

특집논문-02-07-2-08

## 효율적인 Pruning 기법을 이용한 부분 영상 검색

오 석 진\*, 오 상 욱\*, 김 정 립\*, 문 영 식\*\*, 설 상 훈\*

### Partial Image Retrieval Using an Efficient Pruning Method

Seokjin Oh\*, Sangwook Oh\*, Jung-Rim Kim\*, YoungShik Moon\*\* and Sanghoon Sull\*

#### 요 약

디지털 기술의 급속한 발전에 힘입어 사용자에게 유용한 디지털 영상들이 지수적으로 증가함에 따라, 내용 기반 영상 검색(CBIR : Content-based Image Retrieval)은 가장 활발한 연구 분야 중 하나가 되었다. 다양한 영상 검색 방법은 입력 질의 영상이 주어졌을 때, 질의와 유사한 영상들이 칼라(color)나 질감(texture) 같은 저 수준 특징을 기반으로 영상 데이터베이스에서 검색되도록 제안되어져 왔다. 그러나, 기존 검색 방법의 대부분은 부분 정합에 필요한 복잡도(complexity) 때문에 데이터베이스 내 전체 영상의 부분 영상을 입력 질의 영상으로 했을 경우를 고려하지 않았다.

이 논문에서 우리는 두 영상 사이의 칼라 히스토그램 관계를 이용함으로써 부분 영상 정합에 대한 효율적인 방법을 제시한다. 제안된 접근 방법은 두 단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계는 검색 공간을 pruning시키는 것이고 두 번째 단계는 부분 영상 정합을 통해 후보 영상들의 순위를 정하는 블록 기반 검색을 수행한다. 실험 결과는 pruning없이 부분 영상 정합만 사용하여 검색했을 때 시스템의 응답 시간이 높다고 가정을 하고 제안된 알고리즘의 실현 가능성을 보여준다.

#### Abstract

As the number of digital images available to users is exponentially growing due to the rapid development of digital technology, content-based image retrieval (CBIR) has been one of the most active research areas. A variety of image retrieval methods have been proposed, where, given an input query image, the images that are similar to the input are retrieved from an image database based on low-level features such as colors and textures. However, most of the existing retrieval methods did not consider the case when an input query image is a part of a whole image in the database due to the high complexity involved in partial matching.

In this paper, we present an efficient method for partial image matching by using the histogram distribution relationships between query image and whole image. The proposed approach consists of two steps: the first step prunes the search space and the second step performs block-based retrieval using partial image matching to rank images in candidate set. The experimental results demonstrate the feasibility of the proposed algorithm after assuming that the response time of the system is very high while retrieving only by using partial image matching without pruning the search space.

## I. 서 론

초고속 인터넷 기술 발전에 힘입어 멀티미디어 콘텐츠

\* 고려대학교 전자 및 컴퓨터공학과  
Department of Electronics and Computer Engineering, Korea University

\*\* 현양대학교 컴퓨터공학과  
Department of Computer Science and Engineering, Hanyang University

※ 이 논문은 1998년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음  
(KRF-1998-98-005-E00262)

서비스가 증가하고 있다. 이에 따라, 방대한 양의 멀티미디어 데이터들은 점차적으로 디지털 방식으로 획득, 처리, 전송되고 있으며, 사용자들은 이러한 자료들을 더욱 효과적으로 받기를 원하고 있다. 따라서, 멀티미디어 데이터의 시각적인 정보를 실제적이고 효율적으로 이용하기 위한 내용 기반 검색 기법이 꾸준히 연구되고 있다. 기존의 CBIR 시스템들은<sup>[1]-[5]</sup> 칼라(color), 질감(texture), 형태(shape)와

같은 저 수준 특징으로 공간적 위치 관계 및 연관성 등의 특징들을 이용하여 사용자에게 질의를 제공해 주고 유사성 비교를 수행한다.

