

# 효율적인 유사 시각질의 처리

## An Efficient Processing Technique for Similarity based Visual Queries

황 준\*  
Jun Hwang

### 요 약

시각정보검색 분야는 공간색인기법의 대표적인 응용분야중 하나이다. 하지만 대부분의 유사 시각질의 처리기법들은 질의처리에 있어서 어떠한 종류의 시각 정보들을 추출하여 어떻게 실행 가능한 내부질의 형태로 변환하는지의 문제와 내부질의의 수행에 있어서 어떻게 기존의 색인기법들을 효과적으로 이용할 수 있는지에 대한 설명이 명확하지 않다. 따라서 본 논문에서는 시각 심리학에 기초한 시각질의로부터의 시각정보 추출과 내부질의 형태로의 변환기법을 제시한다. 또한 위상학적 공간관계에 대한 연구를 기반으로 하여 유사 시각질의를 위한 내부질의의 형태와 이를 효과적으로 수행할 수 있는 공간 색인모델을 제안한다.

### Abstract

Visual information retrieval and image databases are very important applications of spatial access methods. The queries for these applications are visual and based not on exact match but on subjective similarity. The individual operations of spatial access methods are much more expensive than those of conventional one-dimensional access methods. Also, because the visual queries are much more complex than textual queries, an efficient processing technique for visual queries is one of the critical requirements in the development of large and scalable image databases. Therefore, efficient translation and execution for the complex visual queries are not less important than those of textual databases. In this paper, we introduce our cognitive and topological studies that are required to process subjective visual queries effectively. Then, we propose an efficient translation and execution techniques for similarity based visual queries by conducting these related studies.

## 1. 서 론

최근 들어 색(color), 질감(texture), 모양(shape) 등의 이미지 내용(image contents)에 기반한 유사성 질의(similarity query)를 지원해 주는 시각 정보 시스템(visual information system)들이 등장하고 있다. 예를 들어 Illustra Object-Relational DBMS[15] 및 이를 기반으로 개발된 Informix 시스템은 이미지 데이터를 처리해 주는 라이브러리들을 제공하고 있으며, IBM의 QBIC 기술 및 Ultimedia Manager

는 질의를 이미지 및 비디오로 할 수 있게 해 준다. 이들 상업적인 제품들 및 현재 연구되어지는 시각 정보 검색 기술의 방향은 질의의 이미지와 저장 이미지의 정확한 일치에 의한 검색이 아닌 유사(similarity)에 의한 검색 또는 근사(approximate) 검색이 일반적으로 이용되고 있다.

사람이 물체를 시각적으로 획득하는 방법을 잠시 살펴보면, 개개인의 관심사(interest), 경험(experience), 그리고 획득 배경(perceptual context) 등이 공간 획득(spatial perception)에 영향을 미치며, 이는 사람의 장기 기억장소(long-term memory)에 왜곡된 시각정보를 저장하게 되는 원인이 된다[10]. 사람의 멘탈 이미지(mental image)들은 사람의 장기 기억장소의 시각 정보를 근거로 생성되는 이미지들이

위의 논문은 서울여자대학교 1999년도 교내연구비로 쓰여진 논문입니다.

\* 종신회원 : 서울여자대학교 컴퓨터학과 교수  
(hjuns@swu.ac.kr)

므로, 앞서 언급한 왜곡된 시각 정보는 결국 멘탈 이미지를 주관적(subjective)이고, 모호(ambiguous)하고, 실세계의 이미지와 다른 형태가 되게 하는 원인이 된다[7]. 이에 대해 Amarnath Gupta와 Ramesh Jain[5]는 "시각질의(visual query)의 최우선 작업은 특정 화상이나 비디오 이미지에 대한 사용자의 멘탈 이미지를 획득하는 것이다" 라고 말했다. 왜곡된 획득(perceptual distortion)은 결국 사람의 시각 질의에 영향을 미친다. 이러한 주관적인 왜곡 현상들을 이미지 데이터 베이스 및 시각 정보 검색시스템에서 적절히 처리하는 것은 매우 어려운 일인 동시에 중요한 일이기도 하다.

즉, 사용자의 멘탈 이미지를 획득하기 위해서는 그의 시각 심리적인 요소를 처리해 주어야 한다. 심리학에서 연구된 사람의 시각 정보 획득, 인식, 유사성 측정 방법 등은 시각 질의 처리상에서 일어나는 여러 문제들에 대한 효과적인 대안을 제시해 줄 수 있다.

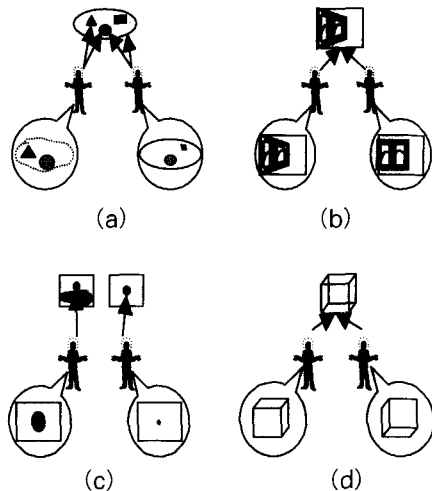
시각질의는 질의 이미지에 대한 효율적인 처리를 필요로 한다. 이미지에 의한 질의는 문자에 의한 질의에 비해 많은 정보를 포함한다. 따라서, 이미지 질의의 처리는 내부적으로 매우 복잡한 질의처리를 필요로 한다. 질의 이미지를 처리 가능한 내부 형태로 변환하는 질의변환과 효과적인 질의 수행은 대량화되는 시각정보에 대한 복잡한 이미지 질의의 처리에 있어서 매우 중요한 부분이다.

본 논문에서는 시각 심리학을 기반으로 하여 복잡한 이미지를 효과적으로 변환하고 처리하는 방법에 대하여 논한다. 2장에서는 인간의 시각정보 시스템, 멘탈 이미지의 구성요소, 시각 질의의 구성요소들을 소개하고 기존에 연구된 이미지 검색기법들을 요약한다. 3장에서는 본 논문에서 제안하는 효과적인 질의 변환과 처리기법에 대하여 설명한다. 4장에서는 사용자가 질의 이미지를 직접 구성하지 않고 이미 존재하는 실제 이미지 중에서 선택한 경우를 다룬다. 5장에서는 전통적인 feeding forward를 응용한 다단계 유사 질의 처리에 대하여 논하며 6장에서는 추후 연구방향의 제시와 함께 결론을 맺는다.

