

## 최대 빈 색상 정보를 이용한 관심영역의 검색

주재일, \*이종설, \*조위덕, 문영식  
한양대학교 컴퓨터공학과, \*전자부품 연구원  
전화 : 031-407-8991 / 핸드폰 : 011-412-5419

### Content-Based Retrieval for Region of Interest Using Maximum Bin Color

Jaecil Joo, Jong Sul Lee, We Duke Cho, Young Shik Moon  
Dept. of Computer Science & Engineering, Hanyang University  
E-mail : {jjoo, ysmoon}@cse.hanyang.ac.kr

#### ABSTRACT

In this paper, content-based retrieval for region of interest(ROI) has been described, using maximum bin color.

From a given query image, the object of interest is selected by a user. Using maximum bin color of the selected object, candidate regions are extracted from database images. The final regions of interest are determined by comparing the normalized histograms of the selected object and each candidate region.

#### I. 서론

최근 몇 년 사이에 초고속 네트워크의 발달과 더불어 인터넷상에서 여러 종류의 멀티미디어 서비스를 제공하고 있으며, 이를 위한 영상 압축에 대한 연구가 진행되었다. MPEG-1,2에서는 Entropy 이론에 기반을 둔 영상 압축과 실시간 스트리밍 전송에 관한 연구가 이루어 졌고, MPEG-4,7 에서는 객체 단위의 압축, 표현, 색인의 효과적인 방법과 표준화된 구조를 제공하고, 응용서비스의 형태까지 제안하고있다.[3][4]

최근에는 영상내의 객체 정보에 대한 관심이 증가하고 있고, 이를 이용한 다양한 서비스를 제공하기 위한 연구가 진행중이다. 객체 정보를 이용한 서비스의 예로서, 차세대 대화형 TV에서는 객체 단위로 영상의

내용을 색인하고, 이 정보를 이용하여 영상에 포함된 상품, 인물 등의 부가정보를 제공할 수 있다. 이러한 객체 정보를 이용한 서비스를 제공하기 위해서 관심 객체를 추출하는 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 사용자가 질의한 객체의 컬러 특징을 이용하여 대용량의 영상 데이터베이스로부터 관심 객체를 빠른 속도로 추출하는 방법에 대해서 제안하고, 실험을 통해 성능 향상을 확인한다.

#### II. 제안하는 방법

##### 2.1 제안하는 방법의 구성

제안하는 관심 영역 추출 방법은 사용자가 질의한 영상에서 사용자가 객체의 영역을 선택하고, 선택된 영역의 최대 빈 값을 갖는 색상을 DB 영상에서 추출하여 특징벡터를 구성하고 클러스터링을 하여 관심영역을 추출하는 방법으로서 전체적인 구성은 그림 1과 같다. 제안하는 방법에서는 HSI 컬러모델과 512 빈을 갖도록 midtread uniform 양자화 한다.

##### 2.2 객체추출과 최대 빈 색상 계산

영상에서 객체에 대한 정보를 추출하기 위해서는 영상 분할 과정이 필요하다. 영상 분할의 경우 비교적 최근에 시작되었으며 현재까지도 많은 연구가 진행중이다.

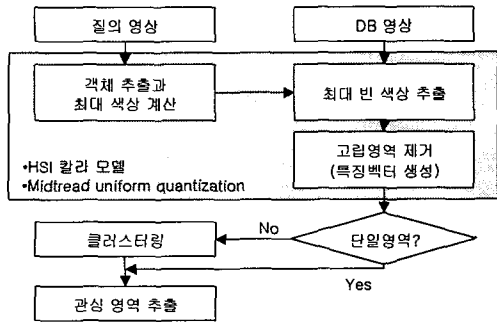


그림 3. 제안하는 방법의 흐름도

본 논문에서는 비교적 속도와 성능이 좋은 D. Wang이 제안한 영상 분할 방법을 사용하였다.[6]

그림 2 (a)는 질의 영상이고, (b)는 질의 영상으로부터 객체 추출을 위해 영상을 분할하고 객체 추출을 위해 객체 영역을 사용자가 선택한 결과이다. 사용자로부터 객체 영역이 추출되면 추출된 영역의 최대 빈(maximum bin)을 갖는 색상을 DB 영상에서 추출하게 된다. (c)는 검색 대상이 되는 DB 영상이고, (d)는 최대 빈 색상과 같은 색상을 갖는 픽셀들을 추출한 결과이다. 실험에서는 상위 빈을 갖는 2개의 컬러를 추출하여 검색에 사용한다.

