

□ 기술해설 □

# 내용을 기반으로 한 이미지 검색 데이터베이스 시스템<sup>1)</sup>

광운대학교 최기호\* · 문희정\*\* · 염성주 · 김우생\*  
한국문화예술진흥원 이원규\*\*\*

● 목	차 ●
1. 서 론	3. 이미지 데이터 검색
2. 특징 추출 방법과 인덱싱 기법	4. 결과 분석
2.1 이미지 특징 추출 방법	4.1 컬러 이미지 질의에 의한 검색
2.2 변형된 trie를 사용한 이미지	4.2 복사본 질의에 의한 검색
데이터 인덱싱	5. 결 론

## 1. 서 론

최근 들어서, 이미지 데이터베이스 시스템에 대한 관심이 크게 늘어나고 있다. 이미지 프로세싱 기술과 이미지 데이터의 저장 방식의 급속한 발전에 힘입어 이미지 데이터베이스는 하나의 중요한 정보 처리 시스템으로 간주되고 있다. 이미지 데이터베이스 시스템의 응용으로는 의료 진단에 쓰이는 PACS를 비롯하여 멀티미디어 데이터베이스, 지리 정보 시스템(geographic information system), VOD(video on demand) 그리고 수사 과정에 사용되는 몽타주 작성 시스템 등을 들 수 있다.

현재 이미지 데이터를 검색하고 관리할 수 있는 기능을 제공하는 상용화된 데이터베이스 시스템들이 있다. 그러나 이러한 상용 시스템들이 이미지 데이터 검색에 사용하는 방법은 이미지 데이터와 관련된 키워드를 사용하는 방식으로써 사용자가 이미지 데이터를 데이터베이스에

입력할 때 적절한 키워드를 같이 입력해야만 한다. 이러한 방식은 이미지에 대응하는 적절한 키워드를 만들기가 쉽지 않으며 더구나 이런 키워드를 기억하거나 알고 있어야만 원하는 이미지를 검색할 수 있다는 단점을 가진다. 따라서 키워드와 관계없이 사용자가 시각적인 예(visual example)를 주어 원하는 정보를 쉽게 검색할 수 있는 즉, 이미지 데이터의 내용을 기반으로 검색을 할 수 있는 시스템이 필요하다.

입력된 이미지 데이터와 동일한 이미지 데이터를 검색하는 것은 패턴 인식(pattern recognition) 분야에서 오랫동안 연구가 되어 왔던 문제이다. 그러나 이미지 데이터베이스를 위한 유사 이미지 데이터 추출 방법과 일반적인 패턴 인식 방법에는 몇 가지 중요한 차이점이 있다[1]. 이러한 차이점을 살펴보면 첫째로 이미지 데이터베이스에 저장되는 이미지 데이터들은 일반적으로 매우 다양한 실 세계의 모습을 담고 있어서 표준 패턴을 정해 놓고 최근접법(NCC: nearest neighbor classification)을 통해 목표가 되는 이미지 데이터를 찾아가는 일반적인 패턴매칭 방식의 적용이 불가능하다는 점이다. 따라서 특정

<sup>1)</sup> 본 연구는 한국문화예술진흥원의 연구비 지원을 받았음.

\*중신회원

\*\*준회원

\*\*\*정회원

다양한 형태의 이미지 데이터를 대상으로 하는 이미지 데이터베이스의 경우 데이터의 인식작업이 패턴 인식 시스템들 보다 매우 어렵다. 또한 사용자의 질의를 처리할 때에도 이미지 데이터베이스에서는 표준 패턴 또는 모델을 미리 정의하기 불가능하며 때문에 하나의 결과를 추출해내기보다는 유사한 후보들을 질의 결과로 추출하게 되고 최종 인식이나 의미적 해석은 주로 사용자가 하게 된다. 둘째, 일반적으로 이미지 데이터베이스에 저장되는 이미지 데이터의 양은 패턴 인식 시스템들이 다루는 데이터의 양에 비해 매우 많다는 점이다. 실제로 대부분의 패턴 인식 시스템들은 이미지 데이터베이스에 비해 인식할 이미지 데이터를 적게 가지므로 이미지 데이터를 검색하는데 간단한 순차 검색 방법을 사용한다. 그러나 이미지 데이터베이스는 아주 많은 양의 이미지 데이터를 저장하게 되므로 순차적 검색방법은 매우 비효율적이며 따라서 적절한 인덱싱 방법이 필요하다.

그 동안 내용을 기반으로 하는 이미지 데이터 검색에 관한 다양한 연구가 있었다. [2,3,4]의 연구에서는 이미지 데이터에서 검색 대상이 되는 객체의 윤곽선을 벡터화하여 이미지 데이터의 특징 값으로 사용한다. 이러한 방법으로 얻은 벡터화된 이미지 데이터의 특징 값들은 거리, 방향, 인접 요소와 이루고 있는 각도 등을 평가하여 데이터간의 유사성을 비교하게 된다. 또한 이 연구에서는 벡터화된 특징 값을 다시 tree 형태로 인덱싱하고 검색할 수 있는 방법을 제안했고 중첩되어 있거나 서로 겹쳐 있는 객체들도 식별할 수 있도록 했다. 이러한 접근 방법의 장점으로는 객체가 놓여 있는 위치나 크기 등에 영향을 받지 않는다는 점과 여러 개의 객체들이 있을 경우 각각을 따로 식별할 수 있다는 점 등이 있는 반면에 특정한 응용 대상에서만 사용할 수 있는 단점이 있다. [5,6,7]의 연구에서는 사용자가 그린 대략적인 스케치 또는 컬러나 복사본 이미지(Monocrom photo)로써 이미지 데이터를 검색할 수 있는 방법을 보였다. 이들 연구에서는 아이콘 이미지를 사용하여 이미지 데이터의 특징 값을 나타냈다. 아이콘 이미지는 원래의 이미지 데이터를 작은 크기로 축소한 것을 의미하며,