## 2. 연구 배경

### 2.1 정신세계에서의 시각

앞서 언급한 바와 같이 Amarnath Gupta와 Ramesh Jain[5]는 "시각질의(visual query)의 최우선 작업은 특정 화상이나 비디오 이미지에 대한 사용자의 멘탈 이미지를 획득하는 것이다" 라고 말했다. 하지만 시각질의에 앞서 우리가 특히 고려해야 할 부분은 사람의 시각 정보 획득 및 처리 방법과 그 과정에서 발생할 수 있는 주관적 왜곡 현상이다. 유사 이미지(similarity image) 검색에 대한 질의는 사용자의 멘탈 이미지로 부터 나온다. 그러나, 사용자의 멘탈 이미지는 실세계에서의 이미지나 경관과는 정확히 같지 않다는 것이 일반적으로 알려진 심리적 현상, 사실, 그리고 실험에서 설명되어지고 있다. 임의 사물은 인간의 주관적인 시각정보 획득 과정에서 왜곡되어져서 장기 기억 장소에 저장된다[10]. 사용자의 멘탈 이미지는 장



(그림 1) 사람 주관에 따른 공간 사물 획득의 예:

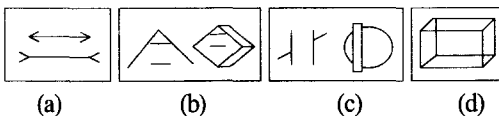
- a) 개인의 관심사에 따른 획득,
- b) 개인의 경험에 따른 획득:모양 항시성,
- c) 배경에 따른 획득:달 착시현상,
- d) 획득유류에 따른 획득:다중안정성 오류

기 기억장소에 저장된 시각정보로 구성되므로, 시각정보 획득 과정에서 발생한 왜곡들은 멘탈 이미지를 거쳐 시각 질의에까지 전파된다[10][5]. 따라서, 인간의 시각정보 획득에 대한 이해는 시각 질의를 이해하고 효과적으로 처리하는데 많은 도움이 된다.

사람이 시각 정보를 획득한다는 의미는 실제 이미지를 부호화(encode)해서 객체에 대한 주관적인 표현(representation)을 생성하는 것이라고 말할 수 있다. 이 때 그 사람의 관심사(interests) 경험적인 요소(experiences), 배경(context)등 많은 요소들이 사람의 시각정보 획득 과정에 영향을 미치게 된다. 그림 1은 사람의 시각 정보 획득 과정에서 발생할 수 있는 왜곡의 예들을 보여주고 있다. Schiffman과 Greist-Bousquet[10]은 아래와 같이 일반적인 시각 정보 획득 과정의 왜곡 현상들을 설명하였다.

- 밝기 항시성(lightness constancy)
- 크기 항시성(size constancy)
- 모양 항시성(shape constancy)
- 트랜잭셔널리즘(transactionalism)/Ames 착시현상
- 달 착시현상(moon illusion)
- 기하학적 착시현상(visual geometric illusion)
- 다중안정성 객체(multistable figures)

일단 사람이 실세계의 시각 객체를 획득한 후에는 사람의 멘탈 이미지 시스템(mental image system)이 표현된 객체(주관적인 오류가 포함되어 있음)를 장기 기억장소에 저장한다. 즉, 사람의 멘탈



(그림 2) 기하학적 착시 현상과 다중안정성 객체의 예:  
a) Muller-Lyer 착시, b) Ponzo 착시,  
c) Poggendorff 착시, d) Ambiguous (multistable) figure

이미지 시스템은 이러한 객체 표현들을 이용하여 멘탈 이미지를 생성(generate)하고, 이를 유지 관리(maintain)하고, 읽고(scan), 변형(transform)한다. 인간의 멘탈 이미지 시스템 구성요소에 대한 Ochsner와 Kosslyn[7]의 설명은 다음과 같다.

- (1) 장기 기억 장소(long term memory) : 시각 객체의 표현(representation)들을 저장함
- (2) 전면 외피(frontal cortex) : 장기 기억장소로부터 객체 표현을 검색해서 이를 멘탈 이미지를 표현하기 위한 스크린 역할을 하는 후두부 외피(시각 버퍼)로 전달함
- (3) 후두부 외피(occipital cortex) : 멘탈 이미지를 표현하기 위한 스크린 멘탈 이미지는 여러 개의 단순 멘탈 이미지가 dorsal stream에 의해 적절히 위치하여 하나로 표현되어짐
- (4) The dorsal stream relies on parietal cortex : 각각의 시각 객체에 대한 객체 크기, 객체의 orientation, 객체의 위치 등과 같은 공간 정보(spatial information)을 부호화 함
- (5) The ventral stream relies on temporal cortex : 각각의 시각 공간 객체에 대한 색상, 모양, 질감 등과 같은 객체 정보를 부호화 함

사람의 뇌의 각각의 반구는 위와 같은 멘탈 이미지 시스템을 가지고 다음과 같은 관계정보를 부호화 한다. 대부분의 경우에 있어서 위 두 종류의 관계정보 모두를 부호화 하는 것이 일반적이다.

- categorical 공간 관계 : 좌, 우, 위, 아래, 큼, 작음, 증가, 감소 등
- metric 공간 관계 : 두 영역간의 위상학적인 관계

## 2.2 시각 질의(visual query)

일반적으로 사용되어지는 시각 질의들로서는 질

감 질의, 스케치 질의, 이미지 샘플에 의한 질의, 아이콘 질의, 실 이미지에 의한 질의 등이 있다.

스케치 질의란, 사용자가 여러 사물을 그리고, 그 사물의 속성을 레이블링하는 방식으로 자신의 멘탈 이미지를 표현하는 방식이다. 이 방법의 장점은 사용자들이 자유롭게 자신의 멘탈 이미지를 표현할 수 있다는 점이며, 사용자는 다음 4가지 종류의 정보를 모두 표현할 수 있다.

- 객체 정보(object information)
- 공간 정보(spatial information)
- metric 공간 관계정보
- categorical 공간 관계정보

Mayer의 시각 질의 언어[6]에서는 시각 질의가 사용자의 스케치와 질의 그래프로 이루어져 있다. 질의 그래프는 ER-diagram과 유사한 형태로 1차원 정보(비공간정보)를 표현한다. Mayer는 또한 이 질의들을 어떻게 일반적인 논리 산술(logic calculus)로 변환할 것인가에 대해서도 기술하였다.

Flinkner, Sawhney, Niblick[4]는 QBIC 시스템이라는 질의 처리기술을 소개했다. 이들은 멀티미디어 데이터베이스를 위한 "Query by Content"를 제안하였으며, 이 "Query by Content"란 히스토그램에 의한 질의, 질감 질의, 모양 질의, 스케치 질의와 같은 여러 종류의 내용 기반 질의들이 포함되어 있다. QBIC 시스템에서의 스케치 질의에서는 사용자가 다각형, 타원, 직사각형, 라인 등의 객체의 기본형들을 사용하여 질의 스케치를 그릴 수 있게 되어 있다. Bird, Elliott, Griffiths[2]도 이와 유사한 질의 인터페이스를 제안하였다. 그러나 이러한 인터페이스 형태들은 사용자가 자신이 만든 스케치에 레이블을 첨가할 수 있게는 할 수 없게 되어 있다.