사용자에게 질의를 제공하기 위해 칼라 히스토그램(color histogram)이나 웨이브렛 모멘트(wavelet moment)와 같은 영상의 전역 특징을 이용한다. 하지만 전역 특징은 간단하고 빠르지만 영상의 공간적 정보가 부족하기 때문에 사용자의 관심 영역을 이용한 질의에 대한 시각적인 정보를 자세하게 표현하는 데는 한계가 있다. 그러므로 사용자의 질의를 효과적으로 표현하기 위한 방법으로 관심 영역의 개념을 이용한 특징 기반 색인화 및 검색<sup>[6][7]</sup>과 영역(region) 기반 영상 검색<sup>[8]</sup>이 효율적인 방법으로 주목받고 있다. 하지만 이런 기법들은 관심 영역(ROI : Region of Interest)의 특징을 더 자세하게 표현하기 위해서 저 수준 특징을 기반으로 영상을 분할(segmentation)하는 것을 요구하고 있다. 이런 자동 영상 분할 기법들은 정확성에 있어 항상 신뢰되지 못한다<sup>[9]</sup>. 많은 시스템들이 영상 분할 알고리즘<sup>[10][11]</sup>을 제안하고 있지만 객체(object)가 아닌 지역(region) 위주로 제안되어 있기 때문에 고 수준 객체 분할이나 표현은 인간의 인지적 특성을 포함하는데 한계가 있으므로 인간의 도움이 필수적일 수밖에 없고 복잡도(complexity)도 높다.

유사성 비교는 전역 특징을 이용한 히스토그램 정합과 칼라 레이아웃(layout) 색인화와 같은 기법을 이용하지만 영상의 밝기 변화, 칼라 왜곡, 잘림(cropping), 이동(shifting), 회전(rotation) 등에 제약을 가지고 있다. 그러므로 더 복잡한 정합 기법이 요구되면서 지역 특징을 이용한 영상의 영역(region)이나 객체(object) 정합<sup>[12]</sup> 또는 블록 정합<sup>[13]</sup> 그리고 템플릿 정합<sup>[14]</sup>을 이용하여 유사성 비교를 수행한다. 이런 지역 특징을 이용한 정합은 부분 영상을 질의로 사용하여 검색할 경우 두 영상 사이의 유사성 비교를 위해 필수적인 기법이지만 복잡도(complexity) 때문에 질의 시간이 증가함으로써 시스템의 성능을 악화시키는 원인이 된다.

따라서, 질의한 부분 영상의 시각적인 정보를 자세하게 표현하기 위해 요구되는 영상 분할이나 효과적인 유사성 비교에 이용되는 영역 정합 또는 블록 정합은 높은 복잡도를 요구한다. 그러므로 이 논문에서 우리는 질의한 부분 영상과 전체 영상 사이의 효과적인 유사성 비교를 위해 필수적인 블록 정합을 이용한 부분 영상 정합을 적용함과 동시에 전체 검색 공간에서 질의 영상에 관련 없는 영상을 제거하여 후보 영상들의 수를 줄이는 효율적인 pruning 기법을 제안함으로써 전체 검색 시스템의 질의 시간을 줄이려 한다.

이 논문에서 우리는 두 영상의 칼라 히스토그램 관계를 이용함으로써 부분 영상 정합에 대한 효율적인 방법을 제시한다. 제안된 접근 방법은 두 단계로 구성되어 있다. 첫 번째 단계는 검색 공간을 pruning시키는 것이고 두 번째 단계는 부분 영상 정합을 통해 관심 영역(ROI)을 포함한 후보 영상들의 순위를 정하는 블록 기반 검색을 수행한다. 실험 결과는 pruning없이 부분 영상 정합만 사용하여 검색했을 때 시스템의 응답 시간이 높다고 가정을 하고 크기가 변하지 않은 부분 영상을 질의로 하여 제안된 pruning 기법의 효율성과 제안된 부분 영상 검색의 성능 평가를 통해 실현 가능성을 보여준다.

이 논문의 나머지는 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서 제안된 알고리즘, 3장에서 실험 결과를 보여준다. 그리고 마지막으로 4장에서 결론과 앞으로 과제를 제시할 것이다.

## II. 제안된 알고리즘

본 논문에서 제안하고 있는 알고리즘은 1) 사용자가 질의한 관심 영역(ROI)을 포함한 부분 영상과 전체 영상의 칼라 히스토그램의 분포도를 이용하여 pruning을 수행함으로써 부분 영상을 포함하는 영상을 획득하기 위한 후보 영상 검색 단계와 2) 후보 영상에 대해서 유사도(similarity) 순위를 결정하는 블록 기반 검색 단계로 나눌 수 있다. 이때, 후보 영상 검색 단계에 사용되는 특성은 간단하지만 효과적으로 후보 집합(candidate set)을 추출함으로써 전체적으로 시스템의 복잡도를 낮추고 있다.