데이터베이스에 저장된 각각의 이미지 데이터들은 모양과 컬러에 대한 아이콘 이미지를 가지고 있으며 검색 시에 아이콘 이미지를 대상으로 검색을 하게 된다. 이러한 접근 방식은 다양한 형태의 이미지 데이터를 다룰 수 있다는 장점은 있으나 유사한 이미지를 검색하기 위해서 모든 데이터를 픽셀대 픽셀 비교로 순차적 검색방법을 사용하므로 매우 비효율적이 된다. 따라서 매우 많은 양의 이미지 데이터를 저장하고 관리하는 데이터베이스 응용에는 적절치 않다. 이 밖에도 객체를 사각형으로 덮어다가며 인식하는 방법 [8], 이미지 데이터의 컬러 히스토그램을 사용하는 방법 [9], 이미지 데이터의 에지성분이 각 부 영역에서 나타내는 곡률과 컬러 특성을 수치화 하여 특징 값으로 사용한 [10]의 연구와 여러가지 이미지 특성을 R\* tree로 인덱싱한 [11] 등의 연구가 있다. 하지만 이러한 과거의 연구들은 대부분 특정한 응용에만 적합하거나, 검증 을 통하지 않은 이론으로만 제안된 상태이다.

본 논문에서는 이미지 데이터 내용을 기반으로 하는 새로운 검색 방법을 제안한다. 제안하는 검색 방법은 원하는 이미지 데이터의 컬러 이미지(full color copy) 또는 복사본(monochrome photo) 등의 시각적 예(visual example)를 사용자가 주면 시스템이 이를 자동으로 분석하여 데이터베이스에 저장된 유사한 이미지 데이터들과 관련된 정보들을 질의 결과로 돌려주게 된다. 이를 위하여 본 논문에서는 일련의 이미지 처리 과정을 통해 정규화된 에지성분을 추출하고 이를 다시 9개의 부 영역으로 구분하여 각 부 영역에서 실제 에지 성분 화소의 비율을 특징 값으로 사용했다. 따라서 하나의 이미지 데이터에서 모두 9개의 수치 값이 나오고 이것을 이미지 데이터의 키로 사용한다. 본 논문에서는 이미지 데이터베이스로부터 원하는 이미지 데이터의 검색을 빨리 하기 위해 기존의 trie 인덱스를 변형하여 이미지 데이터로부터 추출된 키 값을 효율적으로 관리할 수 있도록 하였다. trie 인덱싱 방법은 키의 일 부분으로도 다른 레벨로의 분기가 결정되므로 본 논문에서 키로 사용하는 일련의 수치 값들을 인덱싱 하기 적절한 기법이다. trie 형태로 저장된 각 이미지 데이터를 효율적으로 검색하기 위한

방법으로 본 논문에서는 검색시 임계값과 유사도 우선순위를 사용한 검색 방법을 제안한다. 제안하는 방법에서 사용자는 검색시에 임계값을 설정해 주어 특정 영역에 발생한 잡음 등에 의해 검색이 실패하는 것을 방지할 수 있으며 시스템은 사용자에게 검색 결과를 보일 때 질의한 이미지 데이터와 유사한 정도를 유사도 우선순위로 부여하여 사용자가 원하는 이미지 데이터를 보다 쉽게 찾을 수 있도록 하였다.

본 논문에서 제안하는 검색 방법은 특정 이미지 형태에 제한을 받지 않으므로 다양한 응용에서 사용할 수 있으며, 인덱싱 방법과 그에 따른 검색 방법 또한 기존의 trie 인덱싱 방법을 기반으로 하였기 때문에 기존의 데이터베이스 시스템에 쉽게 접목시킬 수 있는 장점을 지닌다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 본 논문에서 사용한 이미지 특징 추출 방법과 인덱싱 기법에 대해 살펴본다. 3장에서는 trie 인덱스를 바탕으로 하는 이미지 데이터 검색 방법에 대해 언급한다. 4장에서는 본 논문에서 제안한 검색 방법에 대한 실험 결과를 비교 분석한다. 마지막으로 5장에서는 결론과 향후 연구 과제에 대해 논한다.

## 2. 특징 추출 방법과 인덱싱 기법

내용을 기반으로 한 이미지 데이터 검색을 위해서는 우선 입력되는 각각의 이미지 데이터가 어떤 특징들을 가지고 있는지 알아야 한다. 이미지 특징 추출 과정은 시스템에 의해 내부적으로 수행되는 것으로 데이터베이스에 저장되는 이미지나 질의로써 사용되는 이미지 데이터에 대해 공통적으로 적용된다. 이미지 데이터에서 특징을 추출하고 그것을 통해 인덱스를 만들기 위하여 시스템에 의해 자동적으로 수행되는 연산은 크게 에지 검출(edge detection) 단계, 잡음 제거 단계, 객체 영역 추출 단계, 정규화 단계, 영역 분할 단계 그리고 특징 추출 단계로 나뉘고 마지막으로 인덱스를 위한 키 생성 단계로 구분된다. 각 단계별 수행 과정은 다음과 같다.

### 2.1 이미지 특징 추출 방법

#### 2.1.1 에지 검출 단계

입력된 이미지 데이터에서의 에지 검출은 이미지 처리 단계에서 중요한 부분을 차지한다. 왜냐하면 에지는 이미지의 특징을 파악하는데 좋은 정보를 제공하기 때문이다. 본 논문에서 사용한 에지 검출 방법은 Sobel 에지 검출 방법 [12]이며 에지로 판단된 부분은 1로 표현하고 에지가 아닌 부분은 0으로 표현하기로 한다. 따라서 에지 검출 이후의 단계들은 모두 이진 이미지 데이터를 사용하여 연산하게 된다.