샘플 이미지에 의한 질의는 상대적으로 사용하기가 수월하다. 사용자는 이미 정의된 샘플로부터 이미지들을 선택해서, 이 이미지들로 구성된 질의를 만든다. 예를 들면 Ultimedia Manager의 경우

사용자는 색 부류(color category)에서 원하는 샘플 이미지 A, 모양 부류(shape category)에서 원하는 샘플 이미지 B를 선택함으로써, 유사한 이미지를 찾는다. Bird, Elliott, Griffiths[2]는 샘플 이미지를 사용자가 선택 후 그 샘플 이미지와 질감 패턴(texture pattern)이 유사한 객체를 찾게 하였다.

안면 검색 시스템(facial image system)에서는 사용자가 찾고자 하는 얼굴의 실제 이미지가 질의로 사용된다. 의료용 radiology 판독 사진 데이터베이스에서는 의사들은 현재 촬영된 환자의 PET scan과 유사한 PET scan을 가진 환자 기록을 찾길 원할 수 있다. 위와 같은 경우 모두 시각 질의는 실제 이미지로 이루어지게 된다. Petrakis, Faloutsos[8]은 의료 radiology 데이터베이스에서의 이러한 실제 이미지 질의에 대해 기술하였다.

Tagged image들을 위한 공간 관계(spatial relationship)에 대해서도 많은 연구가 있었으며, 여기서는 이미지의 공간 객체(spatial object)간의 공간 관계(spatial relationship)들만이 이미지 검색을 위해 고려되어졌다. 이들 응용들은 아이콘 질의 환경에서 사용자들은 아이콘 라이브러리로부터 아이콘을 선택해서 이 아이콘들을 가상 스페이스에 정렬하여 질의를 생성한다. 여기서 각 아이콘들은 객체의 category(집, 자동차, 나무 등)를 표현해 준다. Campanai, Bimbo, Nesi[3]은 사용자가 manipulating glove를 사용하여 아이콘을 선택하고 위치시킬 수 있는 3차원 아이콘 환경을 개발하였다. Soffer, Samet[13]은 아이콘 환경에 기반한 확장 그림 질의(advanced pictorial query)를 제안하였다. 여기서는 기존의 아이콘 환경에 아이콘들간의 거리 관계를 고려한 유사성 검색을 제안하였다.

문자(textual) 질의 언어는 spatial/temporal 관계를 기술하기 위해 사용될 수 있다. 그러나 이미지 데이터베이스 및 유사 이미지 검색 분야에서 연구중인 Flickner, Sawhney, Niblick, Ashley, Bird, Elliott, Griffiths와 같은 많은 연구자들은 전통적인 문자 질의는 시각 정보 검색에는 부족함이 많은데 같은 의견을 보이고 있다[2][4].

## 2.3 이미지 검색

현재 널리 사용중인 이미지 검색 기술은 크게 다음과 같은 3가지 분야로 나뉠 수 있다.

(1) 관계 기반 기법(RBM : Relationship Based Method)

Chang, Yan, Campanai 등의 연구자들이 tagged image에 대한 공간 관계 정보(spatial relationship information)에 기반한 이미지 검색 기법을 제안하였다 [3,19,20].

(2) 객체 기반 기법(OBM : Object Based Method)

Yazdani, Santini, Jain, White 등의 연구자들이 각 이미지나 시각 객체를 객체 정보나 공간 정보를 가진 다차원의 점(multidimensional point), 즉, 특성 벡터(feature vector)로 표현하였다. 이 점들이 다차원 공간상에 존재하므로, 이러한 특성 벡터들을 색인하기 위해 다차원 접근 기법(multi-dimensional access method)이 사용되었다. 각 질의 이미지는 점들로 사상되어지며, 이 점들을 가지고 질의 윈도우가 생성되며, 이 질의 윈도우가 포함하고 있는 특성 벡터를 찾게 된다.

(3) 객체 및 관계 기반 기법(ORBM : Object and Relationship Based Method)

최근 들어 Petrakis, Faloutsos 등은 객체 정보와 공간 관계 정보 모두를 표현하고 색인 하는 기법을 연구하고 있다[8].

## 3. 시각 질의 처리

스케치에 의한 질의는 다음 네 가지 종류의 정보를 모두 표현할 수 있다.

- 객체 정보
- 공간 정보
- metric 공간 관계 정보
- categorical 공간 관계 정보

본 절에서는 스케치 질의에 근거한 새로운 질의 기법을 소개한다.

본 논문에서의 시각 질의 처리는 다음과 같은 3가지 단계를 거쳐 질의가 처리된다.

(1) 질의 변환 단계 : 시각 질의를 내부 질의형(internal query form), 즉, Frist-Order Predicate Calculus 형으로 변환

(2) 질의 최적화 단계 : 모든 가능한 수행계획(execution plan)들을 생성

(3) 질의 수행 단계 : 수행 계획들 중 최소 비용 수행 계획(execution plan)을 선택 후 실행

### 3.1 이미지 공간과 특성 공간

이 절에서는 객체 및 관계 공간 유사성에 기반한 색인 모델을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 색인 모델은 객체 정보, 공간 정보, metric 공간 관계, categorical 공간 관계 모두를 표현해 주고 색인할 수 있다. "객체"란 말은 그 응용에 따라 여러 의미가 있을 수 있다. 일반적으로 시각 정보 분야에서 Solid 영역 또는 같은 색상을 가진 픽셀로 이루어진 영역은 "관심 영역", "공간 객체", "세그먼트", "심볼", "객체" 등으로 불린다[3,6,9,12,13,16,17,18]. 그러나 다른 영역에서는 이러한 단어들은 그 응용 분야에 따라 다른 의미가 될 수도 있다.

이미지를 표현하고 색인하기 위한 많은 연구 중에서 대표적인 방법으로 특성(feature)에 기반한 접근 방법을 들 수 있다. 이 접근 방법은 각 이미지 또는 객체를 특성 벡터로 표현하는 것이다. 여기서 각 특성 벡터는 그 응용 영역에서 중요한 의미를 갖는 속성 값들로 이루어진다. 이 벡터들은 n차원의 특성 공간에 점으로써 존재하게 된다. 현재 나와있는 거의 모든 공간 색인 기법들을 이 점들을 색인하는데 사용될 수 있다.[16,18] 여기에 White, Jain[16] 등은 이 특성 벡터에 대해 SS-tree와 같은 또 다른 색인 기법들을 제안하였다. 일반적으로 특성 공간은 높은 차원의 공간이 된다.

복합공간객체(complex spatial object)는 여러 개의 공간객체(spatial object)로 나뉠 수 있다. 따라서 본 논문에서는 공간 데이터베이스내에 모든 단일공간객체에 대한 객체 정보와 공간 정보를 내부관계정보(Intra Relationship Information)라고 정의하겠다. 여기서의 단일공간객체의 의미는 각각의 응용에 따라 달라질 수 있다. 예를 들면, 2차원 이미지 데이터베이스의 경우에는 같은 값을 가진 픽셀들로 구성된 영역이 단일공간객체가 될 수 있다. 또한 응용에 따라 이미지가 단일공간객체가 될 수도 있다.

