 높아 일반적인 영상 처리 알고리즘에서 잘 사용되지 않는다. 본 논문에서는 입력영상의 RGB 색상 공간을 HSV 공간으로 변환하고, 변환된 HSV 색상 공간을 36 개의 특징 공간으로 나눈다. 이 방법은 [5]에서 제안한 방법으로 영상 검색 시스템에 성공적으로 적용되었다.

본 논문에서는 보다 빠른 특징 추출을 위하여 검색 테이블 방법을 제안한다. 검색 테이블 방법은 학습 단계에서 RGB 입력 값에 대응되는 HSV 색상 공간상의 36 개의 색인 값을 미리 계산해 놓는 방식이다. 36 개의 특징 색인값은 영상의 주요 색상 특징을 잘 유지하면서도 특징 정보의 차원을 효율적으로 감소시켰다.

입력 영상  $I(\mathbf{x})$  가 주어졌을 때, 이때  $\mathbf{x} = (x, y) \in \mathcal{R}^2$  이고,  $I(\mathbf{x}) = (r, g, b) \in \mathcal{R}^{m \times n}$  이다. 각각의 화소는 RGB 색상 공간의 3 차원 벡터  $r_{(x)}, g_{(x)}, b_{(x)}$  를 형성 하는데, 각각의 벡터는  $0 \leq r_{(x)}, g_{(x)}, b_{(x)} \leq 255$  의 범위를 만족한다. 그러나, RGB 색상 공간은 위와 같이 각 채널마다 0 에서 255 사이의 변화량을 가지므로, 모든 경우의 수를 고려할 때 일반적으로  $256^3$  의 대응되는 색인 값을 계산해야 한다. 그러나 이런 방법은 한정된 메모리를 탑재한 모바일에서 응용 불가능하다. 따라서 본 논문에서는 이 문제를 RGB 색상 공간을 양자화함으로써 해결하였다. RGB 색상공간은 양자화 레벨  $k$  에 의해 균등한  $k$  범위로 나뉘고, 각각의 범위는 0 부터  $k-1$  값으로 색인화 된다. 입력 영상에서 특정 화소의 RGB 색상값  $(r_{(x)}, g_{(x)}, b_{(x)})^T$  이 주어졌을 때, 제안하는 양자화 방법은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} & (\tilde{r}_{(x)}, \tilde{g}_{(x)}, \tilde{b}_{(x)})^T \\ & = \left( \lfloor r_{(x)} / q \rfloor, \lfloor g_{(x)} / q \rfloor, \lfloor b_{(x)} / q \rfloor \right)^T \end{aligned} \quad (1)$$

여기서  $\lfloor \cdot \rfloor$  는 floor 함수이고,  $q = (255/k)$  이다. 입력 영상의 r,g,b 화소값은 양자화된  $i_r, i_g, i_b$  값과 검색 테이블에 의하여  $(i_r, i_g, i_b, c)$  로 대응되는 인덱스 화소값  $c$  로 변환된다. 여기서  $c$  는  $0 \leq c \leq 35$  인 HSV 색상 공간의 색인 값 이고, 양자화된 입력 영상 값은  $0 \leq i_r, i_g, i_b \leq k-1$  의 범위를 가진다. 표 1 은 제안하는 검색 테이블의 개념적인 도표를 보여준다. 입력 영상의 양자화된 RGB 값은 1 과 같은 검색테이블에 의하여 별도의 계산 없이 HSV 공간의 양자화된 36 개의 색인 값 중에서 하나의 값으로 변환된다. 양자화 레벨  $k$  를 낮출수록 영상은 커다란 블랍으로 표현되고, 반대로 이 수치를 올릴수록 영상은 보다 세밀한 정보를 유지하게 된다. 본 논문에서는 실험에 의해 양자화 레벨  $k$  를 16 으로 정하였다. 이 수치는 주어진 영상의 세밀한

정보를 유지하면서  $16^3$ 의 입력 값에 대한 인덱스 정보만을 필요하므로 메모리 활용 측면에서 우수하다.

