

개념 기반 이미지 정보 검색 시스템 COIRS의 설계 및 구현

양 형 정[†] · 김 호 영[†] · 양 재 동^{††} · 허 대 영^{†††}

요 약

본 연구에서는 개념 기반 이미지 정보 검색 시스템 COIRS(Concept Based Image Retrieval System)를 설계하고 구현하였다. COIRS는 개념에 기반한 질의가 가능하다는 점에서 기존의 내용기반 이미지 검색 시스템들과 다르다. 즉, 사용자는 개념적으로 관련이 있는 이미지를 검색할 수 있다. 본 논문에서 개념은 기본적으로 한 이미지 내에 있는 단순 객체들의 복합 형태를 의미한다. COIRS에서 한 이미지는 대상 객체들과 그들 사이의 공간관계로 이루어지는 트리플들에 의해 표현되며, 트리플 시스템에 의해 개념이 유추된다. COIRS는 가시적 이미지 색인기, 트리플 시스템, 역화인, 사용자 질의기로 구성되어 있다. 가시적 이미지 색인기는 객체의 이름 방식을 통한 객체의 인식과 그들간의 상대적 위치를 명시함으로써 색인시 수작업을 최소화 하기 위한 도구이다. 트리플 시스템은 트리플을 분석하여 개념을 유추함으로써 궁극적으로는 이미지 전체의 의미를 추론할 수 있게 한다. 이미지를 색인할 경우와 질의를 정형화 할 때 모두 공통적으로 트리플이 사용되므로 질의의 범위는 사용자 질의어를 통해 주어진 트리플들과 역화인내의 트리플간의 부합에 의해 수행된다. COIRS의 주된 장점은 1) 기존의 이미지 정보 검색 시스템들이 색, 모양, 질감 등의 정보에 의해 검색을 수행하는데 비해 개념에 기반한 검색을 수행하므로 한 단계 더 진보된 이미지 정보 검색 시스템이며, 2) 개념에 기반한 검색 기능과 더불어 기존의 이미지 정보 검색 기술도 모두 완전한 환경안에서 수용할 수 있는 통합된 구조를 가진다는 것이다.

Design and Implementation of a COnccept-based Image Retrieval System: COIRS

Hyung-Jeong Yang[†] · Ho-Young Kim[†] · Jae-Dong Yang^{††} · Dae-Young Hur^{†††}

ABSTRACT

In this paper, we describe the design and implementation of COIRS (COnccept based Image Retrieval System). It differs from extant content-based image retrieval systems in that it enables users to query based on concepts - it allows users to get images conceptually relevant. A concept is basically an aggregation of primitive objects in an image. For such a concept based image retrieval functionality, COIRS adopts an image descriptor called triple and includes a triple thesaurus used for capturing concepts. There are four facilities in COIRS: a visual image indexer, a triple thesaurus, an inverted file, and a user query interface. The visual image indexer facilitates object labeling and the

* 본 논문은 한국전자통신연구원이 수행하는 "21세기 DBMS 기술 연구 사업"과 한국과학기술연구원 과제 "NOD(News On Demand)를 위한 내용 기반 비디오 정보 검색 시스템 개발"의 일부 결과물입니다.

† 준 회원 : 전북대학교 대학원 전산통계학과

†† 정 회원 : 전북대학교 컴퓨터학과 교수

††† 총심회원 : 한국전자통신연구원 데이터베이스연구실 실장
논문접수 : 1998년 1월 20일, 심사완료 : 1998년 9월 29일

specification of relative position of objects. It is an assistant tool designed to minimize manual work when indexing images. The thesaurus captures the concepts by analyzing triples, thereby extracting image semantics. The triples are then used for formulating queries as well as indexing images. The user query interface enables users to formulate queries in terms of triples or object icons. A query is evaluated by matching the triples of the query with an inverted file. The main advantages of COIRS are that 1) it is a higher level image retrieval system in comparison with other systems that retrieve images only by syntactical information such as colors, shape or texture, and 2) it provides an integrated framework into which extant content-based technologies can be uniformly incorporated.

1. 서론

최근 방대한 양의 이미지 정보를 포함하고 있는 전자 도서관으로부터 원하는 이미지들을 검색하고자 하는 요구가 급격히 증가하고 있다. 현재 전자 도서관에서 원하는 이미지들은 이미지와 하이퍼 링크로 연결되어 있는 관련 문서를 불린(boolean) 질의로 검색함으로써 얻어진다. 그러나 이 방법은 텍스트 위주의 검색으로 텍스트와 연결된 이미지만을 사용자가 얻을 수 있기 때문에, 사용자는 많은 시간을 텍스트와 연결된 이미지가 자신이 원하는 이미지인지 확인하는데 소비해야 하며 또 이때 검색된 텍스트와 연결된 이미지가 상이한 경우가 빈번히 발생한다.

이미지는 텍스트보다 구체적이고 일반적으로 포함하고 있는 정보가 많은 매체이다. 따라서, 하이퍼 링크에 의해 텍스트 정보에 연결되어 있는 부가 정보가 아닌 그 자체로서 의미를 지닌 정보로 취급되어야 하며, 이를 위해서는 이미지만을 위한 정보 검색 서비스가 제공되어야 한다. 현재의 검색 서비스 시스템인 Yahoo, Lycos, 또는 AltaVista 등에서 제공하는 텍스트 검색에 의한 관련 이미지의 검색 기능은 더 이상 충분하다고 볼 수 없다.

이미지 정보 검색을 위한 가장 간단한 방법은 이미지의 내용을 수동으로 기술한 주석으로 찾는 것이다. 그러나 이 방법을 적용하기에는 이미지들의 양이 너무 방대하며, 또 한 이미지조차도 수천 단어에 해당하는 의미를 내포하고 있기 때문에 이를 모두 기술한다는 것은 너무 힘든 일이다[10]. 따라서 이를 해결하기 위해 이미지 자체의 특징을 자동으로 추출하여 이를 검색과 색인의 속성으로 이용하는 내용기반 이미지 검색에 대한 연구가 필요하다.

이미지의 색인에 사용되기 위해 추출되는 이미지의 주요 특징은 색, 질감, 모양, 윤곽선, 공간 관계 등을

들 수 있으며, 이들에 대한 많은 연구가 수행되었다 [1,5,7,10]. 이 연구들은 이미지로부터 특징을 추출하여 질의에서 요구하는 속성과의 부합에 의한 검색을 지원한다. 예를 들어, Photobook[10]은 외향(appearance), 2D 형태, 질감 등에 의해 이미지를 색인하고 사용자의 질의에 부합하는 이미지를 검색하는 도구이다. 이 연구들의 단점은 사용자의 질의와 외향적으로 유사한 이미지 정보만을 검색한다는 데 있다.