단일공간객체에 대한 객체 정보와 공간 정보를 표현하기 위해서는 응용에 따라 많은 특성들이 계산되어진다. 각 특성 벡터는 n차원 특성 공간내의 점으로 사상되어진다. R-tree, R\*-tree와 같은 공간 접근 기법(SAM), 또는 k-d-tree, Quad-tree 등과 같은 점 접근 기법(PAM)이 특성 공간을 색인하는데 이용될 수 있다. 본 논문에서는 이 SAM(혹은 PAM)을 Intra-SAM(혹은 Intra-PAM)이라 하겠다. 본 논문에서의 Intra-SAM(혹은 Intra-PAM)은 데이터베이스 내의 모든 단일공간객체에 대한 내부관계정보를 유지 관리한다.

외부관계정보(Inter Relationship Information)에는 복합공간객체 내의 단순공간객체들에 대한 공간 정보와 그 객체들간의 metric 공간 관계가 정의되어 있다. 이러한 종류의 정보를 표현하고 색인하기 위해서 본 논문에서는 단순공간객체에 대한 MBR(Minimum Bounding Rectangle)을 계산하고, 각 이미지에 대한 SAM(Spatial Access Method)를 구축한다. 이 SAM들은 단일 Inter-SAM으로 합병되며, 이 합병된 SAM(Inter-SAM)이 실제로 데이터베이스 내의 단일공간객체 요소들에 대한 MBR들의 표현 및 공간색인 역할을 한다.

이상에서와 같이 본 논문에서의 색인 모델의 구조를 살펴보면 크게 두 가지 색인 구조로 구성된다.

(1) Inter-SAM은 외부 관계정보를 색인하고 표현

(2) Intra-SAM(또는 Intra-PAM)은 내부 관계정보를 색인하고 표현

본 논문에서의 근사 검색 기법은 여과(filtering)와 정제(refinement)의 2단계로 이루어져 있다. 여과 단계와 정제 단계 모두 질의 객체와 데이터베이스 내의 각 객체간의 유사성을 판별한다.

전체 데이터베이스의 부분집합을 선택하는 여과 단계를 위하여 다음 두 환경변수를 설정해 주어야 한다. 첫 번째는 내부 관계정보에 대한 여과 정도(filtering granularity)를 결정해 주어야 하며, 두 번째는 외부 관계정보에 대한 여과 정도(filtering granularity)를 결정해 주어야 한다. 본 논문에서는 전자를 최대객체상이도(Maximum Object Dissimilarity level : MOD)라 하고, 후자를 최대관계상이도(Maximum Relationship Dissimilarity level : MRD)라 하겠다. 이 단계 이후 선택된 부분집합은 정제 단계에서 일종의 유사성 측정모델에 의해 정렬되어진다. 본 논문에서는 단지 여과 단계만을 다루겠다.

Inter-SAM은 각 이미지내의 공간 객체간의 공간 관계를 표현해 주고 색인해 준다. Metric 공간 관계 근사 검색 및 categorical 공간 관계 근사 검색에서 Inter-SAM가 어떻게 사용되는지는 3.3절 및 3.4절에서 자세히 설명될 것이다. Inter-SAM 내의 근사 검색은 3.2절에서 설명될 두 개의 폐쇄 객체들간의 포함(contain)또는 겹침(overlap)등과 같은 SAM의 위상학적 연산(topological operation)을 사용해 구현되었다.

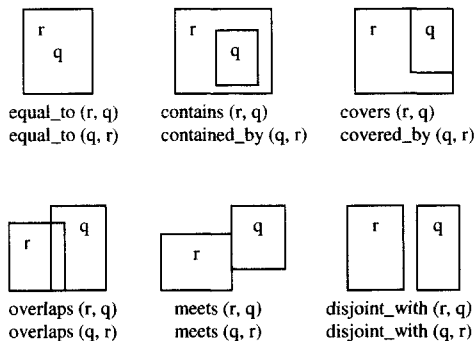
질의이미지나 스케치의 단일 객체는 내부적으로 특성 공간내의 특성 벡터의 집합으로 표현되며 Intra-PAM(또는 Intra-SAM)에 의해 색인되어진다. 질의로부터 유도된 특성 벡터와 최대객체상이도(MOD) 값을 가지고 Intra-PAM(또는 Intra-SAM)에 대한 검색 공간을 생성할 수 있다. 이 검색 공간은 주어진 참조 객체의 특성 벡터와 최대객체상이도(0에서 1 사이의 값)로부터 계산되어지며 spatial predicate "contain"으로 SAM(또는 PAM)의 공간 선택(공간 검색)에 의해 검색이 수행되어진다.

다. 따라서 이 선택연산은 주어진 검색 공간 내에 포함된 모든 공간 객체(특성 벡터)를 찾는 것으로 정의될 수 있다. 완전 사상(exact match)에 의한 검색을 행하는 경우(MOD = 0인 경우), 검색 공간은 점으로 표현될 수 있다(질의 이미지나 스케치 내의 단일 객체의 특성 벡터). 근사 검색의 경우(MOD > 0인 경우), 검색 공간은 질의 이미지나 스케치의 단일개체의 특성 벡터가 중심이 되며 axis-i(i-차원)에 사상하였을 때, 그 길이가  $w_i * dS$  [ $dS$  : 사용자가 준 MOD 값,  $w_i$ : axis-i의 weight]인 영역을 이룬다.

### 3.2 객체들과 MBR들간의 위상 관계

비록 본 논문에서 논의된 내용이 점이나 선과 같은 다른 종류의 공간 객체들에 대해 일반화 될 수 있지만 여기서는 내부, 경계, 외부 점들의 집합으로 표현되는 폐쇄 공간 객체만을 다루기로 한다. Papadias[21]는 폐쇄 객체들간의 위상 관계를 아래 그림 3과 같이 equal, contains, inside, cover, covered\_by, overlap, meet, disjoint 의 8가지 관계로 정의하였다. 이 관계들은 두 개의 폐쇄 객체들간의 모든 가능한 배치들을 나타내 준다.

[21]에서 채택한 위상 관계들은 pairwise disjoint 이다. 즉, 임의 한 쌍의 위상 관계는 어떠한 공간 배치도 공유할 수 없다. 하지만 pairwise-disjoint 관계들은 여러 가지 예외 상황을 초래하고, 개개



(그림 3) 두 사각형 사이의 위상관계

equal_to $\subset$ covers	equal_to $\subset$ covered_by
contains $\subset$ covers	contained_by $\subset$ covered_by
covers $\subset$ overlaps	covered_by $\subset$ overlaps

(표 1) 각 위상관계의 의미

위상 관계	의 미
equal_to(r,q)	r의 모든 점들은 q의 내부영역(interior)이나 경계선(boundary)에 위치한다. 또한 q의 모든 점들도 r의 내부영역이나 경계선에 위치한다.
contains(r,q)	q의 모든 점들은 r의 내부영역에 위치한다.
covers(r,q)	q의 모든 점들은 r의 내부영역이나 경계선에 위치한다.
contained_by(r,q)	r의 모든 점들은 q의 내부영역에 위치한다.
covered_by(r,q)	r의 모든 점들은 q의 내부영역이나 경계선에 위치한다.
overlaps(r,q)	r은 q의 내부영역에 위치하는 몇몇 점들을 포함한다.
meets(r,q)	r은 q의 경계선에 위치하는 몇몇 점들을 포함한다. 하지만 r의 어떠한 점도 q의 내부영역에 위치하지 않는다.
disjoint_with(r,q)	r의 모든 점들은 q의 외부영역(exterior)에 위치한다.