#### 2.1.2 잡음 제거 단계

에지 검출 단계에서 얻어지는 이진 이미지 데이터는 잡음을 포함하게 된다. 잡음은 원래 이미지에서부터 또는 디지털화 과정에서 생겨 날 수 있다. 대부분의 잡음은 에지 검출 단계를 거치면서 화면상의 몇 개의 화소 집단으로 나타나게 된다. 본 논문에서는 이러한 잡음을 제거하기 위하여 3×3 크기의 마스크를 이미지 상에 순차적으로 이동시키면서 목표로 하는 화소 주위에 임계값 이하의 1값을 가지는 화소를 잡음으로 간주하여 제거하는 방법을 사용하였다.

#### 2.1.3 객체 영역 추출 단계

객체 영역 추출 단계는 이미지 데이터에서 에지 성분이 추출되지 않은 영역 중 주변 배경 영역을 제거하기 위한 단계이다. 그림 1은 객체 영역 추출 단계에서 행하는 작업을 보여 주고 있다. 그림 1(a)는 에지 검출과 잡음 제거가 끝난 상태를 나타내고 그림 1(b)는 객체 영역 추출이 끝난 상태를 나타낸다. 객체 영역 추출 단계를 거쳐 뽑아진 이미지 데이터 부분을 이미지 객체

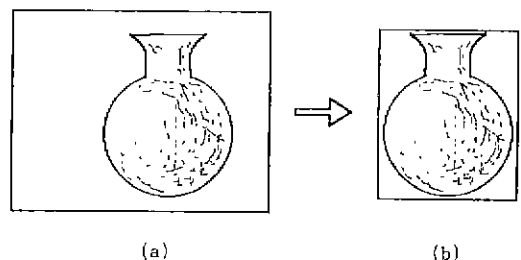


그림 1 객체 영역 추출 단계의 작업과 영역 분할

라 정의한다.

### 2.1.4 크기 정규화 단계

특징 추출 시 이미지 객체의 크기에 영향을 받지 않도록 하기 위해서 크기 정규화 단계를 거친다. 즉, 입력되는 다양한 크기의 이미지 객체들을 일정한 크기로 만드는 단계이다. 본 논문에서 이미지 객체는 모두 150×150으로 정규화 한다.

### 2.1.5 영역 분할 단계

앞의 일련의 과정을 통해 얻게 되는 정규화된 이미지 객체 내의 에지 성분들이 어느 위치에 존재하는지 알아내기 위해서 이미지 객체를 몇 개의 부 영역으로 나누어 각 영역에 대해 분석하는 방법을 취한다. 본 논문에서는 이미지 객체를 그림 2와 같이 동일한 크기의 9개 부 영역  $S_{ij}$ 로 분할하는 방법을 사용했다. 정규화 과정을 통해 얻은 이미지 객체는 150×150이므로 각  $S_{ij}$ 는 50×50 크기가 된다.

### 2.1.6 특징 추출

이미지 객체의 특징을 추출하고 또한 이를 인덱스 키로 사용할 수 있는 수치로 나타내기 위해 에지 성분이 각 부 영역에서 차지하는 비율을 각 부 영역의 특징 값으로 사용한다.  $W_{ij}$ 를  $S_{ij}$ 에서 1값을 가지는 화소의 총 수 그리고 T를 부 영역의 모든 화소의 총수라 하면, 부 영역  $S_{ij}$ 에서의 영역 대 에지 성분 비율  $F_{ij}$ 는  $F_{ij} = (W_{ij}/T) \times 100$ 과 같은 퍼센트 비율로 나타낸다. 따라서 9개의 부 영역에 대하여 모두  $F_{ij}$  값을 구하면

$S_{0,0}$	$S_{1,0}$	$S_{2,0}$
$S_{0,1}$	$S_{1,1}$	$S_{2,1}$
$S_{0,2}$	$S_{1,2}$	$S_{2,2}$

그림 2 9 개의 부 영역으로 나뉘어진 이미지 객체

이미지 객체에 대한 특징을 9개의 수치 값으로 나타낼 수 있다. 본 논문에서 이 9개의 수치 값을 이미지 객체의 키로 사용하며 이미지 객체의 키  $K$ 는( $F_{0,0}, \dots, F_{2,2}$ )로 표시한다.

## 2.2 변형된 trie를 사용한 이미지 데이터 인덱싱

앞 절에서 언급 한대로 이미지 객체의 키는 일련의 순서를 가지는 9개의 특징 요소로써 표현하게 된다. 따라서 키 값의 일부로 탐색 경로가 결정될 수 있는 trie 인덱싱 방법은 이러한 키 구조에 적합하고 하겠다. trie는 한 노드에서 하위 단계의 분기가 결정되는 차수가 2 이상이 될 수 있으며 키 값 일부에 의해 분기가 일어나는 구조를 갖는다. trie의 차수는 키 값을 표현하기 위해 사용되는 기수(radix)에 의해 결정되며 이는 다시 trie 노드의 크기 즉, 링크 필드 수에 대응된다. trie의 높이는 키 필드의 길이와 같게 된다.