표 1. HSV 색상 색인 값을 위한 RGB 색상 검색테이블

양자화된 입력 R 값	양자화된 입력 G 값	양자화된 입력 B 값	양자화된 HSV 색인값
0	0	0	0
0	0	1	0
⋮	⋮	⋮	⋮
15	9	14	33
⋮	⋮	⋮	⋮
15	15	14	7
15	15	15	7

제안 하는 방법을 통하여 그림 1 과 같이 왼쪽의 RGB 입력 영상은 양자화 과정 후 제안하는 검색테이블에 의하여 각 색인 값으로 변환된다. 그리고 오른쪽 영상은 검색테이블에 의해 각 색인 값으로 변환된 영상의 결과이다. 이 결과를 통하여 특징 공간의 용량을 줄이면서 입력 영상의 세밀한 특징정보를 유지함을 확인할 수 있다.

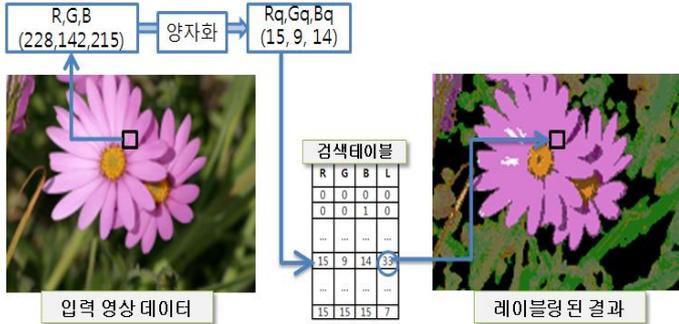


그림 1. 검색 테이블을 이용한 양자화 및 레이블링 과정

2-2. 색상 히스토그램 특징 추출

영상에서 같은 인덱스 값을 가지는 화소들을 각 색상 값의 빈도로 누적하여 다음과 같은 색상 히스토그램으로 특징을 표현하였다. 색상 히스토그램  $\mathbf{H}_c$ 는  $\mathfrak{R}^{36}$ 의 특징 벡터이다. 입력 영상의 어떤 화소  $\mathbf{x}$ 에 대한 색상 공간값  $(\tilde{r}_{(x)}, \tilde{g}_{(x)}, \tilde{b}_{(x)})^T$ 이 검색테이블에 의해 변환된 색상 색인값을  $c_x$ 라고 할 때 각각의 차원은 다음의 방법을 이용하여 구할 수 있다.

$$\mathbf{H}_c(i) = \sum_{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^{m \times n}} f(c_x, i) \quad (2)$$

여기서  $f(c_x, i)$ 는  $c_x = i$  일 때 1 이고, 그렇지 않으면 0 이다. 그리고  $i$ 는  $0 \leq i \leq 35$ 의 범위를 가진다.

색상 히스토그램을 특징 정보로 이용하는 것은 일반적인 영상검색을 위한 특징정보 생성의 방법으로 연산 복잡도가 낮다는 장점이 있어 본 논문의 취지에 적합하다. 그러나 특정 개체나 색상 인덱스의 분포에 대한 공간적인 관계나 위치 정보를 고려하지 못하는 단점이 있다. 따라서 본 논문에서는 [5]에서 사용한 방법을 이용하여 다음과 같이 영상에서 각 색상 색인 값의 공간 정보를 추출하였다. 색상 색인값  $c_x$ 의 수평 성분 특징벡터  $\mathbf{H}_x$ 는  $\mathbf{H}_x \in \mathfrak{R}^{36}$  이고 각각의 차원은 다음과 같다.

$$\mathbf{H}_x(i) = \frac{\sum_{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^{m \times n}} x \cdot f(c_x, i)}{n \cdot \sum_{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^{m \times n}} f(c_x, i)} \quad (3)$$

같은 방법으로 색상 색인값  $c_x$ 의 수직성분 특징벡터  $\mathbf{H}_y \in \mathfrak{R}^{36}$ 의 각각의 차원은 다음과 같다.

$$\mathbf{H}_y(i) = \frac{\sum_{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^{m \times n}} y \cdot f(c_x, i)}{m \cdot \sum_{\mathbf{x} \in \mathfrak{R}^{m \times n}} f(c_x, i)} \quad (4)$$