### 1. 데이터베이스 색인화

본 논문에서는 데이터베이스 영상들에 대한 전체 영상의 특징 벡터와 부분 영상의 특징 벡터 그리고 블록 기반 특징 벡터를 오프라인으로 색인화하고 있다. 전체 영상의 특징 벡터는 관심 영역(ROI)을 포함하는 후보 영상을 추출하는데 사용되며, 블록 기반 특징 벡터들은 부분 영상 정합을 통해 질의한 부분 영상과 후보 영상들 사이의 유사도를 계산하는데 사용된다. 영상  $I$ 의 특징 벡터는  $n$ 개의 빈(bin)으로 이루어진 칼라 히스토그램(color histogram)  $H(I) = \{h_j \mid j = 1, \dots, n\}$ 으로 정의한다.

전역 특징의 색인화는 데이터베이스 내에 있는 모든 영상들의 특징 벡터를 추출해서 각 차원별로 군집화(clustering)를 한 후 각 군집별로 값에 따라 내림차순으로

색인화한다. 전형적으로 계산량이 많은 블록 정합을 이용하여 부분 영상을 전체 영상에서 탐색하고 두 영상의 유사도 비교를 위해 부분 영상 정합 기법을 적용한다. 그러므로 이 논문에서는 전체 검색 공간에서 신뢰할 수 있는 후보 공간을 찾아 후보 공간 즉 후보 집합 내에 있는 영상들에게만 부분 영상 정합을 적용시킴으로써 복잡도를 줄였다.

블록 기반 지역 특징 벡터의 색인화는 데이터베이스 내에 있는 모든 영상들을 고정된 크기를 가진 블록으로 분할해서 해당 블록에 지역 특징을 가진 칼라 히스토그램으로 특징 벡터를 추출한다. 각 블록은 각 영상에서 겹치지 않는 고정된 크기를 예를 들어 8x8, 16x16, 32x32의 해상도를 가지는 블록을 사용한다.

## 2. 부분 영상 검색 알고리즘

### 2.1. 후보 영상 검색 단계

사용자의 관심 영역(ROI)을 포함한 부분 영상을 질의로 입력했을 때, 임의의 데이터베이스 내의 전체 영상  $I_G$ 에 대해서 부분 영상  $I_P$ 를 포함한다는 것은 전체 영상 내 임의의 위치에 관심 영역(ROI)이 존재함을 나타낸다. 이것은 전체 영상의 특징 벡터를 구할 때, 관심 영역(ROI)의 특징 또한 같이 처리된다는 것을 의미한다. 따라서, 특징 벡터가 누적 분포 특성을 갖는다면 전체 영상  $I_G$ 의 특징 벡터  $H(I_G)$ 는 부분 영상의 특징 벡터  $H(I_P)$ 보다 항상 같거나 크다는 것을 나타낸다.

$$H_j(I_P) \leq H_j(I_G), \text{ for } j = 1, 2, \dots, n \quad (1)$$

여기에서  $H_j(\cdot)$ 는  $n$ 개의 번 중에서  $j$ 번째 칼라 개수를 말한다.

이러한 두 분포도에 대한 특성은 간단하면서도 효과적으로 데이터베이스 영상이 사용자가 질의한 부분 영상을 포함하는지를 확인할 수 있다. 따라서, 복잡도가 높은 블록 기반 영상 검색을 하기 전에, 이와 같은 특성을 이용하여 후보 영상의 개수를 줄임으로써 전체적인 시스템의 성능을 높일 수 있다. 하지만 크기가 변한 부분 영상이 질의 영상으로 입력되었을 때는 식 (1)을 적용한다면 제안된 기법의 효율성과 검색 결과의 정확성을 낮출 수 있다.

데이터베이스의 전체 영상 집합( $S$ )에서 질의 영상( $I_Q$ )을 포함한 후보 집합( $C$ )을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$C = \{I_G \in S | H_j(I_Q) \leq H_j(I_G), j = 0, 1, 2, \dots, n\} \quad (2)$$

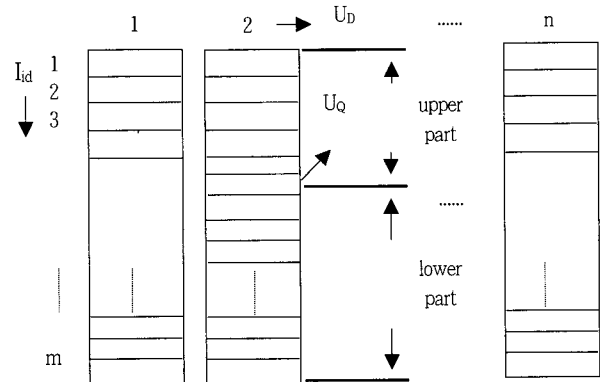


그림 1. pruning하기 위한 데이터베이스의 특징 벡터 테이블  
Fig. 1. feature vectors table to implement pruning