의 관계들의 의미는 간단한 규칙에 의해 표현될 수 없다. 결과적으로 pairwise-disjoint 위상관계를 포함한 논리표현(logical expression)들은 오히려 복잡함을 초래할 수 있다.

본 논문에서는 다음 표 1에 있는 위상 관계들을 다룬다. 여기서의 위상 관계들은 객체들 간의 내부(interior), 경계(boundary), 외부(exterior) 영역들의 상호 관계로 정의되어진다. contained\_by 관계는 contains의 역이며, covers는 covered\_by의 역을 의미한다. 관계들의 해석을 쉽게 하고 혼돈을 피하기 위해 대부분의 위상 관계들을 재명명 하였다. 즉, contained\_by 와 두개의 공간 객체 r, q로 이루어진 속성(predicate) contained\_by(r, q)는 "r은 q에 포함되어진다(contained by)"로 해석되어진다. 마찬가지로, meets(r, q)는 "r은 q와 만난다(meets)"로 해석되어진다. 그림 3은 개개의 위상

관계들을 만족하는 두 개의 사각형들의 배치들을 보여준다.

본 논문에서는 Papadias[21]이 정의한 위상 관계들 중에서 covers, covered\_by, overlaps 관계들의 의미를 수정함으로써 pairwise disjoint 관계를 없앴다. 따라서 몇몇 위상 관계들은 서로간에 부분집합 관계가 될 수 있다. 하나의 위상 관계 rel1을 이루는 두 객체 사이의 모든 가능한 배치는 다른 위상 관계 rel2를 이루는 모든 가능한 배치들의 부분집합이 될 수 있으며 이를  $rel1 \subset rel2$ 라고 표현하기로 한다. 다음 부분집합 관계들은 표 1로부터 추론되어진 것이다.

MBR들은 객체들의 근사형이므로 이들 사이의 위상 관계들은 실제 객체들간의 위상 관계와 일치하지 않을 수 있다. 그러나, 본 논문에서 채택한 위상 관계의 의미를 이용하면 실제 객체들의 위상 관계와 MBR들의 위상 관계 사이의 밀접한 상관성을 찾아낼 수 있다. 특히 만약 두 객체들이 equal\_to 관계를 만족한다면, 이들의 MBR들 또한 반드시 동일 관계를 만족해야 한다. 동일 관계는 contains, covers, contained\_by, covered\_by, overlaps 관계들에 대해 참이다. 그러나 그 역은 성립되지 않는다. 예를 들어 만약 두 개의 MBR  $r'$ ,  $q'$ 가 속성 contains( $r'$ ,  $q'$ )을 만족한다면, 실제 객체들  $r$ ,  $q$ 는 여러 다른 관계들을 만족할 수도 있다[21].

표 2는 MBR들간의 관계가 어떻게 실제 객체들간의 관계를 반영하는가를 나타내고 있다(disjoint\_

(표 2) 실제 객체  $r$ 과  $q$ 가 주어진 위상관계를 만족할 때 그들의 MBR  $r'$ 와  $q'$ 가 반드시 만족하는 위상관계

질의속성	선택속성
equal_to( $r$ , $q$ )	equal_to( $r'$ , $q'$ )
contains( $r$ , $q$ )	contains( $r'$ , $q'$ )
covers( $r$ , $q$ )	covers( $r'$ , $q'$ )
contained_by( $r$ , $q$ )	contained_by( $r'$ , $q'$ )
covered_by( $r$ , $q$ )	covered_by( $r'$ , $q'$ )
overlaps( $r$ , $q$ )	overlaps( $r'$ , $q'$ )
meets( $r$ , $q$ )	overlaps( $r'$ , $q'$ ) $\vee$ meets( $r'$ , $q'$ )

with는 제외). 표 2에서  $r$  과  $q$ 는 공간 객체들을 나타내며,  $r'$  및  $q'$ 는 그 객체들의 MBR을 나타낸다. 표의 각 행에 대해 만약 두 개의 공간 객체를 포함한 첫 번째 열의 속성이 만족되면, 그 MBR 들은 두 번째 열의 속성을 반드시 만족해야 한다.

이 표는 주어진 위상 관계를 만족하는 객체들의 MBR들간의 모든 가능한 배치들을 관측함으로써 검증될 수 있다. 또한 이와 다르게, [21]의 표 1를 참조하고 본 논문에서 정의된 위상 관계들의 의미를 적용함으로써 검증 가능하다.

표 2는 어떻게 MBR-based SAM이 실제 객체들을 포함한 질의들을 처리해야 할 것인가에 대해서도 보여주고 있다. 위상 관계가 포함된 주어진 질의에 대해, SAM은 반드시 표의 두 번째 열의 속성을 만족하는 모든 MBR들을 검색해야만 한다. 예를 들어, 질의 “주어진 질의 객체  $q$ 를 포함하는 모든 객체  $r$ 을 찾아라” 라는 질의를 위해서는, 질의항  $q'$ ( $q$ 의 MBR)을 포함하는 모든 MBR들을 검색해야만 한다. 정제 단계에서는 false hit들을 제거하기 위해서 선택된 MBR들과 대응되는 실제 객체들이 참조되어진다. 이러한 이유 때문에 표 2의 첫 번째 열의 속성을 질의 속성(query predicate)이라고 불리며, 반면 두 번째 열에 대응되는 속성을 선택 속성(selection predicate)이라고 불린다.

마지막으로 검색 속성(search predicate)을 소개하자면, 검색 속성은 SAM 구조의 내부 노드들을 탐색하는데 사용된다.

### 3.3 질의 변환(Query Translation)

순수 스케치에 의한 질의는 사용자의 질의 스케치에 레이블이 있으며, 이 질의 스케치에 사용자는 객체 정보, 공간 정보, metric 공간 관계, categorical 공간 관계들을 표현한다. 사용자는 또한 질의도(query diagram)를 그려야 하며, 이 질의도를 ER-Diagram 형태나 문자 기술형태로 나타냄으로써 비공간(nonspatial)정보를 표현한다. 질의도



처리는 시각 질의 처리와 별 연관이 없고, 비공간 데이터베이스에서의 일반적인 질의 처리와 유사하다. 따라서 본 논문에서는 단지 질의 스케치에 대해서만 다루기로 한다.