위의 방법을 통하여 각 색인값  $c_x$ 에 대한 색상 히스토그램 정보와 위치 정보를 조합하여 특징 벡터  $\mathbf{H}$ 를 구성함으로써 기존의 색상 히스토그램의 문제점을 해결하였다. 특징 히스토그램  $\mathbf{H}$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$\mathbf{H} = (\mathbf{H}_c^T \mathbf{H}_x^T \mathbf{H}_y^T)^T \in \mathfrak{R}^{108} \quad (5)$$

그림 2 는 제안하는 방법에 의한 채널 양자화와 검색테이블을 이용한 특징 정보 추출의 과정을 보여준다. 제안하는 검색 테이블 방법을 이용하여 메모리적으로 효율적인 저차원의 특징 정보를 빠르게 추출할 수 있다.

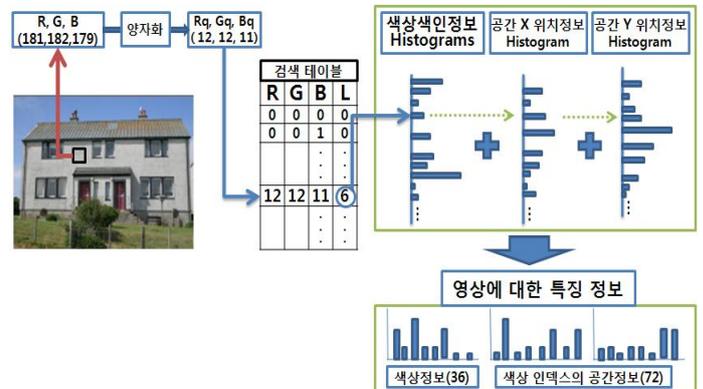


그림 2. 영상데이터로부터 특징 벡터를 생성하는 과정

3. 검색 테이블을 이용한 모바일 영상 검색 시스템 구현

영상을 검색하기 위해서 기존의 영상 검색 시스템은 사용자에게 의한 복잡한 조작과 검색 조건이 필요한 단점이 있었다. 따라서 본 논문에서는 사용자가 보다 손쉽게 영상을 검색할 수 있도록 그림 3 과 같은 다양한 방법으로 질의가 가능한 시스템을 모바일 장치에 탑재하였다.



그림 3. 영상 검색을 위한 다양한 방법

영상 검색에 있어서 일반적으로 사용되는 유클리디안 거리 비교 방법은 영상의 특징 정보에 대해 낮은 계산량으로 유사성을 비교 할 수 있으므로 본 논문의 취지에 적합하다. 영상데이터를 질의어로 이용하는 경우에는 입력 영상 데이터로부터 그림 4 와 같은 HSV 공간의 36 개의 색상 색인값 히스토그램을 추출한다. 그리고 데이터 베이스에 존재하는  $k$  개의 영상에 대한 특징 벡터  $\mathbf{H}^{(j)}$  가 존재하고 입력영상에 대한 히스토그램을  $\mathbf{H}$  라고 할 때, 모든  $k$  에 대하여 다음 식을 만족하는 영상들을 검색의 결과로 보여준다.

$$\|\mathbf{H}_c - \mathbf{H}_c^{(j)}\| < \Phi_I \quad (6)$$

이때  $1 \leq j \leq k$  이며,  $\Phi_I$  는 질의 이미지를 이용한 영상 검색의 임계치 값이다.

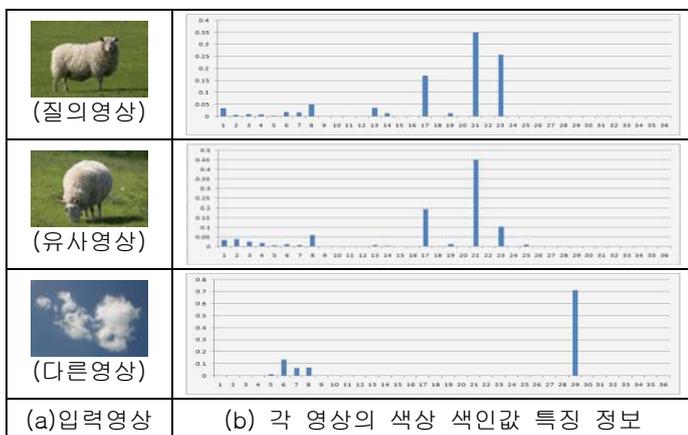


그림 4. 각 영상과 영상의 색상 특징 정보 예시

다음의 그림 5 에서 (a)는 하늘 그리고 (b)는 얼굴을 입력 질의 영상으로 선택하여 검색한 결과로 유사도가 높은 영상이 결과로 잘 검색되었음을 확인할 수 있다.