또한 데이터베이스 내에 있는 영상들의 특징 벡터를 모두 비교한다는 것은 데이터베이스 안에 있는 영상 수만큼 비례하여 복잡도가 높을 뿐 아니라 매우 비효율적이다. 그림 1에서처럼 데이터베이스에 대한 특징 벡터를 오프라인에서 내림차순으로 색인화하고 질의 영상에서 가장 큰 특징 벡터를 상위 한계치( $U_Q$ : upper-bound)로 잡고 해당 전역 특징 벡터를 가지고 영상 식별자( $I_{id}$ )들을 얻어온다. 즉, 질의 영상의 상위 한계치에 해당하는 특징 벡터의 차원( $U_D$ )에서 상위 한계치보다 큰 데이터베이스 영상들(upper part)의 식별자들을 얻어 해당 영상 식별자의  $n$ 차원 특징 벡터만 비교해 식 (1)이 적용되는 전체 영상만 얻어오면 된다. 이런 방법을 이용하면 질의 영상을 포함한 후보 영상들을 효율적으로 얻을 수 있다.

전체 영상에서 처리된 질의 영상이 항상 식 (1)을 만족할 수는 없다. 왜냐하면 영상 자체에서나 또는 영상이 분할되면서 여러 가지 왜곡이나 양자화로 인한 오류(quantization error) 등이 일어날 수 있기 때문이다. 따라서 이러한 전체 영상  $I_G$ 과 질의 영상  $I_Q$ 간의 왜곡 정도를 측정해야 할 필요가 있다. 본 논문에서는 이러한 왜곡 정도를 다음과 같이 정의한다.

$$e(I_Q, I_G) = \frac{\sum_{j=0}^n e_j}{\sum_{j=0}^n H_j(I_G)}, \quad (3)$$

$$e_j = \begin{cases} 0 & , \text{ for } H_j(I_G) > H_j(I_Q) \\ H_j(I_Q) - H_j(I_G) & , \text{ otherwise} \end{cases}$$

위의 왜곡 정도를 사용하여 질의 영상( $I_Q$ )에 대한 후보 집합( $C$ )을 다음과 같이 얻을 수 있다.

$$C = \{I_C \in S | e(I_C, I_Q) < \epsilon_C\} \quad (4)$$

여기서  $\epsilon_C$ 는 실험치로 본 논문에서는 여러 가지 값을 갖고 실험을 해보았다.

## 2.2. 블록 기반 검색(Block-based Retrieval) 단계

후보 집합 내의 영상의 유사성 순위를 얻기 위해 블록 기반으로 부분 영상 정합을 고려하게 된다. 효율적인 유사도 계산과 질의 영상의 위치를 효과적으로 찾기 위한 기법으로 블록 정합 기법을 도입해서 부분 영상 정합을 통한 검색 알고리즘을 이용한다. 영상을 블록으로 나눈다면 특징 벡터를 각 블록 단위로 추출이 가능하다. 또한 질의 영상의 크기가 다양하기 때문에 유사성 계산은 블록 기반 지역 특징을 이용한다.

우선, 질의한 부분 영상과 후보 영상 사이의 유사성 비교를 위해 각 영상들을 고정된 블록들로 나누어서 부분 영상 정합을 통해 비유사도를 측정한다. 이 단계는 다음과 같이 수행한다.

1. 데이터베이스 내 전체 영상은 고정된 블록들로 나눈다. 그래서 특징 벡터는 블록 단위로 추출되어 오프라인 상에서 색인화 한다.
2. 각 영상에서 추출된 블록 기반 특징 벡터는 비유사도 측정 위해 사용한다. 여기서 비유사도는 전체 영상 내에서 질의 영상의 크기에 따라 블록 단위로 생성된 대상 부분 영상들 (target partial images)을 가지고 계산한다.
3. 최종 비유사도는 전체 영상 내 대상 부분 영상과 질의 영상 사이의 비유사도 중에서 가장 작은 값이다. 최종 비유사도를 가지고 후보 영상들의 유사도 순위를 얻는다.