이미지의 특징들 중 공간 관계는 이미지의 시멘틱을 표현하는데 사용될 수 있다는 점에서 다른 특징들과 차별화 될 수 있다. 공간 관계를 이용하여 이미지 구조를 표현한 연구들로는 [2,4,8]를 들 수 있다. 그러나 이러한 연구들에서도 공간 관계는 구조적인 정보만을 파악하는데 이용되고 있고, 의미 추출이 고려되지 않고 있기 때문에 개념 기반 질의에 대한 검색은 지원하지 못한다. 예를 들어, 한 이미지 내에 테이블이 있을 경우 이것은 주변에 무엇이 있는가에 따라 다르게 인식될 수 있다. 즉, 테이블 주변에 싱크대가 있으면 식탁이 되고, 책꽂이가 있으면 책상이 될 수 있다. 이미지에 대한 의미 분석은 행위 인식을 수반할 수도 있는데, 예를 들어, 축구 경기 이미지에서 공이 선수의 머리 위에 있으면 헤딩(heading), 발 앞에 있으면 차는 동작(kicking)이라고 인식될 수 있다.

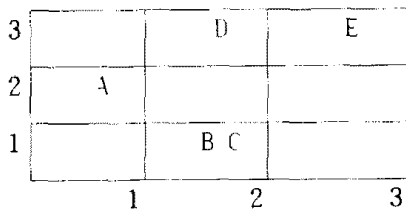
본 논문에서는 [11]에서 정형화된 정보 검색 모델을 구현한 COIRS(Content-based Image Retrieval System)을 제안한다. [11]의 모델은 이미지 내의 객체들과 그들 사이의 공간 관계를 트리플로 표현하고, 이로부터 개념 객체들을 유추해냄으로써 궁극적으로 이미지의 시멘틱을 파악할 수 있는 개념 기반 이미지 정보 검색 모델이다. COIRS는 Solaris 4.2 상에서 C++와 Motif로 구현 되었으며, 가시적 이미지 색인기, 트리플 시소러스, 역화일, 사용자 질의기를 포함한다. 가시적 이미지 색인기는 객체의 이름 명시를 통한 객체의 인

각각의 객체간의 상대적 위치를 명시함으로써 색인시 수작업을 최소화 하기 위한 도구이며, 트리플 시스러스는 트리플을 분석하여 개념을 유추함으로써 물리적인 또는 이미지 전체의 의미를 추출할 수 있게 한다. 트리플은 이미지를 색인할 경우와 질의를 정형화 할 때 모두 공통적으로 사용되며, 질의의 평가는 사용자 질의기를 통해 주어진 질의 트리플들과 역화인내의 트리플간의 부합에 의해 수행된다.

본 논문의 나머지 부분의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구를 살펴보고, 3장에서는 트리플을 이용한 이미지 데이터의 논리적 구조 표현과 색인 방법에 대해 살펴본다. 4장에서는 시스러스에 의한 개념 객체의 인식과 인식된 개념 객체와 이미지내의 다른 객체와의 공간 관계를 구하는 과정에 대해 기술한다. 5장에서는 질의 지리에 대해 기술하며, 6장에서는 본 논문에서 제안한 개념 기반 이미지 정보 검색 시스템 COIRS의 전체적인 구성도를 보인다. 마지막으로 7장에서는 결론과 향후 연구를 제시한다.

2. 관련 연구

이미지내 객체들 사이의 공간 관계를 이용한 이미지 정보 검색 연구로는 2D 스트링[4], 순서 트리플(ordered triple)[2], 기호 배열(symbolic array)[5] 등이 있다. S. K. Chang[4]에 의해 고안된 2D 스트링은 심볼화된 이미지 내의 공간 관계를 두개의 일차원 스트링 형태로 표현한다. 예를 들어, (그림 1)의 이미지는 $(A < B < C < D < E, B < C < A < D < E)$ 로 표현된다. 질의는 예제 이미지나 아이콘에 의해 주어지며, 이 이미지는 분석되어 2D 스트링의 형태로 변환되고, 이미지들에 대한 2D 스트링과의 부합에 의해 검색이 이루어진다. 그러나 2D 스트링에 기반한 검색은 질의 2D 스트링과 이미지로부터 생성된 모든 2D 스트링을 일일이 비교해야 한다는 단점이 있다.



(그림 1) 심볼화된 이미지
(Fig. 1) Symbolized image

C. C. Chang[2]은 2D 스트링의 단점을 해결하기 위해 색인 방법을 제안하고 있다. 2D 스트링은 두 개의 객체와 공간 관계를 명시하는 순서 트리플로 표현된다. 공간 관계는 북쪽에서 동북쪽까지 시계 반대 방향으로 1부터 8의 강수로 표현하고, 같은 위치에 있을 경우 9로 표현한다. 예를 들어, (그림 1)에서 A라는 객체의 동남쪽에 위치한 B는 $\langle A, B, 6 \rangle$ 의 트리플로 표현된다. 이러한 순서 트리플들은 해쉬 함수를 이용하여 역화인내로 구성되고, 트리플의 형태로 주어진 질의를 역화인내에서 검색하여 결과를 도출한다. 이 연구는 이미지 데이터를 표현하는데 트리플 구조를 이용함으로써 자료구조가 간단하면서도 객체들 사이의 공간 관계를 직설하게 표현할 수 있다는 장점과 트리플로 이미지 데이터를 색인하여 역화인내를 구성함으로써 빠른 검색을 지원한다는 장점이 있다. 그러나 검색의 대상이 단순 객체로 한정되어 객체의 의미를 고려한 검색을 지원하지 못한다는 단점이 있다.

D. Papadias[8]는 이미지 정보내의 공간 관계성을 기호 배열(symbolic array)을 이용하여 표현하고 있다. 기호 배열에 나타나는 성분은 상대적인 크기나 거리 정보를 배제한 공간 위치 정보만을 표현한다. 이 기호 배열은 하나의 색이 다른 기호 배열로 매핑되는 다단계 계층 구조를 갖는다. 이 계층 구조는 여러 단계의 추상화 레벨에서 복잡한 공간 관계를 표현하는데 사용될 수 있지만 단순히 객체들 사이의 공간 관계성만을 이용하여 복합 객체를 형성하기 때문에 객체들의 의미를 고려하여 하나의 새로운 개념으로 유추되는 개념 객체와는 다르다.

PQBE(Pictorial Query By Example)[9] 언어는 2D 스트링이나 기호 배열, 공간 술어(spatial predicate) 등으로 표현될 수 있는 배열 구조의 심볼화된 이미지를 위한 질의 언어이다. PQBE 언어는 복잡한 공간 관계가 바로 화면상에 가시적으로 표현되도록 하기 때문에 복잡한 공간 관계를 명시하기 위한 사진 직적이나 데이터베이스 언어에 익숙하지 않아도 쉽게 질의를 할 수 있다는 장점이 있다. 그러나 PQBE 언어 역시 단순 객체들만을 질의의 대상으로 하고 있다.

