

시그니처를 이용한 2차원 아이코닉 이미지 색인 방법의 설계 및 구현

장 기 진[†] · 장 재 우[†]

요 약

아이콘 이미지를 위한 공간 매치 검색기법은 이미지를 몇개의 인식가능한 심볼로 인식하고, 이것을 도큐먼트를 대표하는 값으로 받아들여 인덱싱한다. 사용자가 이미지에 대한 내용-본위 검색을 요구하면, 질의에 있는 이미지를 심볼로 변환한 후 접근기법을 통해 원하는 이미지를 검색한다. 따라서 본 연구에서는 이미지의 내용-본위 검색을 효율적으로 지원하기 위하여, 시그니처를 이용한 아이콘 이미지의 공간 매치 검색 기법을 제안한다. 이를 위하여 2차원 아이코닉 이미지에 대한 새로운 색인 표현 방법을 제시하며, 구현한 전체 시스템 구성을 설명한다. 아울러 기존의 9-DLT 방법과 정확률과 검색율면에서 성능평가를 수행하여, 제안하는 기법이 이미지의 내용-본위 검색에 효율적임을 보인다.

Design and Implementation of Two Dimensional Iconic Image Indexing Method using Signatures

Kijin Chang[†] · Jaewoo Chang[†]

ABSTRACT

Spatial match retrieval methods for iconic image databases recognize an image document as several icon symbols. Therefore the iconic symbols are used as primary keys to index the image document. When a user requires content-based retrieval of images, a spatial match retrieval method converts a query image into iconic symbols and then retrieves relevant images by accessing stored images. In order to support content-based image retrieval efficiently, we, in this paper, propose spatial match retrieval methods using signatures for iconic image databases. For this, we design new index representations of two-dimensional iconic images and explain implemented system. In addition, we compare the conventional 9-DLT and our two-dimensional image retrieval method in terms of retrieval precision and recall ratio. We show that our method is more efficient than the conventional method.

1. 서 론

최근 컴퓨터 기술의 발달로 인하여 수치와 문자

정보만 처리하던 기존 정보 처리 기술은 텍스트(text), 이미지(image), 음성(voice), 오디오(audio), 비디오(video), 애니메이션(animation) 등의 멀티미디어 데이터를 효과적으로 처리할 수 있게 되었다. 한편, 이러한 여러가지 단일 미디어(media)로 이루어진 정보를 통합하여 하나의 도큐먼트로 저장하고, 이에 대한 효율

[†] 정 회 원: 전북대학교 컴퓨터 공학과
논문접수: 1996년 1월 24일, 심사완료: 1996년 3월 15일

적인 검색을 수행하는 연구가 증가하고 있다[1, 2]. 이것을 위한 응용분야로는 교육, 광고 분야[1], 의학 정보 처리[2], 데이터베이스[3] 등 다양하다. 한편 이러한 멀티미디어 도큐멘트를 위한 이미지 검색은, 사용자 질의에 대한 내용-본위(content-based) 검색이 필수적으로 요청되며, 이미지의 내용에 의한 다음과 같은 검색이 가능하다[4].

- '탁자위에 꽃병이 있고 탁자의 북쪽에 창문이 있는' 문서를 검색하라.