여기서 부분 영상의 크기에 따라 전체 영상  $I_G$ 으로부터 생성된 대상 부분 영상과 질의 영상  $I_Q$  사이의 비유사도는 다음과 같이 계산한다.

$$d(I_T, I_Q) = \sum_{i=0}^n |\tilde{H}_i(I_T(I_G)) - \tilde{H}_i(I_Q)|,$$

$$\tilde{H}_i(I) = \frac{H_i(I)}{\sum_{i=0}^n H_i(I)} \quad (5)$$

$$d(I_G, I_Q) = \min d(I_T, I_Q)$$

여기서  $I$ 은 전체 영상 내에 있는 대상 부분 영상  $I_T$ 의 수이다.

후보 영상들은 식 (5)의 최종 비유사도  $d(I_G, I_Q)$ 에 따라 순위를 결정한다.

## III. 실험 결과

본 논문에서는 RGB 칼라 공간을 64차원으로 양자화한 칼라 히스토그램을 질의 영상과 전체 영상 그리고 두 영상을 일정한 크기로 분할한 블록들에 적용시켜 각각 특징 벡터를 추출했다. 데이터베이스  $D_1$ 은 320x240의 해상도를 가진 10000개 영상들이 각 카테고리별로 20개의 유사한 영상들로 이루어져 있으며 영상의 유사성에 대한 타당성은 기존의 자체 영상 시스템에서 입증되었다. 데이터베이스  $D_2$ 는 여러 동영상에서 얻은 대표프레임 34165개의 영상들로 구성되어 있다.

질의 영상으로 사용한 사용자 정의 부분 영상은 영상 데이터베이스 내 임의의 20개의 전체 영상( $D_1$ 에서 10개,  $D_2$ 에서 10개)에서 손수 분할해서 얻었다. 사용자는 다양한 크기를 가진 질의를 입력할 수 있고 시각적 정보가 크기에 따라 변할 수 있기 때문에 여러 가지 크기를 가진 질의 영상 (전체 영상에 대해 64%, 49%, 36%, 25% 화소 수를 가진 부분 영상)을 사용하여 각 단계별로 성능을 평가해 보았다. 여기서 %은 전체 영상에 대한 부분 영상의 화소 수에 대한 비율을 말한다. 실험에 사용된 질의 영상은 총 80개 부분 영상을 사용하였다.

본 논문에서는 pruning없이 부분 영상 정합만으로 검색했을 때 시스템 응답 시간이 높다고 가정을 하고 제안된 pruning기법의 효율성과 검색 결과의 정확성을 평가했다. 제안된 알고리즘의 성능 평가를 위해 pruning률, 후보 집합 내의 missing률, 검색 결과의 정확률(precision)을 측정하였다. 각각의 비율은 본 논문에서 다음과 같은 식으로 정의한다.

$$\text{pruning률} = \frac{\text{pruning된 영상의 수}}{\text{전체 영상 데이터베이스 내 영상의 수}}$$

$$= \frac{\text{전체 영상 데이터베이스 내 영상의 수} - \text{후보 영상들의 수}}{\text{전체 영상 데이터베이스 내 영상의 수}}$$

$$\text{missing률} = \frac{\text{missing된 영상의 수}}{\text{전체 영상 데이터베이스 내 관련된 영상의 수}}$$

$$= \frac{\text{전체 영상 데이터베이스 내 관련된 영상의 수} - \text{후보 집합 내 관련된 영상의 수}}{\text{전체 영상 데이터베이스 내 관련된 영상의 수}}$$

$$\text{정확률 (precision)} = \frac{\text{정확하게 검색된 영상의 수}}{\text{검색된 상위 20개의 영상}}$$

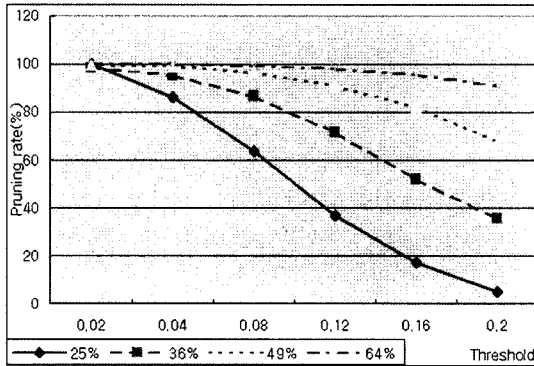


그림 2.  $\epsilon_c$ 에 따른 데이터베이스  $D_1$ 에서 pruning률  
Fig. 2. pruning rate with  $\epsilon_c$  at database  $D_1$