본 논문에서는 키를 구성하는 각각의 특징 요소를 부분 키라 부르기로 한다. 각 부분 키들은 부 영역에서의 영역 대 에지 성분의 비율이므로 0~100 범위의 값을 가지게 된다. 따라서 구성되는 trie의 링크 필드의 수는 101개가 되어야 하지만 같은 이미지 데이터의 경우일지라도 잡음 등에 의해서 조금씩 다른 키 값을 가질 수 있으므로 본 논문에서는 링크 필드가 단일한 값이 아닌 일정 범위 값을 갖는 변형된 trie 인덱싱 방법을 제안한다. 구성된 trie 인덱스가 효율적이 되려면 각각의 링크 필드가 나타내야 할 범위를 조절하여 입력되는 데이터가 trie의 각 노드로 되도록 고르게 분산될 수 있도록 해야 한다. 따라서 본 논문에서 사용하는 trie 링크 필드는 모두 동일한 크기의 범위를 갖지 않는다. 본 논문에서는 0~49까지의 비율을 10씩 나누어 5개의 링크 필드에 할당하고 나머지 50~100을 마지막 링크 필드에 할당한다. 이러한 이유는 에지 검출 이미지로부터 키 값을 구해 내기 때문이다. 일반적으로 추출된 에지는 화면상에서 몇 개의 선으로 나타난다. 따라서 추출한 에지가 부 영역의 50% 이상을 차지할 정도가 되는 경우는 해당 부 영역에 매우 복잡한 모양의 객체가 존재하는 경

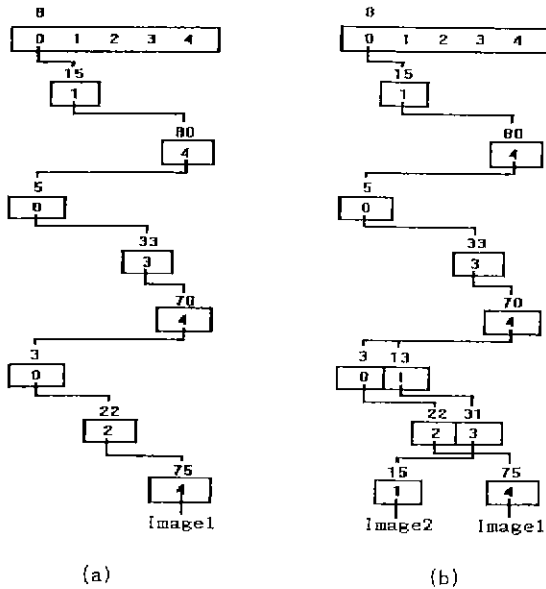


그림 3 변형된 trie 인덱스 구조

우이거나 잡음이 매우 심한 경우이기 때문에 발생하는 수가 적게 된다. 따라서 구성되는 trie의 차수는 6이 되고 trie의 전체 레벨은 9가 된다.

그림 3은 변형된 trie 인덱스 구조에서 키가 입력되는 과정을 예로 든 그림이다. 그림 3의 (a)는 첫 번째 이미지 데이터의 키  $K=(8, 15, 80, 5, 33, 70, 3, 22, 75)$ 일 때 이를 삽입한 결과를 보여주고 그림 3의 (b)는 두 번째 이미지 데이터의 키인  $K'=(8, 15, 80, 5, 33, 70, 13, 31, 15)$ 를 추가로 삽입한 후의 trie 구조를 보여 준다.

### 3. 이미지 데이터 검색

이미지 데이터 검색은 사용자가 질의로써 준 이미지 데이터에 대해 2장에서 언급한 특징 추출 방법을 사용하여 이미지 객체에 대응하는 키를 얻고 이 키를 사용하여 변형된 trie 인덱스를 탐색하게 된다. trie 인덱스 탐색은 각 trie 레벨에서 성공적으로 하위 레벨 노드를 찾아내어 리프 노드의 링크 필드에 연결된 이미지 데이터 집합을 추출하면 된다. 본 논문에서 trie 인덱스의 검색 방법은 검색하는 키  $K$ 의  $N$ 번째 부분 키 값  $K_N$ 을 trie의  $N$ 번째 레벨  $L_N$ 에서 조사하는 것이다. 예를 들어  $K$ 의 첫 번째 부분 키 값이

17이라면 사상 함수  $h$ 에 의해  $h(17)=1$ 이 되므로, trie의 첫 번째 레벨  $L_1$ 에서 링크 필드 1의 하위 레벨 노드가 존재하는지 검사한다. 만약 해당하는 링크 필드에 하위 노드가 존재한다면 검색은 두 번째 레벨인  $L_2$ 에 대해 행해지고 계속해서 리프 노드에 도달할 때까지 탐색을 진행한다. 만약 해당하는 링크 필드가 NULL을 가진다면 찾고자 하는 이미지 데이터가 없는 것이 되고 trie 탐색은 중단된다.

그러나 이미지 인덱싱의 경우 이러한 검색 방법은 하나의 문제점을 가지게 된다. 즉, 이미지 특징 추출 단계에서 얻어낸 키 값이 항상 일정하지 않다는 점이다. 예를 들어 질의로 주어진 이미지 데이터의 부 영역  $S_{0,0}$ 에 잡음이 발생하여 부분 키  $K_1$ 의 값이 9에서 13으로 증가하였다고 가정해 보자. trie 탐색은 첫 번째 레벨  $L_1$ 에서 링크 노드 0을 따라 탐색을 시작하지 않고 1을 따라 탐색하게 되므로 검색 실패 또는 원하지 않는 이미지들을 결과로 출력하게 된다. 따라서 본 논문에서는 이러한 문제점을 보완하고 사용자의 질의시 보다 유연성을 주기 위하여 유사도를 부여할 수 있는 유사성 검색 방법을 사용한다. 유사성 검색의 목표는 주어진 키를 포함하면서 이와 유사한 키들을 같이 검색하여 잡음 등에 의해 키 값이 변경되더라도 원하는 이미지 데이터를 검색하는데 있다. 이 방법은 각각의 부분 키의 값에 임계값  $\beta(\geq 0)$ 를 주어 임계값이 포함되는 모든 경로들을 함께 탐색하게 한다. 즉, trie 레벨  $L_N$ 에서 부분 키  $K_N$  값에 대한 링크 필드를 조사할 때  $h(K_N - \beta) \sim h(K_N + \beta)$  범위에 해당하는 모든 링크 필드를 탐색 대상으로 삼는다. 예를 들어  $K_1=18$ 이고  $\beta=5$ 이었다면, 첫 번째 부분 키 값은 13에서부터 23까지가 되고 이는 링크 필드 1과 2에 해당하므로 2개의 경로를 따라 탐색이 시작된다. 이와 같은 과정을 리프 노드에 도달할 때까지 반복한다. 따라서 이 경우에 각 부 영역에서 잡음이 발생하더라도 그 차이가 5 이하면 같은 이미지 데이터로 간주하고 검색을 하게 된다.