본 논문에서는 사용자의 질의 스케치를 우선 First-Order Predicate Calculus(FOPC)로 변환한다. FOPC 형으로 내부 처리를 함으로써 질의 최적화에서 "연관 테이블에 대해 join은 selection 다음에 처리한다" 와 같은 전통적인 문자 질의 최적화 기법을 쉽게 적용할 수 있다. 또한 기존의 문자 질의 처리기법을 이용한 전략적 질의 처리를 가능케 한다. 스케치를 변환하기 위해서 본 논문에서는 2절에서 설명한 시각 심리에 근거한 4가지 종류의 정보를 추출한다. 몇몇 객체 정보와 categorical 관계들은 스케치의 레이블로부터 추출할 수 있다. 그러나, 공간 정보, metric 공간 관계, 그리고 몇몇 객체 정보(예를 들면, 모양 등)등은 주어진 스케치에서 지리적, 또는 위상 적으로 계산되어야 한다.

본 논문에서의 질의 변환 단계는 3가지 단계로 나뉜다.

- 1단계 : 객체 정보, 공간 정보, metric 공간 정보를 추출하고 FOPC 내부형으로 변환
- 2단계 : catagorical 공간 관계를 metric 공간관계로 변환
- 3단계 : 질의 내의 검색 공간을 MOD와 MRD 파라메타 값에 따라서 보정

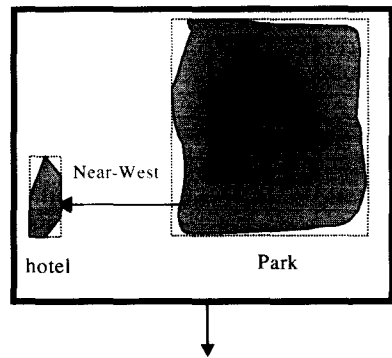
**1단계**

우선 최소경계사각형(MBR : Minimum Bounding Rectangle)을 이용하여 각 객체를 간략화(simplify)한다. 그리고, 주요 객체 정보(예를 들면, 곡률, 색상, 질감, 밀도)와 공간 정보(예를 들면, orientation, 위치, 크기 등)를 계산하며, 그 값을 특성 벡터에 넣는다. Metric 공간 관계를 추출하기 위해 스케치를 위한 Inter-SAM를 구축하고, 각 MBR을 검색 공간으로 하여 그 스케치에 대해 Inter-

SAM의 위상 검색을 반복하므로써 각 MBR 쌍이 갖는 위상 관계들을 찾을 수 있다. 또 다른 효율적인 방법으로는 Inter-SAM의 공간 조인 연산을 사용하는 것이다. 우선, 스케치에 두개의 Inter-SAM을 구축하고, 이들을 각각의 위상관계 predicate로 조인한다. 정보 추출 후에는 모든 proposition들은 논리적 연산자들로 결합된다. 그림 4는 1단계의 예를 보이고 있다.

**2단계**

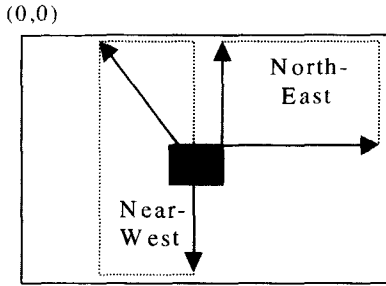
catagorical 공간 관계 정보는 인간의 멘탈 이미지 내의 아주 중요한 정보중의 하나이다. 그러나 category 이름들이 응용에 의존적이고 사용자의 의해 정의될 수 있으므로, 우리는 모든 가능한 category들을 선정할 수 없다.



```

∃ obj1(hotel(obj1)&pEqual_to(Features(obj1),
(a1,a2,...,an) &
∃ obj2(park(obj2) &
pEqual_to(Features(obj2), (b1,b2,...,bn)) &
Near-West(obj2, obj1) &
∃ obj3(unknown(obj3) &
pEqual_to(Features(obj3), (c1,c2,...,cn)) &
contains(obj2.LT, obj2.RB), (obj3.LT, obj3.RB))
)))
    
```

(그림 4) 질의변화 1단계의 예



Category name/symbol	V-Origin	LT-V	RB-V
{Near-West}	(Cx, Cy)	(-70,-inf)	(0, +inf)
{North-East, northeast,NE}	(RTx, RTy)	(0,-inf)	(+inf,0)

(0)Cx of obj2=120, Cy of obj2=30  
 LT of s=(120-70,30-inf)=(50,0)  
 RB of s=(120+0, 120+inf)  
 =(120,100)  
 (1)Change Near-West(obj2,obj1)to  
 contains (((50,0),(120,100)),(obj1.LT,  
 obj1.RB))

(그림 5) Catagorical 공간 관계의 Metric 공간 관계로의 변환(LT: Left Top 정점, RB: Right Bottom 정점, LB: Left Bottom 정점, RT: Right Top 정점, C: Object-MBR 또는 시각 영역의 중점)

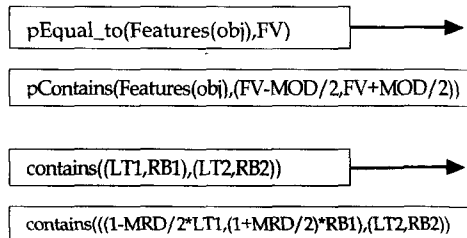
본 논문에서는 Catagorical Look-up Table(CLT) 및 Distance Look-up Table(DLT)를 정의하기로 한다. 두 테이블의 기본 역할은 catagorical 공간 관계를 metric 공간 관계로 사상해 주는 것이다. 그림 5는 이러한 사상의 예를 보여주고 있다. 그림 4에서 질의 스케치의 내부 형은 catagorical공간 관계 "Near-West(obj2, obj1)"을 포함한다. 그러므로 CLT 측면에서 보면 catagorical 공간 관계 "Near-West"는 그림 5에서와 같이 일반 위상 검색 연산 "contains"으로 변환할 수 있다.

**3단계**

이미지 데이터베이스는 근사(approximate) 검색이어야 한다. 그러나 그림3에서의 "pEqual\_to" predi-

cate는 완전 사상을 의미한다. 그러므로 본 논문에서는 두 환경 변수 최대객체상이도(MOD)와 최대관계상이도(MRD)를 사용자가 설정할 수 있게 요청 후 그 값을 가지고 모든 propositions들을 보정한다.

따라서 "equal\_to" 나 "pEqual\_to" predicate의 경우, "contains", "overlaps"등과 같은 일반적인 위상 공간검색 연산으로 바뀌어진다. 또한, 본 논문에서는 3.1절에서 설명했듯이 MOD와 MRD값에 의해 다른 metric 공간 관계의 검색 공간을 보정하였다. 그림 6은 이 보정이 수행되는 과정을 보여주고 있다. 이 보정이 끝난 후에는 비로소 질의 스케치의 최종 내부 질의형을 얻게 된다. 이 내부 질의형은 나중에 질의 최적화 단계의 입력이 된다. 그림 7은 이 질의의 최종 내부 질의형을 보여주고 있다. 이 최종 질의형은 데이터베이스로부터 선택될 결과에 대한 제약조건을 정의하고 있다. 그러므로, 본 논문에서 제안하는 여과단계의 질의 처리는 임의 질의의 최종 내부 질의형을 만족하는 모든 이미지를 선택(여과)하는 행위라고 말할 수 있다.