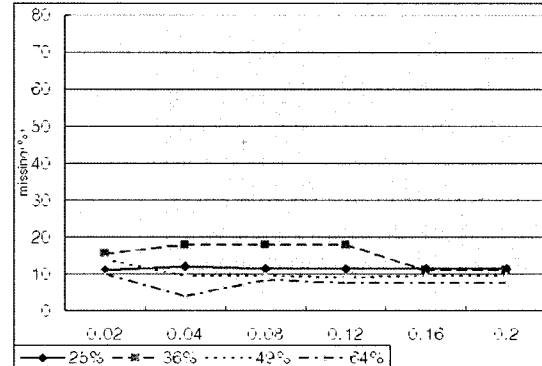


그림 3.  $\epsilon_c$ 에 따른 데이터베이스  $D_2$ 에서 pruning률  
Fig. 3. pruning rate with  $\epsilon_c$  at database  $D_2$

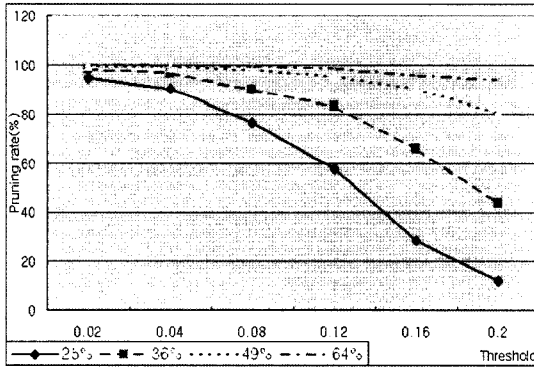


그림 4.  $\epsilon_c$ 에 따른 데이터베이스  $D_1$ 에서 missing률  
Fig. 4. missing rate with  $\epsilon_c$  at database  $D_1$

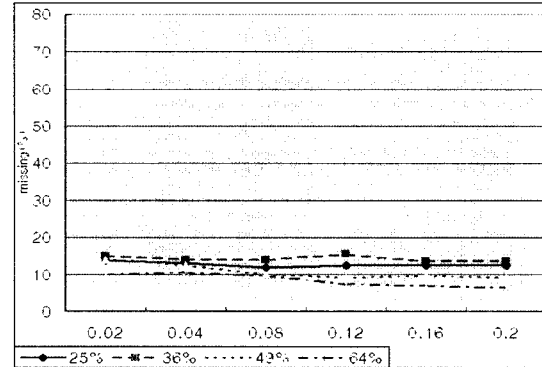


그림 5.  $\epsilon_c$ 에 따른 데이터베이스  $D_2$ 에서 missing률  
Fig. 5. missing rate with  $\epsilon_c$  at database  $D_2$

그림 2, 3은 데이터베이스에서 임계치( $\epsilon_c$ )에 따라 pruning률의 변화를 나타내고 있다.  $\epsilon_c$ 가 감소함에 따라 질의 영상에 따라 다르지만 pruning률이 크게 증가하는 모습을 볼 수 있다. 이것은 본 논문에서 질의에 관련 없는 영상을 제거함으로써 제안된 후보 영상 검색 기법이 효과적으로 수행하고 있음을 말하고 있다.  $\epsilon_c \leq 0.04$ 에서 pruning률이 거의 80%이상의 결과를 보여준다. 이것은 복잡도가 높은 부분 영상 정합에서 소요되는 시간을 상당히 줄일 수 있음을 단적으로 보여준다.

그림 4, 5는 각 데이터베이스에서 질의 영상들에 따른 후보 집합을 구할 때,  $\epsilon_c$ 에 따른 missing률을 나타내는

그래프이다. pruning기법의 성능 평가를 위한 것 중에 하나인 missing률은 작을수록 성능이 우수한 것이다. 그래프가 나타내듯이 제안된 기법에 의해 얻어진 후보 집합 내의 missing률이 전반적으로 작음을 알 수 있다. 하지만  $\epsilon_c$ 가 너무 작은 경우 후보 집합 내의 영상의 수가 줄어들 수 있지만 인지적으로 가까운 영상들을 후보 집합으로 포함시키지 못할 만큼 missing률이 높아질 수도 있다. 그래서 본 논문은 여러 가지  $\epsilon_c$  값을 가지고 테스트를 수행하였다. 이에 따라 적절한  $\epsilon_c$  값을 사용하였다.