유사성 검색 방법은 단일 경로 탐색 경우 보다 더 많은 이미지 데이터를 질의 후보로 찾아낸다. 따라서 사용자에게 후보 이미지 데이터들을 보일

때 어떤 데이터가 보다 질의 대상과 유사하게 판단되었는지 알려줄 필요가 있다. 따라서 본 논문에서는 시스템이 질의 결과 후보로 이미지 데이터들을 나타낼 때 유사도 우선순위를 부여하여 우선순위가 높게 판단된 이미지 데이터 순서로 사용자에게 보인다. 유사도 우선순위는 trie 검색에서 한 레벨에서 다음 레벨로의 진행이 임계값에 의해 이루어 졌는가에 따라 결정된다. 먼저 시스템은 우선순위의 초기 값을 1로 한다. 그리고 각 레벨에서 검색이 원래의 부분 키 값이 아닌 임계값에 의해서 진행되었다면 우선순위 값을 1씩 증가시킨다. 이 과정을 리프노드에 연결된 이미지 객체의 집합을 추출할 때까지 반복하게 되는데 trie의 전체 레벨은 9이므로 검색된 이미지들 중에서 가장 우선순위가 높은 것은 1, 가장 낮은 우선 순위는 9를 가지게 된다. 검색 결과 중에서 우선 순위 9를 가지는 이미지 데이터들은 모든 레벨에서 임계값에 의해 검색이 진행되었고, 우선순위 1을 갖는 이미지 데이터들은 주어진 키 값에 의해서만 검색이 진행되었음을 의미한다. 유사도 우선순위를 부여하는 유사성 검색 방법의 알고리즘은 다음과 같다. 검색은 trie 루트 노드 ( $N=0$ )에서부터 시작되고 우선순위의 초기 값은 1이다.

- (1) 질의 대상이 되는 이미지 데이터의 키  $k$ 를 구한다.
- (2) 부분 키  $K_N$ 을 구한다.
- (3) 레벨  $L_N$ 에서  $h(K_N - \beta) \leq x \leq h(K_N + \beta)$ 의 범위를 가지는 링크 필드  $x$ 에 대해 하위 노드가 있는지 조사한다.
- (4) 발견된 하위 노드들에 대해  $N$ 을 1 증가시키고 리프 노드에 연결된 이미지 데이터들이 검색될 때까지 재귀적(recursive)으로 2, 3 과정

을 반복 수행한다. 이때  $x=h(K_N)$ 이 되는  $x$ 를 제외한 나머지 링크 필드는 다음 레벨에 대한 연산을 재귀적으로 수행할 때 우선순위에 1을 더한다.

(5) 리프 노드에 연결된 이미지 데이터들을 우선순위 값의 오름 차순 순서로 사용자에게 보여준다.

#### 4. 결과 분석

본 논문에서 이미지 검색 방법을 위하여 사용한 시스템은 Sun Sparc Classic이며 이미지 데이터 저장을 위한 데이터베이스 시스템으로 Exodus[13]를 사용하였다. 그리고 사용자의 질의나 이미지 데이터 입력을 받을 수 있도록 256 컬러 스캐너를 사용하였다. 데이터 검색 예로써 사용된 이미지 데이터는 국립중앙박물관의 문화재 자료 도감에 있는 청자, 백자, 불상, 석탑, 건축물 등을 중심으로한 200여 개의 문화재 이미지 데이터이다.

사용자는 이미지 데이터 검색을 위하여 컬러 이미지나 복사본을 사용할 수 있다. 같은 이미지라도 컬러 이미지와 복사본의 키 값이 약간 다르게 나오고, 같은 컬러 이미지도 잡음 때문에 다른 키값을 가질 수 있다. 표 1은 데이터베이스에 저장된 이미지, 컬러 이미지 질의, 복사본(monochrome photo)질의에 대한 키 생성 결과 비교치를 보여 준다. 이 결과에서 같은 이미지 데이터라도 질의로 주어질 때마다 약간의 차이가 있으며, 복사본에 대해서는 더 큰 차이가 있음을 알 수 있다.

다음은 본 논문에서 제시한 변형된 trie 인덱스 기법을 이용한 이미지 데이터 검색 시스템에 대

표 1 이미지 데이터의 에지 영역 비율 변화 비교

Key Image type	Visual query		Stored color image
	Full color copy	Monochrome photo	
C-maebyeong51	3 20 2 5 16 3 2 17 3	7 25 6 6 28 7 1 23 1	3 20 3 5 15 3 0 19 0
Landscape8-54	36 66 41 68 76 41 60 62 42	39 72 45 70 81 65 67 64 42	31 64 38 66 76 63 63 63 41
GS-Bod38	10 57 6 27 55 13 44 58 22	13 59 8 34 66 21 50 66 36	12 54 2 28 55 7 45 58 16

한 실험 결과이다.