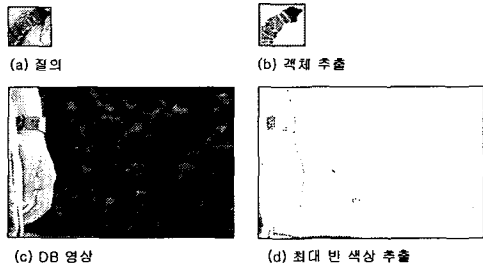


그림 4. 객체 추출과 최대 빈 색상 추출

### 2.3 특징벡터 생성

상위 빈을 갖는 색상을 추출하면, 객체가 존재하는 영역 이외에도 유사한 색상을 갖는 배경과 다른 객체 부분이 같이 추출된다. 이를 줄이기 위해 추출된 객체를 구성하고 있는 다음과 같은 공간상의 특징을 이용한다.

첫째, 관심 영역은 질의 영상과 유사한 컬러 배치를 갖는다.

둘째, 추출된 두 컬러는 일정 거리 이내에 존재한다. 특징벡터는 추출된 최대 빈 컬러들의 고립점을 제거

해 생성한다. 고립점 제거는 본 논문에서 제안하는 식 2.1을 이용한다. 식의 내용은 추출된 색상 중 일정 거리( $TH\_REMOVE$ ) 이내에 추출된 색상 중 다른 색상의 픽셀이  $TH\_NUM$  이하이면 제거하고, 그렇지 않으면 특징벡터로 선택하는 것을 의미한다.

$$Distance = \arg \min \{L_2(c1_i, c2_j)\}$$

$$Feature = \{F_{c1_i}, F_{c2_j} | TH\_NUM < N(Distance < TH\_REMOVE)\} \quad (식 21)$$

$$TH\_REMOVE = \arg \max \{L_2(c1, c2)\}$$

$$0 \leq i < N(c1), 0 \leq j < N(c2)$$

여기서,  $N(A)$ 는 집합  $A$ 의 원소의 개수,  $F_{c1_i}$ ,  $F_{c2_j}$ 는 최대 빈 컬러  $c1, c2$ 에서 추출된 특징벡터,  $L_2(\cdot)$ 은 Euclidean 거리이다. 실험에서 상위  $TH\_NUM$ 은 5를 사용하였다.

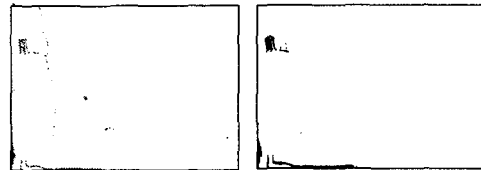


그림 5. 고립점 제거 결과

그림 5. 고립점 제거 결과

그림 3은 그림 2의 질의 및 DB 영상으로부터 추출된 최대 빈 색상 맵을 고립점 제거 단계를 거침으로써 객체 영역 주변은 특징벡터로 존재하고 그렇지 않은 부분은 많이 제거된 결과를 볼 수 있다.

### 2.4 특징벡터 클러스터링

특징벡터가 한곳으로 밀집되어 있다면, 하나의 객체 후보 영역으로 선택하면 된다. 만약, 여러 개의 영역으로 특징 벡터가 밀집되어 있다면, 여러 개의 관심 영역이 존재하는 것이므로 여러 영역으로 분리해야 하고, 이는 특징벡터의 클러스터링 문제이다.

특징벡터가 하나의 영역 또는 두 개 이상의 영역인지의 기준은 전체 특징벡터의 분포와 질의 영역의 색상 분포를 이용해 작성한 식 2.2를 이용하였다.

$$MD = \arg \max \{L_2(F_{a1}, F_{a2})\}$$

$$IsOne = \begin{cases} True, & MD < S * TH\_REMOVE \\ False, & otherwise \end{cases} \quad (식 2.2)$$

여기서 상수  $S$ 는 관심 영역의 최대 확대 비율을 의미하고 실험에서는 2를 사용하였다.

추출된 특징 벡터는 일정 영역을 중심으로 밀도가 높게 나타나는데, 이를 후보 영역으로 선택한다. 후보 영역을 선택하기 위해서는 밀도가 높은 부분들로 분류하는 특징벡터 클러스터링 단계를 실행한다.