그림 6은  $\epsilon_c=0.04$ 를 사용하였을 때, 부분 영상 정합을 후보 영상에 적용시킴으로써 얻어진 검색 결과에 대한 정

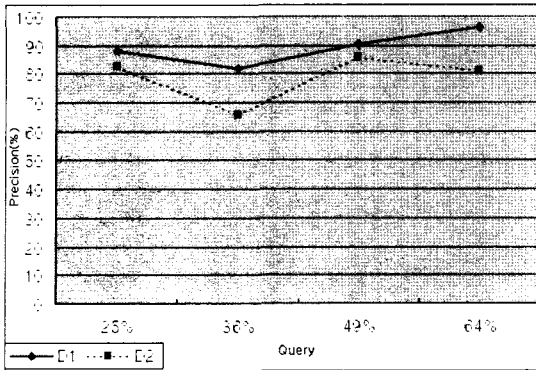


그림 6.  $\epsilon_c=0.04$ 에 정확률  
Fig 6. precision at  $\epsilon_c=0.04$

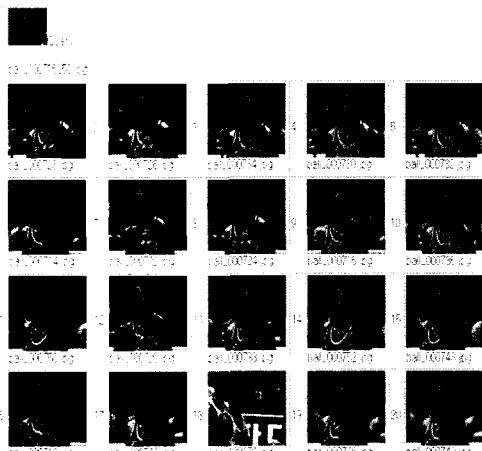


그림 7. 전체 영상 25% 크기를 가진 질의로 상위 20개 영상 검색 결과 예  
Fig. 7. Top 20 retrieved images using query image with 25% size of original image.

정확률(precision)을 나타낸 것이다. 정확률은 우선 순위 20까지 고려하여 구했지만, 매우 높은 정확률을 나타냄을 알 수 있다. 즉 제안된 블록 기반 검색 단계에서의 부분 영상 정합이 신뢰할 수 있는 검색 결과를 얻을 수 있음을 보여주고 있다. 또한 유사성 순위를 얻은 실제 검색 결과를 그림 7에서 볼 수 있다.

#### IV. 결론

본 논문은 부분 영상을 질의 영상으로 사용한 내용 기반 영상 검색을 통해, 전체 데이터베이스 내 영상들 중 효율적으로 관련 없는 영상들을 제거하고 후보 영상들을 추출하

는 pruning기법을 제안하였고, 실험 결과를 통해서 제안된 기법의 성능을 확인하였다. 따라서, 복잡도가 높은 블록 기반 검색 시, 비교할 대상 후보 영상들의 수를 줄임으로써 시스템의 응답 시간을 효과적으로 줄일 수 있었다. 또한, 실험 결과에서 후보 집합 내의 작은 missing률로 제안된 pruning기법으로 획득한 후보 영상들이 전체 시스템에 영향을 미치지 않음을 확인했고 검색 결과의 정확률과 실제 검색 결과를 통해 블록 기반 검색 기법에서 부분 영상 정합이 효과적으로 수행되었음을 보여줬다.

앞으로 본 논문의 효율적인 실험 결과를 기반으로, 질의 영상의 크기 변화(Scaling)에도 신뢰적인 영상 검색에 대한 연구를 진행함으로써, 실제적으로 내용 기반 영상 검색 시스템에 적용할 수 있도록 할 것이다.

#### 참고 문헌

- [1] M.Flickner, Harpreet Sawhney, Wayne Niblack, Jonathan Ashley, Q. Huang, Byron Dom, Monika Gorkani, Jim Hafine, Denis Lee, Dragutin Petkovic, David Steele, and Peter Yanker, "Query by image and video content: The QBIC system," *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, pp23-32, Sept. 1995.
- [2] J. R. Smith and S-F Chang, "VisualSEEK: A Fully Automated Content-Based Image Query System," *ACM Multimedia Conference, Boston, MA*, Nov. 1996.
- [3] V. Ogle and M. Stonebraker, "Chabot: Retrieval from a Relational Database of Images," *IEEE Computer*, Sept. 1995.
- [4] A. Pentland, R. Picard and S. Sclaroff, "Photobook : Content-Based Manipulation of Image Databases," *SPIE Storage and Retrieval of Image & Video Database II, San Jose, CA*, pp. 34-47, 1994.
- [5] W. Ma and B. Manjunath, "NETRA: A Toolbox for Navigating Large Image Database," in *Proc. International Conference on Image Processing*, Vol. 1, pp. 568-571, 1998.
- [6] Tao Chen, Li-Hui Chen, and Kai-Kuang Ma, "ROI-Oriented Image Query and Indexing for Content-Based Retrieval," in *Proc. IEEE International Conference on Image Processing*, Vol. 2, pp. 799-802, Oct. 1998.
- [7] O. Huseyin, T. Chen and H. R. Wu, "Performance Evaluation of Multiple Region-of-Interest Query for Accessing Image Databases," in *Proc. of IEEE 2001 International Symposium on Intelligent Multimedia, Video and Speech Processing*, pp. 300-303, May 2001.
- [8] Yixin Chen, James Z. Wang, "Looking Beyond Region boundaries: Region-based Image Retrieval Using Fuzzy Feature Matching," in *Proc. Multimedia Content-Based Indexing and Retrieval Workshop, INRIA Rocquencourt, France*, Sept. 2001.
- [9] M. C. Cooper, "The tractability of segmentation and scene analysis," *IJCV*, 30(1): 27-42, 1998.