STARS[6]는 텍스트 기반 검색과 내용 기반 검색을 지원하는 객체 지향 멀티미디어 정보 검색 시스템이다. 이미지는 내의 객체는 수동으로 추출되어 논리적 객체와 물리적 객체로 나누어져 태입 시스템에 의해 모델링 된다. STARS에서 질의는 아이콘과 OQL의 확

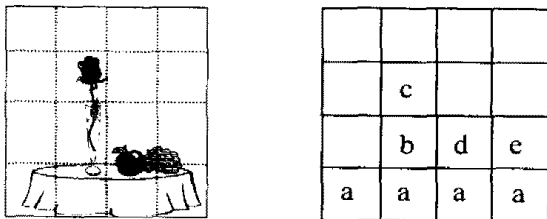
형인 MOQL(Multimedia Object Query Language)에 의해 주어진다. 이어진 질의어의 스케치 패턴에서 객체들 사이의 공간 관계를 지정할 수 있고, 공간 관계가 없는 객체의 존재 여부에 의한 검색이 MOQL에 의해 가능하다. 그러나 STARS 역시 개념을 고려하지 않고 객체 추출 시 일어나는 단순 속성에 의한 검색만을 지원함으로써 사용자의 편의를 제한하고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 이미지 검색에 관한 대부분의 연구에서는 이미지로부터 추출될 수 있는 개념을 고려하지 않고 있다. 그러나 사용자로부터 주어지는 개념적인 질의에 부합하는 이미지의 검색을 위해서는 개념 객체에 의한 검색이 지원되어야 한다. 본 논문에서는 트리플 시소러스를 이용하여 단순 객체들과 그들 사이의 공간 관계로부터 개념 객체를 구하여 이를 검색의 속성으로 이용하는 개념 기반 이미지 검색 시스템을 설계하고 구현한다.

3. 트리플 기반 이미지 데이터 색인 방식

3.1 이미지 표현 구조

본 논문에서 대상으로 하는 이미지는 각 객체에 유일한 심볼(symbol)을 할당하여 얻은 심볼화된 이미지 [3]이다. 하나의 이미지는 이미지내의 각 두개의 객체와 그들 사이의 공간 관계를 명시한 순서 트리플들의 집합으로 표현된다. 즉, 한 이미지 P는 O를 전체 객체의 집합이라 하고, 방향성들의 집합을 $D=\{east, west, south, north, southeast, southwest, northeast, northwest\}$ 이라고 할 때 트리플 $t = \langle o_i, o_j, r_{ij} \rangle$ 의 집합으로 표현 된다. 여기서 $o_i, o_j \in O$ 이고, $r_{ij} \in D$ 이다.



(그림 2) 심볼화된 이미지 p_1
(Fig. 2) Symbolized Image p_1

[예제 1] 심볼화된 이미지의 트리플 표현

(그림 2)의 이미지 p_1 은 테이블(a) 위에 병(b)이 있고, 그 위에는 꽃(c)이 있고, 병(b)의 오른쪽에는 사과

(d)가, 그 오른쪽에 포도(e)가 있는 심볼화된 이미지이다. 여기서 p_1 에 해당하는 트리플 집합은 $T_{p_1} = \{ \langle a, b, north \rangle, \langle a, c, north \rangle, \langle a, d, north \rangle, \langle a, e, north \rangle, \langle b, c, north \rangle, \langle b, d, east \rangle, \langle b, e, east \rangle, \langle c, d, south-cast \rangle, \langle c, e, southeast \rangle, \langle d, e, east \rangle \}$ 이다.

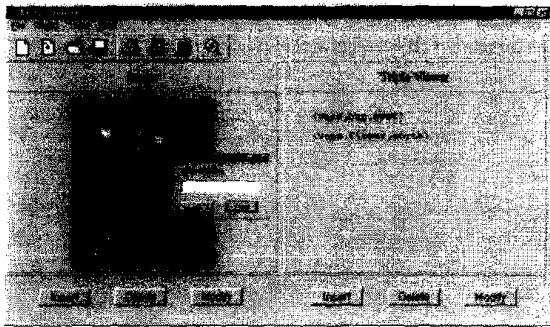
실제 이미지로부터 생성된 심볼화된 이미지는 객체의 크기에 관련 없이 하나의 객체에 하나의 심볼을 할당하는 것을 가정한다. 예를 들어, (그림 2)에서 'a'는 논리적으로 하나의 객체를 의미하므로 'a'와 'b'의 공간 관계는 'north'가 된다.

3.2 가시적 이미지 색인기

하나의 이미지로부터 심볼 이미지를 구하는 과정은 이미지 처리에 많은 영향을 받는다. 그런데 현재 뿐 아니라 앞으로도 당분간 이미지 처리 분야의 기술 수준은 사람이 인식하는 수준 정도의 이미지 인식이 매우 어렵다고 일반적으로 인식되고 있다[6]. 따라서, COIRS는 이미지 색인시 자동 객체 인식기 대신 이미지 내의 객체를 수작업으로 인식하는 경우의 작업량을 최소화하기 위한 가시적 이미지 색인기를 사용한다.

수작업에 의해 객체를 인식할 경우에 모든 이미지에 대한 객체의 인식을 사람이 수행해야 하는 부담은 있지만 반면에 현재 이미지 인식이 가장 어려운 풍경과 같은 이미지에서 하늘이나 산 바다와 같은 정형화되지 않은 형태의 객체를 인식하여 이를 바로 검색에 이용할 수 있다는 장점이 있다. 또한 수작업으로 최소한의 객체들이 인식되기만 하면 이 객체들간의 공간 관계들로부터 유도되는 개념 객체들은 자동으로 파악되기 때문에 실질적으로는 이미지에 관한 개념적인 시술이 자동으로 생성되는 것과 같은 효과를 가져온다고 볼 수 있다. 예를 들어, 한 이미지에서 축구공이 선수의 머리위에서 수작업으로 인식된다면 축구위 해딩 장면이라는 개념적 시술은 자동적으로 생성된다고 볼 수 있다.

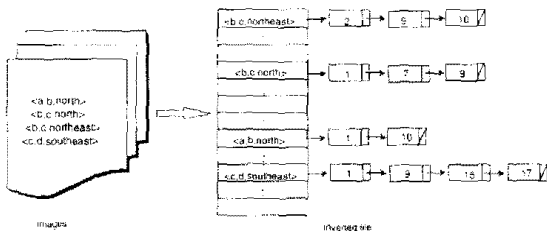
(그림 3)의 가시적 이미지 색인기는 크게 객체 명명기와 트리플 뷰어(Triple Viewer)로 구성된다. 이미지 내의 객체 인식을 위해 객체 명명기를 이용하여 사용자가 인식한 이미지내의 객체를 포인팅한 후 객체의 이름을 입력한다. 각 객체가 명명될 때마다 COIRS의 트리플 생성기는 두 객체와 그들 사이의 공간 관계를 계산하여 트리플들을 생성하며 이때 생성된 트리플들은 트리플 뷰어를 통해 보여진다.