(a)하늘영상의 검색결과 (b)얼굴영상의 검색결과  
그림 5. 영상 질의로 검색한 결과 ( $\Phi_I = 0.04$  일때)

후보색상을 이용하는 경우에는 우선 36 개의 색상 팔레트에서 검색을 원하는 색상  $c_d$  를 선택하면 데이터 베이스로부터 선택된 색상을 기준으로 다음 식을 만족하는 영상들을 검색의 결과로 보여준다.

$$|\mathbf{H}_c(c_d) - \mathbf{H}_c^{(j)}(c_d)| < \Phi_c \quad (7)$$

이때 선택된 후보 색상  $c_d$  는  $0 \leq c_d \leq 35$  값을 가지며,  $\Phi_c$  는 후보 색상을 이용한 영상 검색의 임계치 값이다. 다음 그림 6 의 (a)는 30 번째 색인값 색상을 (b)는 21 번째 색인값 색상을 질의어로 검색한 결과이며, 검색된 영상들은 후보 색상과 색상 유사도가 잘 대응됨을 알 수 있다.



(a)  $c_d = 30$  을 이용한 검색 (b)  $c_d = 21$  을 이용한 검색  
그림 6. 후보 색상을 질의로 검색한 결과 ( $\Phi_c = 0.2$  일때)

블랍(Blob)은 후보색상 색인값과 색인값의 공간정보를 표현하는 특징벡터로 표현되는데, 이러한 블랍을 이용하는 경우에는 36 개의 색상 팔레트에서 원하는 검색 후보 색상을 선택하고, 검색 윈도우에서 특정한 영역을 선택하여 질의를 한다. 선택한 후보색상이  $c_d$  일때, 블랍의 위치 정보는  $\mathbf{X}_b = (x_b, y_b) \in \mathcal{R}^2$  이며, 시스템은 영상

의 후보색상과 블랍의 공간정보를 이용하여 식 (7) 과 (8) 을 만족하는 영상들을 검색의 결과로 보여 준다.

$$\sqrt{(x_b - \mathbf{H}_x(c_d))^2 + (y_b - \mathbf{H}_y(c_d))^2} < \Phi_b \quad (8)$$

여기서  $\Phi_b$  블랍을 이용한 영상 검색의 임계치 값이다. 그림 7 은 블랍의 위치에 따라 다른 검색 결과의 모습을 보여준다. 블랍의 위치와 영상의 주요 특징 영역 위치의 유사도가 가깝다는 것을 알 수 있다.

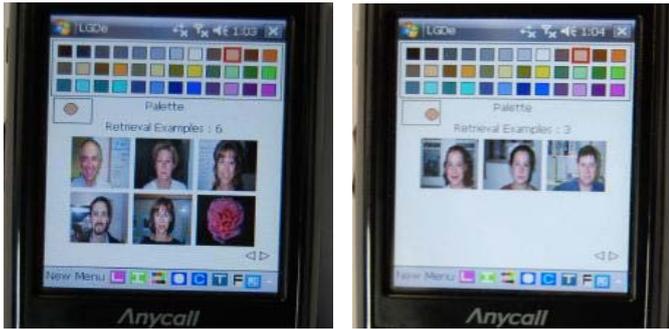


그림 7. 블랍을 질의로 검색한 결과( $\Phi_b=0.05$  일 때)