#### 4.1 컬러 이미지 질의에 의한 검색

하나의 컬러 이미지에 대한 질의 시에 임계값  $\beta$ 를 변화시켜 가면서 얻어낸 질의 결과를 먼저 살펴본다. 표 2는 컬러 이미지 C-bottle20-1을 질의했을 때 임계값  $\beta$ 를 각각 0, 3, 5, 10으로 변화시켜 가면서 검색되는 모든 후보 이미지 수, 사용자가 원하는 이미지 데이터가 검색된 우선순위 그리고 질의 결과로 검색된 모든 이미지 데이터들에 대한 유사도 순위 분포를 보여준다. 예를 들면,  $\beta=3$ 을 주었을 때 전체 검색된 이미지는 2개이고, 질의와 일치하는 이미지의 유사도 우선순위는 1을 나타내고 있다. 그리고 검색된 이미지의 우선순위 분포는 유사도 우선순위 1에서

1개, 유사도 우선순위 3에서 1개가 검색되었음을 보여준다. 우리는 이를 통해 임계값이 5, 즉 잡음 비율 5% 정도이면 적절한 수의 후보 이미지들이 검출되는 것을 알 수 있다.

다음 표 3은 여러 개의 컬러 이미지들에 대해서 임계값을  $\beta=5$ 로 고정시켰을 때 검색되는 모든 후보 이미지 수, 질의로 준 이미지 데이터와 일치하는 후보 이미지 데이터의 우선순위 값 그리고 검색된 모든 후보 이미지 데이터들에 대한 우선순위 분포에 대한 실험 결과이다. 10개의 이미지 데이터에 대한 실험 결과에서 사용자가 원하는 이미지 데이터가 우선순위 1에서 검색된 횟수가 6번, 우선순위 2에서 검색된 횟수가 4번이다. 이중 8개의 이미지에 대해서는 가장 높은 유사도 우선순위에서 사용자가 원하는 이미지가 검출되었다. 반면에 컬러 이미지 GS-Bod36-1와

표 2 임계값  $\beta$ 의 변화에 따른 질의 결과 비교

임계값 ( $\beta$ )	모두 검색된 이미지 수 (후보수)	원 이미지가 검색된 우선순위	검색된 이미지의 우선순위 분포 (우선순위 : 후보수)
0	1	1	(1:1)
3	2	1	(1:1)(3:1)
5	3	1	(1:1)(3:1)(5:1)
10	12	1	(1:1)(3:1)(5:4)(6:4)(7:1)(8:1)

표 3 임계값  $\beta=5$ 일때 10 개의 컬러 이미지에 대한 검색 결과 비교

Visual query	모두 검색된 이미지 수 (후보수)	원 이미지가 검색된 우선순위	검색된 이미지의 우선순위 분포 (우선순위 : 후보수)
C-maebyong17-1	6	1	(1:2)(2:4)
C-maebyong53-1	6	1	(1:1)(2:2)(3:3)
GC-pot89-1	3	2	(2:2)(4:1)
C-maebyong94-1	6	1	(1:1)(3:3)(5:1)(6:1)
C-bottle20-1	3	1	(1:1)(3:1)(5:1)
Landscape8-54-1	6	2	(2:4)(3:2)
GS-Bod36-1	2	2	(1:1)(2:5)
GS-Buddha48-1	3	2	(1:1)(2:2)
GS_Mai34-1	1	1	(1:1)
GS-Buddh52-1	3	1	(1:1)(2:2)

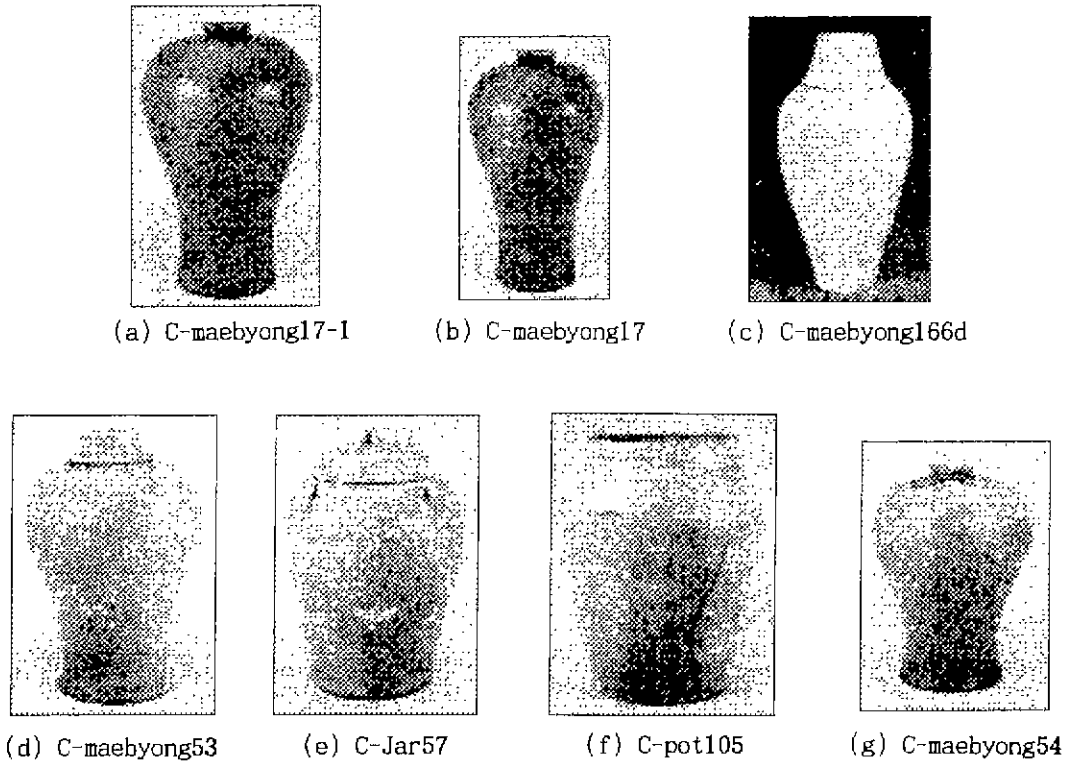


그림 4 컬러 이미지에 의한 검색

GS-Buddha48-1는 다른 컬러 이미지에 비해서 잡음의 영향이 커서 두 번째로 높은 우선순위에 서 질의와 일치되는 이미지가 검색 되었다. 우리는 이 결과를 통해 질의와 일치하는 이미지 데이터는 높은 우선순위로 검색됨을 알 수가 있다.