(그림 6) MOD와 MRD에 대한 검색 공간의 보정

```

∃ obj1(hotel obj1)&
pContains(Features(obj1),(a1-MOD/2,a2-MOD/2,...,an-MOD/2),(a1+MOD/2,a2+MOD/2,...,an+MOD/2))&(∃ obj2(park(obj2)&
pContains(Features(obj2),(b1-MOD/2,b2-MOD/2,...,bn-MOD/2),(b1+MOD/2,b2+MOD/2,...,bn+MOD/2)))&
contains(((50,0),(120,100)),
(obj1.LT,obj1.RB)&(∃ obj3(unknown(obj3)&
pContains(Features(obj3),(c1-MOD/2,c2-MOD/2,...,cn-MOD/2),(c1+MOD/2,c2+MOD/2,...,cn+MOD/2)))&
contains(((1-MRD/2)*obj2.LT,(1+MRD/2)*obj2.RB),(obj3.LT,obj3.RB)
)))
    
```

(그림 7) 그림 3의 스케치 질의의 최종 내부 질의형

### 3.4 질의 실행

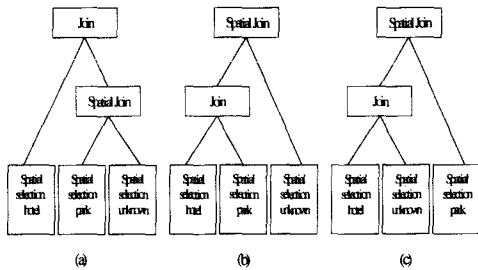
본 논문에서의 FOPC 내부 질의형태는 관계형 모델로 잘 설명되어질 수 있다. 다음 구조는 본 논문에서의 FOPC 내부 질의 형태를 구조를 보인 것이다.

$$\text{Relation-restriction} = \text{obj1}(\text{relation-name}(\text{obj1}) \{ \& \text{spatial-restrictions} \}^* \{ \& \text{Relation-restriction} \}^*)$$

변수 "obj1"은 "spatial-restriction"을 만족하고 "relation-name" relation에서 값을 취한 relation 변수(existential 변수)이다. "spatial-restriction"은 "contains(A, B)", "pContains(A, B)", "overlaps(A, B)와 같은 위상 predicate들로 이루어진다. 그러므로 "spatial-restriction"은 relation에 대한 공간 선택의 제약이다. 그림 7에서 다음과 같은 3가지의 다른 종류의 선택을 볼 수 있다.

"Relation-restriction"은 다른 "Relation-restriction"을 포함할 수 있다. 내부 "Relation-restriction"은 자신에 대한 relation 변수와 외부 "Relation-restriction"의 relation 변수간의 공간 관계를 규정하는 spatial-

- (1) "pContains"와 "contains" 제약을 가진 "hotel"에 대한 공간 선택
- (2) "pContains" 제약을 가진 "park" 관계에 대한 공간 선택
- (3) "pContains" 제약을 가진 "unknown" 관계에 대한 공간 선택



(그림 8) 그림 7의 내부 질의에 대한 가능한 실행 계획들

restrictions를 포함하고 있다. 이러한 계층적인 제약들은 공간 조인에 대한 표현이 된다. 또한 모든 객체가 반드시 같은 이미지 내에 존재해야 하므로, 질의 내의 모든 relation들은 반드시 이미지 identification(이미지 identification attribute)으로 조인되어야 한다. 그림 7에서 최종 내부 질의 형태는 "park" relation과 "contains" 제약을 가진 "unknown" relation에 대한 하나의 공간 조인을 가진다. 또한, 3개의 relation들 모두 이미지 identification attribute로 조인되어야 하며, 이는 결국 하나의 최종 결과 relation을 만들게 된다. 이러한 선택 연산들과 조인 연산들로 그림 8과 같은 가능한 실행 계획들을 생성하게 된다.

그림 8에서 선택들과 조인들은 전통적인 방법대로 수행된다. 공간 선택 연산은 공간 predicate와 파라메타로 구성된다. 공간 선택을 수행하기 위해서는 이 파라메타로부터 검색 공간을 생성하고 공간 predicate가 위상 연산에 사상되어야 한다. 이러한 검색 공간과 공간 predicate를 가지고, Inter-SAM 혹은 Inter-PAM을 검색한다.

### 4. 실제 이미지에 의한 질의

실제 이미지에 의한 질의에서는 질의가 실제 이미지거나 레이블이 없는 아주 상세한 스케치 이여야 한다. 이러한 종류의 질의는 categorical 공간 관계가 존재하지 않는다. 또한 객체간의 근사 문제가 아닌 이미지 전체에 대한 근사도를 측정하므로 질의 이미지를 FOPC로 변환할 필요가 없다. 이러한 실 이미지에 의한 질의의 처리는 질의에 대한 Inter-SAM과 Intra-PAM을 구축하고 두 이미지간의 Inter-SAM간의 구조적 근사를 비교하고, 구성(component) 객체들간의 근사도 측정을 위해 Intra-PAM을 검색하므로써 이루어질 수 있다.

### 5. 다단계 검색 공간 보정

지금까지 본 논문에서는 모든 좌표축(차원)들이

동일한 weight를 갖는 특성 공간을 가정하였다. 따라서 질의 창(query window)은 각각의 차원 상에서 동일한 비율로 확장되었다. 그러나 false alarms와 false dismissals를 최소화하기 위해서는 좀 더 섬세한 질의 창 구성방법이 필요하다. 예를 들어 시각 질의가 실제 이미지와 거의 같은 색을 갖는 객체들로 구성되어 있다면 특성 공간 내의 질의 창은 색-축(차원)상에서 다른 차원에 비해 적은 비율로 확장되는 것이 합리적인 것이다. 따라서 weighted 특성 공간에서 효과적으로 질의창을 구성한다면 false alarms와 false dismissals를 줄일 수 있다. 그러나 여기서 문제가 되는 것은 시각 질의를 구성하는 각각의 정보가 얼마나 정확한지 판단할 수 없다는 것이다. 위의 질의의 예에서 색 정보가 매우 정확하다는 것을 시각 질의 입력 시에 판단한다는 것은 불가능한 일이다. 전통적인 feeding forward 기법의 응용한 다단계 처리방법은 이러한 문제에 대한 하나의 대안이 될 수 있다.

시각 질의를 구성한 사용자는 그 질의의 결과에 대한 만족도가 주관적이다. 따라서 결과 집합을 구성하는 각각의 결과 이미지에 대한 사용자의 만족도를 아는 것은 질의창을 보다 효과적으로 재구성 할 수 있는 중요한 동기가 된다. 예를 들어 시각 질의의 수행 결과가 그 질의를 구성한 사용자에게 제시되었을 때, 만일 사용자가 자신의 질의에 있는 객체보다 정확한 객체들을 선택한다면, 2차 질의 수행에 있어서 이러한 객체들은 원래의 시각 질의에 있던 객체들을 대체하게 된다.