(그림 3) 가시적 이미지 색인기
(Fig. 3) Visual Image Indexer

3.3 색인 구조

트리플 생성기를 통해 만들어진 트리플들의 집합은 COIRS의 역화일(inverted file)에 추가 된다. 역화일은 트리플과 트리플에 의해 색인된 이미지 ID들의 리스트로 이루어져 있다. COIRS에서 역화일은 UniSQL 데이터베이스를 기반으로 구축되었으며, 구조는 (그림 4)와 같다.

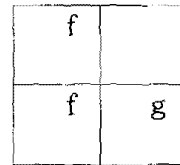


(그림 4) 역화일
(Fig. 4) Inverted File

4. 시소러스에 의한 개념 객체의 인식

텍스트 기반 정보 검색에서 일반적으로 '개념'이라는 것은 여러 하위어(Narrow Term)들 보다 좀더 포괄적인 상위어(Broad Term)를 의미한다. 예를 들어 자연은 산이나 강의 상위어가 되며 이를 개념이라고 할 수 있다[9]. 그러나 본 논문에서는 몇 개의 단순 객체들이 그들 사이의 공간 관계에 의해 의미 있는 하나의 객체로 인식될 때 이를 개념 객체라 정의한다. 그렇다면 이미지 데이터를 검색하는 경우에 기존의 연구들[1,7,10]이 공통적으로 가지는 문제점을 살펴보자. 예를 들어, 'f'를 병 위에 꽃이 있을 경우 인식되는 꽃병 개념 객체라고 하고, 'g'를 과일 개념 객체라고 했을 때, (그림 5)과 같이 질의 q가 주어졌다고 가정하자. 이

경우 기존의 연구들에서는 색인된 객체와 질의에서 주어진 객체의 부합에 의한 검색을 시도하므로 질의에서 주어진 객체 f와 g를 포함하는 이미지들의 검색을 시도할 것이다. 따라서 객체 'f'와 'g'를 포함하지 않는 (그림 2)의 이미지 p_i을 결과로 검색해 내지 못하게 된다.



(그림 5) 질의 q
(Fig. 5) An Example Query q

그러나 질의 q가 병과 꽃, 그리고 그들간의 공간 관계 north로 이루어진 꽃병(f)과 과일(g)이 east의 관계에 있는 이미지의 검색을 의미한다면, (그림 2)의 p_i은 질의 q의 결과로 반드시 검색되어야 한다. 이를 위해서는 p_i의 객체 b와 c 및 그들간의 공간 관계를 참조하여 이로부터 하나의 개념 객체 f를 인식해내는 다음과 같은 시소러스가 필요하다.

T가 이미지 데이터베이스의 실제 트리플 집합이라 할 때, 개념 객체 인식을 위한 시소러스 C는 T의 멱집합을 하나의 개념 객체로 매핑하는 다음과 같은 함수이다[11].

$$C: 2^T \rightarrow O, \text{ 즉, } C(\{t\}) = c, t \in T, c \in O \text{ 이다.}$$

[예제 2] 개념 객체

이미지 p_i에서 b와 c는 각각 병과 꽃이고, 이 두 객체는 시소러스 C를 통해 하나의 개념 객체인 꽃병으로 정의된다. 즉, C({<b, c, north>}) = f이다.

이미지 내의 객체들과 그들 사이의 공간 관계를 이용하여 개념 객체를 유추해내는 시소러스는 CFG(Context Free Grammar) 나 PDA(Push Down Automata), 또는 규칙을 이용하여 구축할 수 있다. COIRS는 그중 CFG를 이용하여 개념을 유추하는 트리플 시소러스를 구현하였다[11]. 트리플 시소러스는 Yacc을 이용하여 구현하였으며, (그림 6)은 이에 대한 실제 코드이다.

[예제 3] 개념 객체의 인식

병의 북쪽에 꽃이 있는 트리플 <vase, flower, north>

```

%token NORTH,SOUTH,SWEST,EAST,NORTHEAST,NORTHWEST,SOUTHEAST,SOUTHWEST
%token TABLE,VASE,FLOWER,APPLE,GRAPE,ORANGE
%token AND,OR
%%
Concept Object : Flower vase { add_cobject("flower_vase"); }
                Fruits      { add_cobject("fruits"); }
                Still life   { add_cobject("still_life"); }
                ;
Flower vase : " VASE " FLOWER " NORTH " >
                ;
Fruits : " Fruits " Fruits " Location " >
                ;
Still life : " Flower_vase " Fruits " Side_below " >
            AND " TABLE " Fruits " NORTH " >
            AND " TABLE " Flower_vase " NORTH " >
                ;
Fruit : APPLE | GRAPE | ORANGE
                ;
Location : NORTH | SOUTH | WEST | EAST
            | NORTHWEST | NORTHEAST | SOUTHWEST | SOUTHEAST
                ;
Side_below : WEST | EAST | SOUTHWEST | SOUTHEAST | SOUTH
                ;
    
```

(그림 6) 트리플 시소러스의 실제 코드
(Fig. 6) Yacc Code of Triple Thesaurus

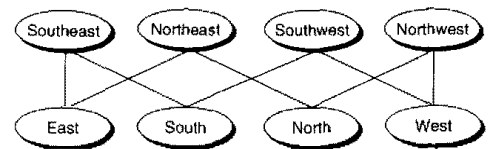
가 주어지면 (그림 6)의 트리플 시소러스에 의해 개념 객체 '꽃병(flower_vase)'으로 인식된다. 이렇게 생성된 개념 객체 $C(\langle b, c, north \rangle) = f$ 를 구성하는 부분 객체 $comp(f)$ 는 $comp(f) = \{b, c\}$ 이다.

개념 객체를 인식하기 위해 Yacc에 의해 구현된 트리플 시소러스는 응용 도메인에 따라 도메인 전문가에 의해 작성된다. 따라서 응용 도메인이 바뀌면 이를 위한 트리플 시소러스가 필요하게 된다. 이때, 시소러스 구축의 편리성을 위해 시소러스 편집기가 필요한데, 본 논문에서는 이를 향후 연구로 남긴다.

트리플 시소러스에 의해 도출된 개념 객체들은 다른 기본 객체들과 동일하게 취급되며, 하나의 객체로서 이미지 내의 다른 객체들과 공간 관계가 새로이 결정되면 해당 트리플이 생성되며, 이 트리플들은 역화일에 추가된다. 이를 위해서는 다음과 같이 방향들간의 순서 관계 정의가 선행되어야 한다.