그림 4는 사용자가 질의로서 (a)와 같은 매병 (C-maebyeong17-1)을 질의로 주었을 때 검색 결과이다. 7개의 컬러 이미지 후보가 검출되었으며, 각 이미지의 우선순위를 살펴보면, 질의로 사용된 이미지와 같은 (b)뿐 아니라 (c)의 이미지 데이터가 우선순위 1로 검색되었고, 나머지들은 우선순위 2로 검색되었다. 우리는 이 결과를 통해 검색되는 이미지 데이터들은 질의와 매우 유사한 형태임을 알 수가 있다.

#### 4.2 복사본(Monochrome photo)질의에 의한 검색

사용자가 복사본을 질의로 주었을 때의 결과를

조사하기 위해 위의 경우와 마찬가지로 2가지 경우에 대해서 조사를 하였으며 실험 결과는 다음과 같다. 표 4는 하나의 복사본에 대해서 임계값  $\beta$ 를 변화시켰을 때 우선순위의 분포, 질의와 같은 이미지의 우선순위 등의 검색 결과를 나타낸 것이며 이 때 사용된 질의는 CC-bottle98M이다. 표 4의 결과를 분석해 보면 복사본 질의시 잡음의 영향이 컬러 이미지보다 크기 때문에 컬러 이미지 검색의 결과보다는 안 좋은 것을 알 수가 있다. 적어도 임계값 5에서 원하는 이미지 데이터가 검색되는 것을 알 수 있으며, 높은 우선순위인 1이나 2에서 검색되지 않는 것을 알 수가 있다.

다음 표 5는 여러 개의 복사본에 대해서 임계값  $\beta=10$ 으로 고정시켰을 때의 실험 결과를 나타내고 있다. 여기서 복사본 C-pot24M와 C-maebyeong51M는 검색이 되지 않았다. 이는 질의로 주어진 복사본의 예지 검출시 이 두개의 복사본의 경우는 특히 잡음이 그 이미지의 키 값에 많은



표 4 임계값  $\beta$ 의 변화에 따른 질의 결과 비교

임계값 ( $\beta$ )	모두 검색된 이미지 수 (후보수)	원 이미지가 검색된 우선순위	검색된 이미지의 우선순위 분포 (우선순위 : 후보수)
0	0	x	x
3	1	x	(2:1)
5	3	2	(2:2)(3:1)
10	7	2	(2:2)(3:1)(4:3)(6:1)

(x : 해당되는 값이 없음)

표 5 임계값  $\beta=10$ 일 때 10개의 복사본에 대한 검색 결과 비교

Visual query	모두 검색된 이미지 수 (후보수)	원 이미지가 검색된 우선순위	검색된 이미지의 우선순위 분포 (우선순위 : 후보수)
C-Jar80M	4	3	(3:2)(4:1)(5:1)
GS-Bha54M	15	2	(1:12)(2:8)
GS-Mai31M	2	2	(2:2)
G-Bod37M	20	1	(1:12)(2:8)
GS-Buddha48M	18	1	(1:12)(2:6)
C-case103M	9	4	(4:4)(5:2)(6:3)
MI-bottle100M	15	3	(2:3)(3:9)(4:2)(6:1)
CC-bottle98M	7	2	(2:2)(3:1)(4:3)(6:1)
C-pot24M	7	x	(3:1)(4:2)(5:2)(8:1)
C-maebyeong51M	10	x	(1:1)(2:2)(3:1)(4:3)(5:1)(6:2)

(x : 해당되는 값이 없음)

표 6 임계값  $\beta=20$ 일 때 복사본에 대한 검색 결과

Visual query	모두 검색된 이미지 수 (후보수)	원 이미지가 검색된 우선순위	검색된 이미지의 우선순위 분포 (우선순위 : 후보수)
C-pot24M	11	6	(3:1)(4:2)(6:4)(7:2)(8:2)
C-maebyeong51M	18	5	(1:1)(2:1)(3:4)(4:3)(5:7)(6:2)

영향을 주었기 때문이다. 표 6는 이 두 복사본에 대하여  $\beta=20$ 로 했을 때 낮은 유사도 우선순위에서 검색됨을 알 수 있다.

우리는 이러한 결과를 통해 컬러 이미지들 질의로 주었을 때는 검색 비율이 좋은 반면에 복사본에 대해서는 예지 검출시 잡음의 영향이 컬러 이미지보다 커서 검색율과 유사도 우선순

위에 있어서 컬러 이미지 데이터의 경우보다 결과가 좋지 않음을 알 수가 있다.

### 5. 결 론

본 논문에서는 이미지 데이터에서 특징 값들을 시스템이 자동으로 추출하여 인덱싱하고 사용자

가 원하는 이미지 데이터를 내용을 기반으로 검색할 수 있는 방법을 제안하였다. 특징 값을 추출하기 위하여 원래의 이미지에 대한 에지를 추출하고 에지 성분들의 위치와 분포를 알아내기 위해 이미지 데이터를 9개의 부 영역별로 나누어 키를 만드는 방법을 사용하였다. 추출된 이미지 키는 빠른 검색을 위해 변형된 trie 인덱싱 방법을 사용하였다.