#### 4. 실험 내용

본 논문에서는 제안하는 영상 검색 시스템을 WM 6.0 기반의 SPH-M4650(624Mhz CPU)에 탑재하여 성능을 평가하였다. 또한 다양한 종류의 영상데이터 환경을 위하여 Corel DB, MSRC DB2.0 그리고 CalTech DB 에서 10 개의 대분류( 비행기, 동물, 건물, 자동차, 의자, 얼굴, 꽃, 하늘, 나무, Text )에 해당하는 영상을 조합하여 임의로 762 장을 선택하였고, 160x120 크기의 24 비트 영상 762 장을 전체 데이터베이스로 구성하여 성능을 측정하였다. 전체 영상들에서 특징을 추출하고 데이터 베이스를 구성하기 위해 소요된 시간은 표 2 와 같다. 영상데이터 전체에서 색상정보와 공간정보에 관한 108 차원의 특징을 추출하는데 총 41.923 초가 소요되었고, 영상 한 장당 평균 0.055 초가 소요되어 제안하는 특징 추출 방법이 매우 빠르다는 것을 알 수 있다. 또한 794KB 로 762 장의 전체영상에 대한 특징 벡터 데이터베이스를 구성할 수 있어서 제안하는 방법이 메모리적으로 매우 효율적 방법임을 알 수 있다.

표 2. 데이터베이스에서 영상의 특징 추출 소요시간

평균특징추출시간	41.923 (초/762 장) 0.055 (초/1 장)
----------	-----------------------------------

특징 매칭을 위한 소요시간은 각각의 질의 방법을 이용하여 데이터베이스와의 특징 유사도가 비슷한 영상들을 추출하는데 소요된 시간을 측정하였고, 다음의 표 3 의 결과를 얻었다. 표 3 에서 이미지를 이용하여 검색하는

경우에는 전체의 영상 762 장을 각각의 질의 이미지로 사용하여 모든 데이터베이스의 영상에 대해 검색을 실시하여 얻은 평균 시간을 측정하였다. 그리고 색상과 블랍은 각각의 방법에 대하여 100 회씩 연속하여 얻은 시간의 결과이다. 실험 결과는 영상 검색을 위해 소요되는 특징 매칭 시간도 매우 빠르다는 것을 알 수 있다.

표 3. 영상검색을 위한 특징 매칭 소요 시간

검색방법	이미지	색상	블랍
특징매칭시간	0.034 (초/1 회)	0.0083 (초/100 회)	0.061 (초/100 회)

영상 검색 시스템을 평가할 때 가장 중요하게 고려해야 할 부분은 사용자가 주관적으로 유사한 영상을 판단해야 한다는 점이다. 그러나 영상의 개수가 많은 경우에는 검색된 유사영상을 모두 판단하는 것은 어려운 문제이므로, 본 논문에서는 다음과 같은 식을 통하여 검색 성능을 평가하였다.

$$precision = \frac{|I_t \in (I_r)|}{|I_r|} \quad (9)$$

여기서  $I_r$  는 검색된 영상의 수이고,  $I_t$  는 검색된 영상 중에서 같은 분류 집합으로 정의된 유사한 영상들의 수이다. 그림 8 은 이미지를 이용한 검색 방법을 통해 762 장의 전체 영상을 각각의 질의 영상으로써 검색을 수행한 결과의 평균이다. 검색 결과는 시스템의 검색 성능이 우수함을 보여준다.

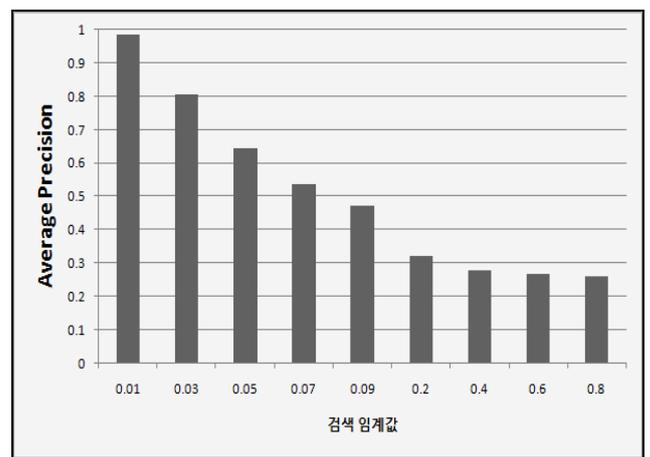


그림 8. 검색 임계값에 따른 영상 검색 성능 결과

표 4 는 후보색상을 선택하여 검색을 한 결과이며 각 색상과 관련하여 검색된 영상들의 분류 집합 중 영상이 가장 많이 속한 상위 3 개의 분류집합을 보여준다. 검색 결과 인덱스 색상 값과 유사한 영상이 주로 검색되었음을 알 수 있다.