개념 객체 c 의 부분 객체 $o, o' \in comp(c)$ 와 이미지내의 또 다른 객체 $\forall o_j (o_j \in O_p \wedge o_j \notin comp(c))$ 에 대해, $\langle o, o_j, r \rangle, \langle o', o_j, r' \rangle \in T_p$ 일때, (그림 7)의 $r, r' \in D$ 에 대해 r 이 r' 와 같거나 위이면 r 이 r' 를 포함한다(subsume)고 하고 $r \geq r'$ 로 표기한다[11].

개념 객체와 다른 객체들과의 공간 관계를 $GLB/$



(그림 7) 방향들간의 순서관계
(Fig. 7) Ordering between Directions

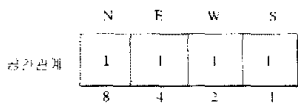
LUB에 의해 결정하여 새로운 트리플을 생성하기 위한 NEW_TRIPLES() 함수는 알고리즘 1과 같다. 개념 객체-방향집합 R_{ij} 는 이미지내의 한 개념 객체를 구성하는 모든 부분 객체들과 그 이미지내의 한 다른 객체와의 공간 관계들의 집합으로, 알고리즘 1에서 DIR_COMP()에 의해 구한다.

(알고리즘 1) NEW_TRIPLES

```

입력 : 개념 객체  $c_i \in O_p, o_j \in O_p \wedge o_j \notin comp(c_i)$ 
출력 : 새로운 트리플
NEW_TRIPLES( $c_i, o_j$ )
Begin
 $R_{ij} = DIR\_COMP(c_i)$ 
if  $GLB(R_{ij})$  exists then
    return ( $c_i, o_j, GLB(R_{ij})$ )
else if  $LUB(R_{ij})$  exists then
    return ( $c_i, o_j, LUB(R_{ij})$ )
return NULL
End.
    
```

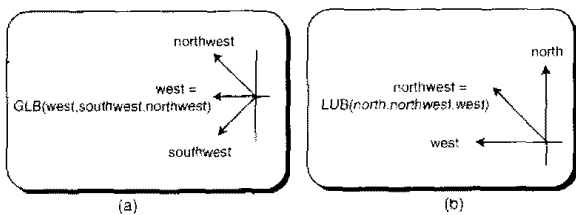
COIRS에서 공간 관계는 (그림 8)과 같이 4 비트로 표현되며 각 비트의 'AND'와 'OR' 연산에 의해 GLB/LUB가 구해진다. 즉, 알고리즘 1에 따라 두 공간 관계의 'AND' 연산으로 GLB를 구해봐서 GLB≠0이면 이 결과가 두 객체 사이의 공간 관계가 되고, GLB=0이면 GLB가 존재하지 않으므로 각 비트의 'OR' 연산으로 구한 LUB가 두 객체의 공간 관계가 된다.



(그림 8) 공간관계의 내부 표현
(Fig. 8) 4 Bits for Spatial Relationship

[예제 4] GLB/LUB에 의한 방향성

(그림 9)의 (a)와 같이 객체들 사이의 개념 객체-방향 집합 R={northwest, west, southwest}라 할 때 이들을 4 비트로 표현하면 R={1010,0010,0011}로 표현된다. 방향성을 결정하기 위해서 GLB를 구하면 AND(1010,0010,0011)=0010이 되며 이것은 west를 의미한다. (b)에서 R={north, northwest, west}는 4 비트로 표기하면 R={1000,1010,0010}이며, 먼저 GLB를 구하여보면 AND(1000,1010,0010)=0000이 되어 GLB가 존재하지 않으므로 LUB를 구한다. LUB는 OR(1000,1010,0010)=1010로 두 객체사이의 공간 관계는 northwest가 된다.



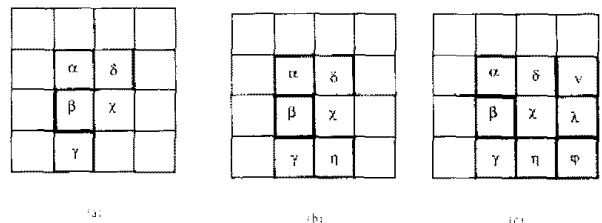
(그림 9) GLB 와 LUB의 예
(Fig. 9) Examples for GLB and LUB

[예제 5] 두 객체 사이의 방향성

이미지 p1에서 개념 객체 '꽃병(f)'과 객체 '사과(d)'와의 공간 관계가 결정되는 과정을 살펴보면, DIR_COMP()에 의해 f의 부분 객체 comp(f) = {b, c}와 'd'의 개념객체 방향집합 R = {east, southeast}이 구해진다. 여기에서 4비트로 표현하면 east = 0100 이고,

southeast = 0101 이므로 GLB(east, southeast) = AND(0100, 0101) = 0100, 즉 east가 된다. 이 공간 관계 정보는 f와 d의 공간 관계를 east라고도, southeast라고도 할 수 있다는 것을 의미하므로 공통의 방향성 r=GLB(R)-east가 f와 d간의 공간 관계로 결정된다. 이는 b, c가 하나의 개념 객체 f로 인식된다면, 꽃병(f)의 동쪽(east)에 사과(d)가 존재함을 의미한다. 따라서 <f, d, east> 가 트리플 집합에 추가 되고, 같은 방법으로 <a, f, north>, <f, d, east>, <f, c, east> 등의 트리플들이 생성되어 트리플 집합에 추가된다.

개념 객체와 다른 객체 사이의 공간 관계들 사이에 GLB와 LUB가 모두 존재하지 않을 경우는 두 객체의 공간 관계를 8방향중의 하나로 결정할 수 없음을 의미한다. 예를 들어, (그림 10)의 (a)에서 α, β, δ, γ가 그들 사이의 공간 관계에 의해 하나의 개념 객체 θ로 인식되면, 해당 트리플을 생성하기 위해 객체와의 공간 관계를 구하게 되는데, 이때 개념객체 방향집합 R={southeast, east, south, northeast}의 GLB와 LUB는 존재하지 않는다. 실제로 이것은 사람의 직관으로도 θ와 χ의 공간 관계를 southeast, 혹은 east 라고 한 방향으로 정확히 인식 할 수 없음을 의미한다.



(그림 10) 공간 관계를 결정할 수 없는 예
(Fig. 10) Examples for Unspecified Spatial Relationships

(그림 10)의 (b)와 (c)도 비슷한 경우들을 보이고 있는데, 이러한 관계는 특히, 둘러싸고 있는 관계나 겹침 관계등에서 나타난다. 이와 같이 두 객체사이의 공간 관계를 8방향중의 하나로 결정할 수 없는 경우는 트리플이 생성되지 않는다. 특정한 방향성을 결정하기 어려운 공간관계의 정확한 처리를 본 이버지 처리기는 다루지 못하고 있는데, 이를 위한 확장 작업은 향후 연구 과제로 남기도록 한다.