본 논문에서 제안하는 이미지 데이터 검색 방법은 저장된 이미지 데이터의 수에 따른 선형 검색이 아닌 인덱스에 따른 효율적인 검색을 할 수 있으며, 일반적인 모든 종류의 이미지 데이터에 적용할 수 있는 장점을 갖는다. 또한 질의 결과로 나온 후보 이미지 데이터들에 대해 시스템이 유사성 우선순위를 판단해 내므로 사용자는 원하는 질의 결과를 효율적으로 얻을 수 있다. 제안한 검색 방법을 기반으로 구현된 프로토타입 시스템을 통해 질의에 대해서 사용자가 만족할 만한 후보 이미지 데이터가 검색됨을 알 수 있었다.

앞으로의 연구로는 영역 분할 방법, trie 링크 필드의 수와 사상 함수  $h$  등을 조절하여 검색 효율을 높이는 방법이 필요하며, 특히 사용자가 원하는 대상 이미지를 간단한 스케치 등을 통해 질의할 때 원하는 이미지 데이터를 검색할 수 있는 방법에 관한 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] Tzi-cker Chiueh, "Content-Based Image Indexing", Proceedings of the 20th VLDB Conference, pp. 582-593, 1994.
- [2] William I. Grosky, Rajiv Mehrotra, "Index-Based Object Recognition in Pictorial Data Management", Computer vision, Graphics, and Image Processing, Vol. 52, pp. 416-436, 1990.
- [3] William I. Grosky, Peter Neo, Rajiv Mehrotra, "A Pictorial Index Mechanism for Model-based Matching", Data and Knowledge Engineering, pp. 309-327, Vol 8, 1992.
- [4] Rajiv Mehrotra, James E. Gray, "Feature-Based Retrieval of Similar Shapes", 9th International Conference on Data Engineering, pp. 108-115, 1993.
- [5] Kyoji Hirata, Toshikazu Kato, "Query by Visual Example", Extending database Technology '92, pp. 56-71, 1992.
- [6] Kyoji Hirata, Toshikazu Kato, "Rough Sketch-Based Image Information Retrieval", NEC Res. & Develop., Vol. 34, No. 2, 1993.
- [7] Kyoji Hirata, Yoshinori Hara, Naoki Shibata, Fusako Hirabayashi, "Media-based Navigation for Hypermedia Systems", Hypertext '93 proceedings, pp. 159-172, 1993.
- [8] H. V. Jagadish, "A Retrieval Technique for Similar Shapes", Proceedings of the ACM SIGMOD International Conference on the Management of Data, pp. 208-217, May 1991.
- [9] Micheal J. Swain, "Interactive Indexing into Image Databases", SPIE Vol. 1908, pp. 95-103, 1993.
- [10] W.Niblack, R. Barber, W. Equitz, M. Flickner, E. Giasman, D. Petkovic, P. Yanker, "The QBIC Project: Querying Images by Content Using Color, Texture, and Shape", SPIE Vol. 1908, pp. 173-187, 1993.
- [11] Yihong Gong, Hongjiang Zhang, H. C. Chuan, M. Sakauchi, "An Image Database System with Content Capturing and Fast Image Indexing Abilities", Proceedings of the International conference on Multimedia computing and Systems, pp. 121-130, 1994.
- [12] Ioannis Pitas, "Digital Image Processing Algorithms", Prentice Hall. 1993.
- [13] "Using the EXODUS Storage Manager V3.1", 1993.

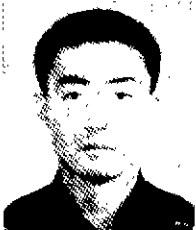
**최 기 호**



- 1973 한양대학교 전자공학과 공학사
- 1977 한양대학교 전자공학과 공학석사
- 1987 한양대학교 전자공학과 공학박사
- 1977 ~ 1979 한국과학기술연구소 전자공학부 연구원
- 1989 ~ 1990 Univ. of Michigan Visiting Scholar
- 1979 ~ 현재 광운대학교 컴퓨터공학과 교수

관심분야 : Multimedia/Hypermedia, Information Retrieval

**이 원 규**



- 1985 고려대학교 영어영문학과 문학사
- 1986 ~ 1987 츠쿠바대학 이공학연구과 연구생
- 1989 츠쿠바대학 이공학연구과 공학석사
- 1993 츠쿠바대학 공학연구과 전자정보공학전공 공학박사
- 1993 ~ 현재 한국문화예술진흥원 책임연구원

관심 분야 : 정보표현 및 모델, 데이터베이스, 하이퍼미디어의미구조, 멀티미디어 정보검색



**문 희 정**

- 1994 광운대학교 전자계산학과 (학사)
- 1994 ~ 현재 광운대학교 전자계산학과 석사과정
- 관심 분야 : 화상처리 시스템, 객체지향 데이터베이스

**염 성 주**



- 1991 광운대학교 전자계산학과 (학사)
- 1993 광운대학교 전자계산학과 (석사)
- 1993 현재 광운대학교 전자계산학과 박사 과정
- 관심 분야 : 멀티미디어, 화상처리 시스템, 데이터베이스

**김 우 생**



- 1985 University of Texas at Austin 전산학 학사
- 1987 University of Minnesota 전산학 석사
- 1987 ~ 1988 현대 전자, Zeus Computer Co. 과장
- 1991 University of Minnesota 전산학 박사
- 1992 ~ 현재 광운대학교 전자계산학과 조교수
- 관심 분야 : 멀티미디어, 화상처리 시스템, 실시간 시스템, 객체지향 데이터베이스

● GIS s/w 개발에 관한 워크숍 ●

- 일 시 : 1995년 2월 28일(화) 08:30
- 장 소 : KOEX
- 주 관 : 한국정보과학회 데이터베이스연구회
- 문 의 : 부산대학교 컴퓨터공학과 흥봉희 교수  
T. 051-510-2424, F. 051-517-2431