제안하는 방법에서는 특징벡터가 몇 개의 클러스터로 이루어 졌는지 알지 못하므로 클러스터링 개수를 자동으로 정하는 "Leader-Follower Clustering" 방법을 사용하였다.[1]

"Leader-Follower Clustering"은 on-line 클러스터링 방법 중 하나로서 많은 특징벡터를 입력받으며 동시에 클러스터링 할 수 있는 방법이다. 실험에서 문턱치  $\theta$ 는  $MD/2$ 로 하였다.

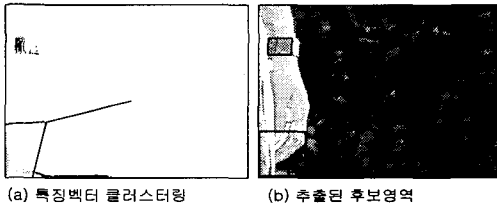


그림 6. 특징벡터 클러스터링과 후보영역 추출

클러스터링 후 각각의 클러스터는 관심 객체를 추출할 수 있는 후보 영역이 된다. 후보 영역은 클러스터의 특징벡터를 포함하는 최소 외접 사각형 (MBR : Minimum Bounding Rectangle)으로 표시한다. 그림 4의 (a)는 특징벡터 클러스터링 결과이고, (b)는 클러스터링 된 후보 영역을 표시한 것으로서 그림 아래쪽에 보면, 길게 선택된 미소 영역을 볼 수 있다. 이러한 미소 영역은 관심 영역이 아니므로 제거한다. MBR의 가로 또는 세로의 길이가 10 픽셀 미만의 미소 후보 영역은 제거한다.

### 2.5 관심 영역 추출

미소 영역이 제거되고 남은 후보 영역에서 실제의 관심 영역을 추출하기 위해서는 질의 영상과 DB 영상에서 MBR 영역에 해당하는 지역 히스토그램을 비교한다. 그런데, 후보 영역의 MBR은 관심 영역의 회전과 크기 변화가 고려되었으므로, 질의 영상의 크기와 같다고 할 수 없고, 크기 변화를 고려한 히스토그램 인터섹션 방법인 정규화된 히스토그램 인터섹션 방법(식 2.3)을 사용한다.[7]

$$Sim = \sum_i \min\left(\frac{M_i}{MSize}, \frac{L_i}{LSize}\right) \quad (\text{식 2.3})$$

if ( $Sim > TH\_OBJECT$ ) 관심영역  
else 제거

여기서  $M_i, L_i$ 는 각각 질의와 후보 영역의 3차원 컬러 히스토그램이고,  $MSize, LSize$ 는 각각 질의와 후보 영역의 넓이를 의미한다.

$TH\_OBJECT$ 는 상수로서 0.45 ~ 0.55 사이의 값에서 좋은 결과를 보였다.



그림 7. 질의 영상과 추출된 관심 영역

그림 5는 후보 영역들을 제거하고 최종 관심 영역만 추출한 영상이다. 특징벡터를 클러스터링하고 얻어진 MBR을 영상에 사각형으로 표시하였다.

## III. 실험 및 결과분석

### 3.1 실험환경

제안하는 방법은 검색과 관심 영역 추출의 측면으로 나누어 비교 분석하였다. 실험 환경은 IBM PC Pentium-IV 1GHz, 256 RAM에서 MS Visual C++ 6.0을 이용하였다. 데이터베이스 영상은 다른 방법과 비교의 편의를 위해서 FOCUS 영상 데이터베이스를 사용하였다. FOCUS 영상 데이터베이스는 광고와 Correl DB 영상으로 구성되어 있고, 영상 한 장당 약 1~2 MByte 정도로 되어 있으며, [http://cowaric.cs.umass.edu/~mdas/color\\_proj.html](http://cowaric.cs.umass.edu/~mdas/color_proj.html)에서 다운 받을 수 있다.[2]

검색 및 추출 성능의 비교 분석을 위해서 FOCUS에서 사용했던 26개의 질의를 사용하였다.

### 3.2 검색 및 추출 성능평가

영상의 검색에 대한 정량적인 성능평가는 MPEG-7의 컬러 및 질감에 대한 검색 성능의 척도인 ANMRR

지수를 사용하였다. ANMRR 지수는 Recall 과 Precision을 동시에 고려한 성능 평가의 척도로서 [0,1] 사이의 정규화 된 값을 가지며, 작을수록 성능이 우수하다.[5]

그림 6은 제안하는 방법과 기존의 히스토그램 인터섹션 방법과 FOCUS의 ANMRR 성능 지수를 비교한 것이다. 제안하는 방법의 검색 성능이 약 14% 향상되었음을 알 수 있다.