표 4. 후보 색상을 이용한 영상 검색 결과 (임계값 0.01)

(a)	(b)	(c)	(d)
	0		비행기, 자동차, 빌딩
	7		비행기, 나무, 빌딩
	9		얼굴, 의자, 꽃
	10		자동차, 꽃, 텍스트
	19		꽃, 자동차, 동물
	22		동물, 나무, 비행기
	28		하늘, 자동차, 텍스트

\* (a)선택한 색상 (b)색상인덱스값 (c)검색 결과 화면 예시 (d)선택한 색상이 가장 많이 속한 영상 분류 집합 Top3

### 5. 결론

본 논문에서는 제한된 성능의 모바일 장치 환경에서 효율적인 영상 검색 시스템을 위하여 검색테이블을 이용한 빠른 특징 추출 방법을 제안하였다. 제안하는 방법에 의해 입력 영상으로부터 양자화된 색상 색인값 정보를 빠르게 추출할 수 있었다. 추출된 특징 정보는 색상 히스토그램을 영상의 특징 벡터로 구성하였는데, 각 색인값에 대한 공간 정보를 함께 이용하였다. 이를 통하여 색상 값에 대한 공간정보가 부족하였던 기존의 색상 히스토그램의 문제점을 해결하고 색상과 공간 정보의 조합을 통한 영상검색이 가능하였다. 또한 제안하는 방법을 모바일 장치에 탑재하여 사용자가 질의 영상, 후보색상 그리고 블랍에 의한 질의가 가능한 모바일 기반 다중 질의 영상 검색 시스템을 구현하였다. 제안한 특징 추출 방법에 의해 구현한 시스템은 모바일 장치 환경에서 충분히 운용이 가능하며 검색 소요시간과 정확도 성능 면에서도 기존의 방법들에 비해 뒤지지 않고 우수하면서 특히 속도면에서의 장점을 실험 결과를 통해 확인할 수 있다.

### 6. 참고문헌

- [1] RC.Veltkamp and M.Tanase, "Content-Based Image Retrieval Systems: A Survey", Department of Computing Science, Utrecht University, working material (2000).
- [2] M.Flicker *et al.*, "Query by Image and Video Content: The QBIC system", IEEE Computer special issue on Content Based Picture Retrieval System, 28(9), pp.23-32, 1995.
- [3] J.R.Smith and S.F.Chang, "VisualSEEk : A Fully Automated Content-Based Image Query System", ACM Multimedia Conference, pp.87-98, 1996.
- [4] M.Carson, S.Thomas, J.M. Belongie, and J. Malik, "Blobworld : A system for region-based image indexing and retrieval", International Conference on Visual Information Systems, pp.509-516, 1999.
- [5] L.Zhang, F.Lin, and B.Zhang, "A CBIR method based on color-spatial feature", TENCON 99. Proceedings of the IEEE Region 10 Conference, Vol.1, pp.166-169, 1999.
- [6] B.G.Prasad, K.K.Biswas, and S.K.Gupta, "Region-based image retrieval using integrated color, shape, and location index", Computer Vision and Image Understanding, 94(1-3), pp.193-233, 2004.
- [7] Z.AGHBARI and A.MAKINOUCI, "Semantic Approach to Image Database Classification and Retrieval", Natl Inst Inform, Vol.(No.7), pp.1-8, 2003
- [8] J.Vogel and B.Schiele, "Semantic Modeling of Natural Scenes for Content-Based Image Retrieval", International Journal of Computer Vision, 72(2), pp. 133-157, 2007
- [9] David Gavilan, "Mobile Image Categorization and Retrieval using Color Blobs", Master's thesis, Pages 116, Tokyo Institute of Technology, 2005.