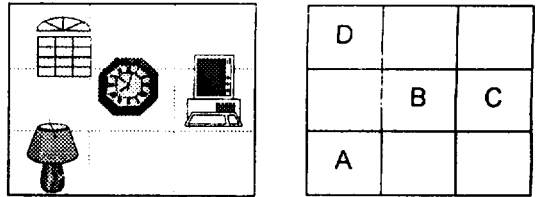
위와 같이 이미지를 담고 있는 도큐멘트를 검색하기 위해 아이콘 이미지를 위한 공간 매치 검색 기법[5, 6, 7]의 연구가 진행되고 있다. 공간 매치 검색 기법은 하나의 이미지를 전처리 과정을 통하여 몇개의 인식가능한 심볼로 인식하고, 이것을 도큐멘트를 대표하는 값으로 받아들여 이미지 인덱싱을 수행한다. 사용자가 이미지에 대한 내용-본위 검색을 요구하면, 질의에 있는 이미지를 심볼로 변환한 후 접근기법을 통해 원하는 이미지를 검색한다. 즉 사용자가 질의로서 검색하고자 하는 이미지의 공간관계를 질의하면 건축 설계와 실내디자인 등과 같은 이미지 데이터베이스에서 질의와 부합되는 이미지를 검색한다. 본 논문에서는 이미지의 내용-본위 검색을 효율적으로 지원하기 위하여, 시그니처를 사용한 아이콘 이미지 공간 검색을 제안하며, 이를 위하여 2차원 아이콘 이미지에 대한 새로운 색인 표현(index representation) 방법을 제시한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 아이콘 색인의 개요와 아이콘 이미지의 공간매치에 대한 기존의 방법에 대하여 고찰하고, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 2차원 아이콘 이미지의 색인 표현 방법을 제안한다. 4장에서는 아이콘 이미지 검색을 위한 전체적인 시스템 구성을 제시하며, 5장에서는 기존의 9-DLT(Nine Direction Lower Triangular) 방법과 본 논문에서 제안한 방법을 정확률과 제한을 면에서 성능 평가를 수행한다. 마지막으로 6장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

2. 관련연구

아이콘 색인은 기존의 색인과는 차이가 있으며,

일반적으로 색인은 객체의 계층을 가르키는데 반해 아이콘 색인은 가상적인 객체의 집합을 나타낸다. 즉 일반적인 색인은 어떤 대상을 가르키는데 반해, 아이콘 색인은 어떤 대상을 대표한다. 아이콘 색인의 특징으로는 첫째, 객체가 주어졌을 때 아이콘 색인을 구성할 수 있어야 한다. 즉 각각의 이미지에 대하여 데이터베이스에 저장하기 위하여 아이콘 색인을 만들 수 있어야 한다. 둘째, 아이콘 색인이 주어졌을 때 다시 대략적인 이미지를 복원 가능하여야 한다. 셋째, 두개의 계층이 같은 아이콘 색인을 가져서는 안된다. 즉 하나의 아이콘 색인이 있을 경우, 하나의 객체로만 재구성이 가능하여야 한다. 만일 그렇지 않으면, 같은 아이콘 색인에서 하나 이상의 이미지에 대한 구조가 나타나기 때문에 불필요한 이미지가 검색된다. 넷째, 아이콘 색인은 객체의 계층간의 구분을 위해 꼭 필요한 정보만을 유지해야 한다. 즉 불필요한 정보를 제외시켜 데이터베이스의 크기를 최소한으로 줄여야 한다. (그림 1)에서는 실제 이미지에서의 아이콘 표현에 대한 예를 나타내고 있다.



(그림 1) 아이콘 표현 (Fig. 1) Iconic Representation

기존의 시그니처(signature)를 이용한 아이콘 색인의 연구는 크게 두 분야로 나눌 수 있다. 첫째는, 2D(dimension)-스트링 방법, 둘째는 9-DLT를 이용한 방법과 이를 확장한 Extended 9-DLT 방법등이 있다.

2.1 2D-스트링 방법

Lee와 Shan(1990)에 의해 제안된 이 방법[8]은 3종류의 공간관계를 표현하며, 이것은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \text{type-0: } V_{ab} &= "0" && \text{if } r(a) = r(b) \\ &= "1" \text{ or } V_{ab} = "0" && \text{if } r(a) < r(b) \end{aligned}$$