COIRS에서는 하나의 이미지 전체에 대한 시멘틱을 추출할 수도 있다. 예를 들어, 테이블(a) 북쪽에 꽃병(f)과 과일(g)이 있고, 꽃병(g) 동쪽에 과일(g)이 있는

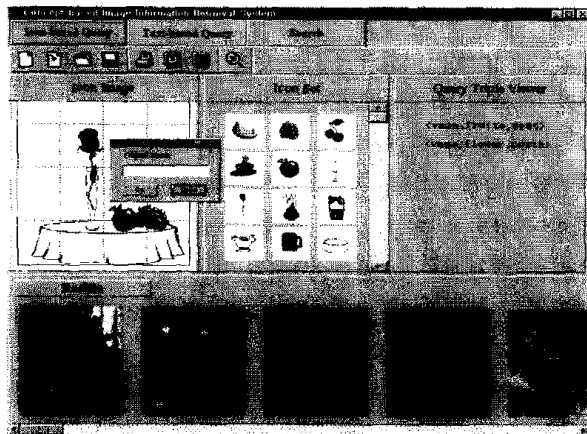
이러한 정물화(b)로 C(a, f, north), (a, g, north), (f, g, east) - b를 정의할 수 있다. 이를 이용하면 방대한 양의 이미지를 주제별로 분류하고자 할 경우 유용하게 사용될 수 있다.

5. 개념 기반 질의 처리

COIRS에서 질의는 아이콘 기반 질의와 텍스트 기반 질의로 나누어지며 이미지를 색인할 경우와 질의를 실행화 할 때 모두 트리플이 공통적으로 사용되므로 질의에서 주어진 트리플들과 역화일내의 트리플간의 부합에 의해 질의에 대한 평가가 수행된다.

5.1 아이콘 기반 질의

아이콘 기반 질의기는 PQBE 언어[9]와 같이 사용자가 특별히 공간 관계를 명시하기 위한 질의어를 습득하지 않아도 되는 가시적 질의기이다. 따라서 이미지를 검색하기 위한 질의는 사용자의 직관에 의해 쉽게 이루어진다. 아이콘에 의한 질의는 시스템에서 제공하는 아이콘을 캔버스에 배치함으로써 이루어진다. 아이콘의 배치는 두가지 방법으로 이루어진다. 먼저 간단한 방법으로 시스템에서 제공하는 아이콘 집합으로부터 끌어다 배치하거나 또 다른 방법으로는 캔버스 상에서 아이콘 위치를 선택하면 활성화되는 객체 이름 입력 대화창에 객체 이름을 명시함으로써 해당 아이콘이 배치된다. 시스템에서 제공하는 아이콘은 최대 30개씩 각 도메인에 따라 분류되어 저장된다. 아이콘을 배치할 때마다 질의 분석기에 의해 생성된 트리플이 트리플 뷰어를 통해 보여진다.



(그림 11) 아이콘 기반 질의기
(Fig. 11) Icon-based Query Interface

(그림 11)과 같이 아이콘 기반 질의기에 의해 배치된 아이콘들은 질의 처리기에 의해 해당 트리플들로 변환되고, 알고리즘 2에 의해 역화일과 부합되어 이미지가 검색된다. 즉, 'AND'나 'OR' 관계의 질의 트리플은 GET_TOKEN()에 의해 분석되어 트리플일 경우 INVERTED_F()로부터 부합되는 이미지의 ID를 구하여 ID_stack에 보관하고, 연산자일 경우 OP_stack에 보관하여, 마지막으로 'AND'나 'OR'의 OPERATION()에 의해 연산된 결과 이미지 ID를 구한다.

(알고리즘 2) RETRIEVE_IMAGES

```

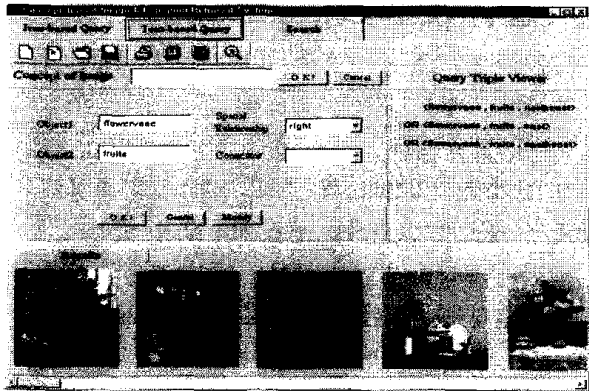
입력: Query Triples
출력: Image Ids
RETRIEVE_IMAGES(query_triples)
Begin
  while(query_triples!=EOF)
  Begin
    token=GET_TOKEN(query_triples)
    if token==triple then
      IDs=INVERTED_F(token)
      PUSH(ID_stack, Ids)
    else PUSH(OP_stack,token)
  End
  result_ids = OPERATION(ID_stack, OP_stack)
  return result_ids
End
    
```

사용자가 검색을 원하는 객체의 이름을 직접 명시할 경우 입력한 질의 객체는 자연어이기 때문에 여러 유사어로서 입력될 수 있고, 색인 객체들과 일치하지 않을 수 있다. 이 문제를 해결하기 위해 COIRS는 기존의 텍스트 기반 정보 검색에서 단어사이의 상위어/하위어나 유사어, 반의어 등에 의해 유사한 문서를 검색하는데 사용되었던 시소러스[12]를 사용한다. 즉, 사용자가 입력한 객체의 이름이 아이콘 집합내의 한 아이콘 이름과 일치하면 해당 아이콘이 사용자가 포인팅한 위치에 나타나지만 사용자가 입력한 객체가 아이콘 집합에 없을 경우 텍스트 기반 시소러스에 의해 유사어나 상위어에 해당하는 아이콘 집합내의 객체로 변환된다.

5.2 텍스트 기반 질의

텍스트 기반 질의기에서 사용자는 객체들과 그들 사이의 공간 관계를 입력함으로써 이미지를 검색한다. 공간 관계는 동서남북등의 8방향과 오른쪽, 왼쪽, 위, 아래, 옆 등을 선택할 수 있고, 객체를 입력하고 공간 관계를 명시함에 따라 트리플 뷰어를 통해 생성되는 트리플들을 확인할 수 있다. 만약 공간 관계가 오른쪽,

위쪽, 위, 아래, 옆 중의 하나로 명시된다면 이 질의는 질의 분석기에 의해 능동한 의미를 갖는 트리플들의 논리적 조합으로 변환된다. 예를 들어, (그림 12)와 같이 꽃병과 과일 의 공간 관계가 '오른쪽(right)'이라면 이 질의는 'east, southeast, northeast'의 공간 관계를 각각 포함하는 세개의 'or' 관계의 트리플들의 조합으로 변환된다. 질의기를 통해 입력된 트리플들은 알고리즘 2에 따라 분석되어 검색을 수행한다. COIRS는 기존의 공간 관계에 의한 검색 시스템에서 대부분 지원하는 8방향의 공간 관계 외에도 오른쪽, 왼쪽, 위, 아래, 옆 등의 공간 관계를 지원함으로써 개념 객체에 의한 질의 뿐만 아니라 공간 관계도 인간의 직관에 보다 근접하게 표현할 수 있는 장점이 있다.