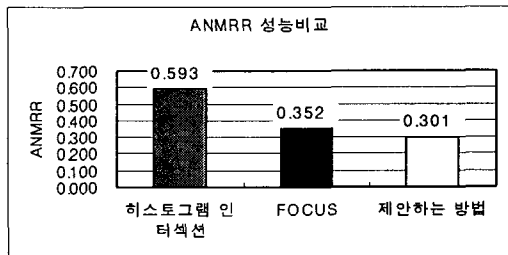


그림 8. 제안하는 방법의 검색 성능 비교

표 1. 관심영역 추출 성능 비교

객체	추출 방법	추출성공	추출실패	오 추출
WHI		54개 (71.05%)	22개 (28.95%)	2
제안하는 방법		66개 (86.84%)	10개 (13.16%)	3

표 2. 관심영역 추출 속도 비교

객체	추출 방법	총 시간	평균
WHI		275.93 초	4.92 초
제안하는 방법		32.22 초	0.61 초

FOCUS는 관심 영역 추출에 대한 방법을 고려하지 않고 있으므로, 성능 평가는 기존의 WHI(Weighted Histogram Intersection)방법과 비교하였다.[8]

비교를 위해 FOCUS DB에서 사용된 26개의 Query 영상에 대해서 성능 테스트를 하였다. 상품을 포함하고 있는 56장의 DB 영상을 사용하였고, 포함된 총 관심 영역의 수는 76개이다. 제안하는 방법의 추출 성능은 표 1, 추출 속도는 표 2에 요약하였으며, 기존의 방법보다 추출 성능 및 속도 면에서 우수함을 알 수 있다.

#### IV. 결론 및 향후과제

본 논문은 컬러 영상에서 관심 영역(객체)의 위치를 찾는 방법에 대해 제안하였다. 제안하는 방법은 기존의 방법보다 향상된 검색 성능과 추출 속도 및 성능을

보였으며, DB 영상내의 여러 개의 관심 영역, 회전, 크기 변화된 관심 영역, 부분 겹침이 있는 관심 영역의 검출도 가능한 것을 실험을 통하여 확인하였다. 그러나, 특징벡터를 추출할 때 빠른 계산을 위해 최상위 빈을 갖는 색상을 2개만 추출하였기 때문에 복잡한 색상의 객체 검출에는 적합하지 못하다.

향후 좀더 정확한 관심 영역의 검색을 위해서 색상 분포가 복잡한 객체에 대한 검색 방법에 대한 연구와, 실시간 검색 및 추출을 위한 특징 값 색인 방법에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 산업자원부의 중기거점사업으로 진행된 연구결과입니다.

#### 참고문헌

- [1] R.Duda, P.Hart, D.Stork, "Pattern Classification", A Wiley Interscience Publication, pp.561-565, 2001.
- [2] M.Das, E.Riseman, B. Draper "FOCUS :Searching for multi-colored objects in a diverse image database", Int. Conf. Computer Vision and Pattern Recognition, pp.756-761, 1997.
- [3] P.Salembier "Status of MPEG-7 : The content description standard", Int' Broadcasting conf., September. 2000.
- [4] ISO/IEC JTC1/SC29/WG11 N4031 "Overview of the MPEG-7 standard", March. 2001.
- [5] B.S.Manjunath, J.R.Ohm, V.Vasudevan, A.Yamada "Color and texture descriptors", IEEE Trans. Circuits & System for video tech., vol.11, no.6, pp.703-715, June. 2001.
- [6] D.Wang "Unsupervised video segmentation based on watersheds and temporal tracking", IEEE Trans. Circuits & System for video tech., vol.8, no.5, pp.539-546, 1998.
- [7] J.B.Oh, Y.S.Moon "Content-based image retrieval based on scale-space theory", IEICE Trans. Fundamental, June. pp.1026-1028, 1999.
- [8] F.Ennesser, G.Medioni "Finding Waldo, or focus of attention using local color information", IEEE Trans. Pattern Analysis & Machine Intelligence, vol.17,no.8, pp.805-809, August. 1995.