[10] W. Y. Ma and B. S. Manjunath, "Edge Flow: a Framework of Boundary Detection and Image Segmentation," in Proc. IEEE Conf. On Computer Vision and Pattern Recognition, 1997.

[11] L. Lui and tra Y. H. Yang, "Multi-resolution color image segmentation," IEEE ns, PAMI, 16(7):689-700, 1994.

[12] J. Li, J. Z. Wang, and G. Wiederhold, "IRM: Integrated Region Matching for Image Retrieval," in Proc. 8th ACM Int. Conf. on Multimedia, pp. 147-156, Los Angeles, CA, Oct. 2000.

[13] Y.-S. Chen, Y.-P. Hung, and C.-S. Fuh, "A fast block matching algorithm based on the winner-update strategy," in Proceedings of the Fourth Asian Conference on Computer Vision, vol. 2, pp 977-982, 2000.

[14] R. Brunelli and T. Poggio, "Template matching: Matched spatial filters and beyond," Pattern Recognition, vol. 30, no. 5, pp. 751-768, 1997.

저 자 소 개



오 석 진

- 2000년 2월 : 고려대학교 정보공학과 졸업 (공학사)
- 2000년 9월~현재 : 고려대학교 전자공학과 석사 과정
- 주관심분야 : 디지털 방송, 내용 기반 멀티미디어 데이터 처리, 비디오 검색



오 상 욱

- 1998년 8월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 2000년 8월 : 고려대학교 전자공학과 대학원 졸업 (공학석사)
- 2000년 9월~현재 : 고려대학교 전자공학과 박사과정
- 주관심분야 : 디지털 방송, 내용 기반 멀티미디어 데이터 처리, 멀티미디어 통신



김 정 립

- 1999년 2월 : 고려대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 2002년 2월 : 고려대학교 전자공학과 대학원 졸업 (공학석사)
- 2002년 3월~현재 : 고려대학교 전자컴퓨터공학과 박사과정
- 주관심분야 : 비디오 인덱싱, 비디오 요약 및 검색, 디지털 방송, Multimedia Description Interface(MPEG-7)



### 문 영 식

- 1980년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1982년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1990년 : University of California, Irvine 컴퓨터공학과 졸업 (공학박사)
- 1982년~1985년 : 한국전자통신연구소 연구원
- 1989년~1990년 : InnoVision Medical(미국) 선임연구원
- 1990년~1992년 : 생산기술연구원 선임연구원
- 1992년~현재 : 한양대학교 컴퓨터공학과 부교수
- 주관심분야 : 내용기반 멀티미디어 정보검색, 비디오 인덱싱, 객체기반 멀티미디어 통신, 멀티미디어 저작권 보호, 얼굴 꺾 제스처 인식



### 설 상 훈

- 1981년 : 서울대학교 전자공학과 졸업 (공학사)
- 1983년 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 졸업 (공학석사)
- 1993년 : Univ. Of Illinois, Urbana Champaign 전자공학과 졸업 (공학박사)
- 1993년~1994년 : Beckman Institute, Univ. Of Illinois, USA 연구원
- 1994년~1996년 : Flight Deck Branch, NASA, Ames Research Center, USA 연구원
- 1996년~1997년 : IBM Almaden Research Center 연구원
- 1997년~현재 : 고려대학교 전자공학과 부교수
- 주관심분야 : 디지털 방송, 비디오 인덱싱 및 검색, Multimedia Description Interface (MPEG-7) and TV-Anytime, 멀티미디어 통신