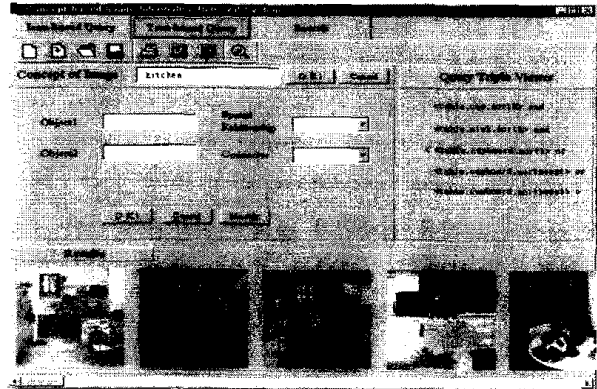
(그림 12) 텍스트 기반 질의기
(Fig. 12) Text-based Query Interface

공간 관계를 명시하지 않은 질의가 입력될 수도 있는데 이것은 객체의 존재 여부를 묻는 질의로 해석된다. 예를 들어, 이미지 내에 공간 관계에는 상관없이 '꽃'과 '과일'이 존재하는 이미지들을 검색하고 싶다면 사용자는 '꽃'과 '과일'만을 명시하고 공간 관계를 명시하지 않으면 된다. 이렇게 입력된 질의는 <꽃, 과일, north>, <꽃, 과일, northeast> 등의 8방향의 공간 관계로 이루어진 8개의 'or' 관계의 트리플들의 조합으로 변환된다.

COIRS는 트리플 시소러스에 의해 이미지 자체에 대한 시멘틱도 파악하고 있기 때문에 이미지를 대표하는 하나의 개념에 의한 질의도 가능하다. 예를 들어, 정물화(still life)를 검색하고자 할 때 'Concept of Image' 항목에 'still_life'라는 질의를 입력할 수 있다. 'still_life'라는 개념은 이미지 색인시 트리플 시소러스에 의해 이미지를 대표하는 개념으로 유추되어 역화일에 저장되어 있으므로 질의와 역화일과의 부합에 의해 해당하는 이미지들이

검색된다. 트리플 뷰어에서는 'still_life'를 구성하고 있는 트리플들을 보여줌으로써 정보 검색 시스템의 중요한 기능인 질의 결과 설명 기능을 일부 지원하고 있다.

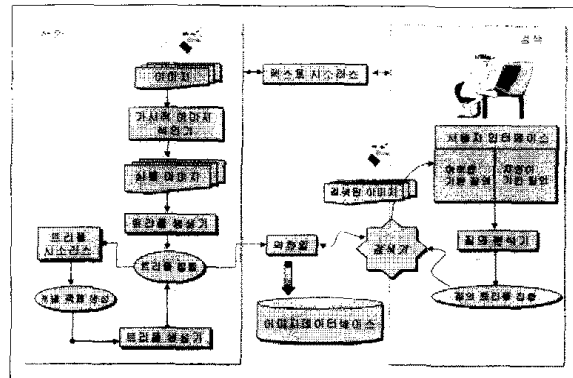
COIRS는 반 자동에 의해 이미지들이 색인되기 때문에 이미지 객체들을 자동으로 인식하는 경우와는 달리, 구조가 복잡한 이미지들에 대해서도 광범위하게 적용될 수가 있는 것이 큰 장점이다. 예를 들어, 인테리어 분야에서 사용자가 '주방' 인테리어 이미지를 검색하고자 할 때 이미지내에 포함되어야 하는 객체를 모두 나열하기 보다는 (그림 13)과 같이 질의를 'Concept of Image' 항목에 'kitchen'이라고 입력함으로써 'kitchen' 인테리어 이미지를 검색할 수 있다.



(그림 13) 주방 인테리어 이미지
(Fig. 13) Kitchen Interior Images

6. 시스템 구성도

개념 기반 이미지 검색 시스템 COIRS는 Solaris 2.5.1 상에서 C 언어와 lex, yacc, 한글 Motif 2.0로 구현 되었으며, 전체적인 구성도는 (그림 14)와 같다.



(그림 14) COIRS의 시스템 구성도
(Fig. 14) System Architecture of COIRS

COIRS는 크게 색인 부분과 검색 부분으로 나누어진다. 색인 부분은 이미지를 구별할 수 있는 색인 객체를 추출하고 트리플을 생성하는 부분으로 가시적 이미지 색인기와 트리플 생성기, 트리플 시소러스로 구성되어 있다. 먼저 가시적 이미지 색인기의 객체 명명기를 통해 이미지를 색인할 수 있는 객체들이 추출되면 트리플 생성기가 인식된 객체들과 그들 사이의 공간 관계에 의해 트리플들을 생성하여 트리플 집합을 형성한다. 트리플 시소러스는 객체들과 그들 사이의 공간관계를 참조하여 트리플들로부터 개념 객체를 인식해내고 개념 객체와 다른 객체와의 공간 관계를 트리플 생성기가 결정하여 생성된 새로운 트리플들을 트리플 집합에 추가한다. 트리플 생성기에 의해 생성된 모든 트리플들은 역화일에 추가되어 검색에 이용된다.

검색 부분은 아이콘 기반 질의기와 텍스트 기반 질의기, 질의분석기, 검색기 등으로 구성된다. 먼저 사용자로부터 주어진 아이콘 기반이나 텍스트 기반의 질의는 질의 분석기에 의해 분석되어 질의 트리플 집합으로 생성되고 이를 검색기가 질의 트리플과 역화일 내의 트리플과의 부합을 수행하여 이미지 데이터베이스로부터 해당하는 이미지를 구하여 검색 결과로 보여준다.

COIRS의 구현은 두 가지 방법으로 이루어질 수 있다. 첫번째 방법은 사용자 질의에 개념 객체를 포함한 트리플이 주어지면 이를 시소러스를 이용하여 이미지에서 색인된 기본 트리플들로 변환하여 역화일내의 트리플과 부합을 통해 검색하는 것으로 top-down 방식이다. 두번째 방법은 이미지들로부터 색인된 기본 트리플들을 시소러스를 이용하여 모든 가능한 개념 객체를 구한 뒤 이들을 위한 트리플들을 생성하여 역화일내에 추가한 후 이를 검색에 이용하는 것으로 bottom-up 방식이다. COIRS는 두번째의 bottom-up 방법을 사용하였는데 그 이유는 미리 개념 객체들에 대해 선행 처리를 수행함으로써 사용자 질의에 대해 질의 재형성 과정에서 질의 반응 시간이 지연되는 첫번째 방법의 단점을 보완 할 수 있기 때문이다.

7. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 이미지 내에 존재하는 객체들과 그들 사이의 공간 관계성을 트리플로 표현하고 이들로부터 개념을 추출하여 검색의 속성으로 이용하는 개념기반 이미지 정보 검색 시스템 COIRS(CONcept-based

Image Retrieval System)의 설계 및 구현을 보였다. 개념 객체는 이미지내의 단순 객체들의 복합 형태로서 객체들과 그들 사이의 공간 관계성으로부터 트리플 시소러스에 의해 인식된다. 따라서 COIRS는 이미지 내 객체들 간의 공간 관계가 매우 중요한 의미를 지닌 응용 영역에 적합하다. 현재 COIRS를 이용하여 공간 관계가 검색의 중요 요소인 인테리어 이미지와 스포츠 이미지 응용 영역에서 개념 객체를 인식해 내고, 이를 검색에 이용하는 실험을 수행중이다.

COIRS는 기존의 이미지 정보 검색 시스템들이 단순히 색, 모양, 질감 등의 구조적인 정보에 의한 검색을 지원하는 반면에 단순 객체들로부터 개념 객체를 유추하여 이를 기반으로한 검색을 수행하므로 한단계 더 진보된 이미지 정보 검색 시스템이라고 할 수 있다. 또한 COIRS는 기존의 검색 시스템들이 제공하는 색, 모양, 질감 등의 내용에 기반한 검색 기술을 쉽게 통합 할 수 있는 구조를 제공한다는 장점이 있다. 예를 들어, 꽃병 옆에 과일이 있는 이미지들을 검색하기 위한 질의에서 꽃병의 색, 모양, 질감 등의 속성을 지정할 수 있도록 COIRS를 쉽게 확장할 수 있다.

그러나 트리플 기반의 색인은 구성 객체 각각의 구조를 기술하는데 있어 의미적 표현력이 약하다는 단점이 있다. 즉, 공간관계를 표현하는데 3차원의 공간관계를 표현할 수 없고, 크기 정보나 거리 정보를 포함하지 않으므로 사용자의 검색 요구에 완전히 부합하지 못한다. 따라서 3차원 공간 관계와 크기 정보, 거리 정보 표현에 관한 연구가 향후 연구로 수행되어야 한다. 또한 응용 도메인에 따라 적절한 시소러스를 구축하기 위한 시소러스 편집기의 개발이 향후 연구로 수행되어야 한다.

참 고 문 헌

- [1] Y. A. Aslandogan, C. Thier, C. T. Yu, C. Liu, and K. R. Nair, "Design, Implementation and Evaluation of SCORE(a System for Content based Retrieval of pictures)," Proceedings of the 11th international conference on Data Engineering, pp.280-287, 1995.
- [2] C. C. Chang and S. Y. Lee, "Retrieval of Similar Pictures on Pictorial Databases," Pattern Recognition, pp.675-680, 1991.

[3] C. C. Chang, "Spatial Match Retrieval of Symbolic Pictures," *Journal of Information Science and Engineering*, Vol.7, pp.405-422, 1991.

[4] S. K. Chang, Q. Y. Shi and C.W. Yan, "Iconic indexing by 2D string," *IEEE Transaction. Pattern Analysis*, pp.413-428, March, 1987.

[5] J. M. Corridoni, A. D. Bimbo, S. D. Magistris, "Querying and Retrieving Pictorial Data Using Semantics Induced by Colour Quality and Arrangement," *Proceedings of the Int. Conference on Multimedia Computing and Systems, Hiroshima, Japan*, pp.219-222, June, 1996.

[6] John Z. Li and M. Tamer Ozsu, "STARS: A spatial Attributes Retrieval System for Images and Videos," *Proceedings of the 4th International Conference on Multimedia Modeling(MMM'97)*, Singapore, November 1997.

[7] A. Ono, M. Amano, M. Hakaridani, T. Satou, M. Sakauchi, "A flexible Content-based Image Retrieval System with Combined Scene Description Keyword," *Proceeding of Multimedia 96*, pp.201-208, 1996.

[8] D. Papadias and T. Sellis, "Spatial Reasoning Using Symbolic Arrays," *Proceeding of Int. Conference GIS-From Space to Territory Theories and Method of Spatio Temporal Reasoning in Geographic Space*, Pisa, Italy, 1992.

[9] D. Papadias and T. Sellis, "A Pictorial Query-By-Example Language," *the Journal of Visual Language and Computing, Special Issue on Visual Query Systems*, March 1995.

[10] A. Pentland, R. W. Picard, S. Scaroff, "Photo book: Tools for Content-based Manipulation of Image Databases," *International Journal of Computer Vision*, 1996.

[11] 양형정, 양재동, 이윤준, 허대영, "트리플 기반 이미지 색인을 이용한 개념 기반 이미지 검색," *한국 정보 과학회 논문지*, Vol.25, No.3, pp.478-498, 1998.

[12] 최재훈, 한종진, 박종진, 양재동, "구조적인 시소러스 구축을 지원하는 객체 기반 정보 검색 모델," *한국 정보 과학회 논문지*, Vol.24, No.11, pp.1244-1256, 1997.



양형정

e-mail : hjyang@ozzy.chonbuk.ac.kr
 1991년 전북대학교 전산통계학과 졸업(학사)
 1993년 전북대학교 대학원 전산통계학과(이학석사)
 1998년 8월 전북대학교 대학원 전산통계학과(이학박사)

관심분야 : OODBs, 이미지 정보 검색



김호영

e-mail : hvkim@ozzy.chonbuk.ac.kr
 1997년 전북대학교 컴퓨터과학과(학사)
 1998년 현재 전북대학교 전산통계학과 석사과정

관심분야 : OODBs, 이미지 정보 검색



양재동

e-mail : jdyang@jiri.chonbuk.ac.kr
 1983년 2월 서울대학교 전자계산기공학과(학사)
 1985년 2월 한국과학기술원 전자계산학과(석사)
 1991년 2월 한국과학기술원 전자계산학과(박사)

1995년 1월~1996년 1월 Univ. of Florida, Visiting Scholar.
 1998년~현재 전북대학교 컴퓨터과학과 부교수, 영상 정보 신기술 연구소 연구원

관심분야 : OODBs, Expert System, CASE, 정보검색

허대영

e-mail : hdy@dbserver.etri.co.kr
 1982년 숭실대학교 전자계산학과 졸업
 1991년 전자계산조직응용 기술사
 1982년~현재 한국전자통신연구원, 데이터베이스연구실장, 책임연구원, 데이터베이스서비스시스템 개발 사업책임자

관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 실시간 데이터베이스