## 6. 결 론

유사검색에 기반한 시각질의 처리는 공간 색인의 대표적인 응용분야이다. 이러한 시각질의는 그 질의를 구성하는 사용자의 주관적인 멘탈이미지를 근간으로 한다. 또한 효과적인 질의처리는 그 사용자의 주관적인 만족도를 향상하는 것이다. 본 논문에서는 관련된 시각 심리학의 연구들에 기초하여 인간의 멘탈이미지 시스템을 관리하는 네

가지 중요한 정보들 (객체정보, 공간정보, metric 공간관계, categorical 공간관계)을 소개하였다.

이미지에 존재하는 근접한 객체들 사이의 metric 공간관계는 두 객체사이의 위상학적 공간관계에 기초한다. 따라서 하나의 이미지로부터 metric 공간관계정보를 추출하기 위해서는 두 근접객체사이에 존재할 수 있는 모든 가능한 위상관계들의 정의가 반드시 선행되어야 한다. 본 논문에서 두 객체사이의 위상관계를 정의하였다. 또한 객체들의 MBR 사이의 위상관계가 실제 객체들 사이의 위상관계와 어떠한 연관성이 있는지를 검토하였다.

이미지는 문자에 비해 훨씬 많은 양의 정보를 포함한다. 따라서 시각질을 효율적으로 처리하기 위해서는 질의변환을 통한 구조적인 접근과 색인구조를 이용한 질의수행이 필수적이다.

따라서 본 논문에서는 이미지 질의로부터 객체정보, 공간정보, metric 공간관계정보, 그리고 categorical 공간관계정보를 추출하고 이들을 First Order Predicate Calculate형태의 내부질의 형태로 변환할 수 있는 질의변환 기법을 제안하였다. 또한 본 논문에서 제안한 색인모델을 이용한 효율적인 질의수행방법을 논의하였다.

유사질의처리의 효과를 높이는데 있어서 5절에서 설명한 검색보정은 매우 중요한 의미를 갖는다. 2.1절에서 소개한 시각정보 인식의 주관적인 왜곡현상을 좀더 연구함으로써 5절에서 설명한 전통적인 다단계 검색보정기법을 향상하거나 좀더 효율적인 검색보정기법의 제안이 가능할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] Barber, R. Flickner, M. Hafner, J. Lee, D. Niblack, W. Petkovic, D. and Ashlen, 'Query By Image Content and Its Applications.', Proceedings of COMPCON94, pp.424-429, 1994.
- [2] Bird, C. L. Elliott, P. J. and Griffiths, E., 'User Interfaces for Content-Based Image Retrieval.'

- IEE Colloquium on Intelligent Image Databases, pp.8/1-8/4., 1996.
- [3] Campanai, M. Bimbo, D. A. and Nesi, P. 'Using 3D Spatial Relationships for Image Retrieval by Contents.', Proceedings IEEE Workshop on Visual Language, pp.184-190, 1992.
- [4] Flickner, M. Sawhney, H. Niblack, W. Ashley, J. Huang, Q. Dom, B. Gorkani, M. Hafner, J. Lee, D. Petkovic, D. Steele, D. and Yanker, P. "Query by Video and Image Content: The QBIC System." IEEE Computer, Vol. 28, pp.23-32. September, 1995.
- [5] Gupta, A. and Jain, R. 'Visual Information Retrieval.', *Communications of the ACM*, pp.71-79, 1997.
- [6] Mayer, B. 'Pictorial Deduction in Spatial Information Systems.', IEEE Proc. of Symposium on Visual Languages, pp. 23-30, 1994.
- [7] Ochsner, K. N., and Kosslyn, S. M., 'Mental Imagery.' *Encyclopedia of Human Behavior*, Vol. 3, pp.165-173, 1994.
- [8] Petrakis, E. G. M., and Faloutsos, C., "Similarity Searching in Medical Image Databases.", *IEEE Trans. on Knowledge and Data Engineering*, Vol. 9, No. 3, pp.435-447, 1997.
- [9] Santini, S., and Jain, R., 'Similarity Queries in Image Databases.', Proceedings 1996, IEEE Computer Society Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, pp.646-651, 1996.
- [10] Schiffman, H. R., and Greist-Bousquet, S., 'Spatial Perception.' *Encyclopedia of Human Behavior*, Vol. 4, pp. 297-304, 1994.
- [11] Selinger, P. G., Astrahan, M. M., Chamberlin, D. D., Lorie, R. A., and Price, T. G., 'Access Path Selection in a Relational Database Management System.', Proc. of the ACM SIGMOD Conf. on Management of Data, 1979.
- [12] Sherkat, N., Mighlani, D., and Whitrow, R. J., 'A Descriptive Retrieval Engine for Image Databases.', IEE Colloquium on Intelligent Image Databases, pp.11/1-11/6, 1996.
- [13] Soffer, A. and Samet, H., 'Pictorial Queries by Image Similarity.', IEEE Proceedings of the 13th Intl. Conf. on Pattern Recognition, pp.114-119, 1996.
- [14] Stonebraker, M., 'Object-Relational DBMSs The Next Great Wave.', Morgan Kaufmann Publishers, 1996.
- [15] Ubell, M., 'The Montage Extensible DataBlade Architecture.', Proc. of the ACM SIGMOD Intl. Conf. on Management of Data, pp. 482, 1994.
- [16] White, D. A., and Jain, R., 'Similarity Indexing with the SS-tree.', Proc. of the Twelfth Intl. Conf. on Data Engineering, IEEE., pp. 516-523, 1996.
- [17] Wu, J. K., "Content-Based Indexing of Multimedia Databases.", *IEEE Trans. on Knowledge and DataEngineering*, Vol. 9, No. 6, pp.978-989, 1997.
- [18] Yazdani, N., Ozsoyoglu, M., and Ozsoyoglu, G., 'A Framework for Feature-Based Indexing for Spatial Databases.', IEEE Proceedings of the 17th Intl. Conf. on Science and Statistical Database Management, pp.259-269, 1994.
- [19] Soffer, A., and Samet, H., 'Pictorial Queries by Image Similarity.', IEEE Proc. of the 13th Intl. Conf. on Pattern Recognition, pp.114-119, 1996.
- [20] Chang, S. K., and Yan, C., "Iconic Indexing by 2D Strings.", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 9, No. 5., pp.413-428, 1987.
- [21] Papadias, D., Theodoridis, Y., Sellis, T., and Egenhofer, M. J., 'Topological Relations in the World of Minimum Bounding Rectangles: A Study with R-trees.', *ACM SIGMOD Int. Conf. on Management of Data*. pp.92-103, 1995.

## ● 저 자 소 개 ●



### 황 준

1985년 중앙대학교 전자계산학과 졸업

1991년 동 대학원 전자계산학과 이학석사와 공학박사 학위 취득

현재 서울여자대학교 컴퓨터학부 컴퓨터학 교수

관심분야 : Distributed Operating System, 컴퓨터 네트워크, 실시간 시스템