$V_{ab} = "2"$ or $V_{ab} = "0"$ if $r(a) > r(b)$
 type-1 : $V_{ab} = "0"$ if $r(a) = r(b)$
 $V_{ab} = "1"$ if $r(a) < r(b)$
 $V_{ab} = "2"$ if $r(a) > r(b)$
 type-2 : $V_{ab} = "0" + \text{str}(r(a) - r(b))$ if $r(a) = r(b)$
 $V_{ab} = "1" + \text{str}(r(b) - r(a))$ if $r(a) < r(b)$
 $V_{ab} = "2" + \text{str}(r(a) - r(b))$ if $r(a) > r(b)$

r(x)은 심볼들간의 순위(rank)이며 '+'는 문자열 결합 연산자 그리고 str(x)는 정수를 문자열로 변환시키는 연산자이다. 예를 들면, (그림 2)에서 순위 r(A)은 2의 순위를 가지며, r(C)의 순위는 3을 가지며, str(1)은 문자 1을, str(0)은 문자 0을 나타낸다. 이를 x, y축으로 확장해서 객체 1과 객체 2의 공간 관계를 표현하면(객체 1 + 객체 2 + x축 관계 + y축 관계)가 된다.

			D
B			
	A	C	

(그림 2) 심볼릭 표현 예

(Fig. 2) The example of symbolic representation

예를 들면, (그림 2)를 type-0, type-1, type-3의 2D-스트링으로 나타내면 다음과 같다.

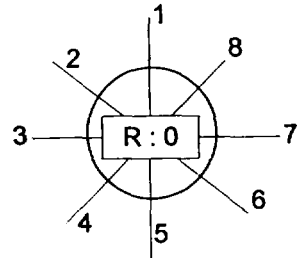
type-0: (A, B, 2, 1), (A, B, 2, 0), (A, B, 0, 1), (A, B, 0, 0),
 (A, C, 1, 0), (A, C, 0, 0), (A, D, 1, 1), (A, D, 1, 0),
 (A, D, 0, 1), (A, D, 0, 0), (B, C, 1, 2), (B, C, 1, 0),
 (B, C, 0, 2), (B, C, 0, 0), (B, D, 1, 1), (B, D, 1, 0),
 (B, D, 0, 1), (B, D, 0, 0), (C, D, 1, 1), (C, D, 1, 0),
 (C, D, 0, 1), (C, D, 0, 0)
 type-1: (A, B, 2, 1), (A, C, 1, 0), (A, D, 1, 1), (B, C, 1, 2),
 (B, D, 1, 1), (C, D, 1, 1)
 type-2: (A, B, 2, 1, 1, 1), (A, C, 1, 1, 0, 0), (A, D, 1, 2, 1, 2),
 (B, C, 1, 2, 2, 1), (B, D, 1, 2, 1, 1), (C, D, 1, 1, 1, 2)

위의 예에서 type-1의 2D-스트링 (A, B, 2, 1)에서 A와 B의 공간관계에서 x축의 관계에서의 '2'는 A의 순위가 B의 순위보다 크기 때문이고, y축의 관계에서의

'1'은 A의 순위가 B의 순위보다 작기 때문이다.

2.2 9-DLT 방법

이 방법은 Chang에 의해 제안된 방법으로[9], 2D-스트링에 의해 코딩되는 심볼릭 그림에서 객체들간의 공간 관계를 기술하기 위해 9-DLT 코드를 사용한 방법이다. 9-DLT 코드는 아이콘들간의 공간 관계를 표현하기 위해 9개의 방향에 정수 0, 1, 2, ..., 8을 할당하여 방향 관계를 표현하는 것을 말한다. 이에 대한 관계표는 (그림 3)에 나타나 있다.



(그림 3) 9-DLT 코드
(Fig. 3) The 9-DLT code

여기서 R은 기준이 되는 아이콘을 말한다. 예를 들면, 정수 1은 기준이 되는 R에 대해 북쪽 방향의 관계를 나타내고, 정수 2는 북서쪽의 관계를 그리고 정수 0은 기준객체 R과 같은 위치를 나타낸다. 따라서 심볼릭 그림에서 객체들간의 공간 관계를 쉽게 기술할 수 있다. 객체들간 즉 객체 1, 객체 2의 공간 관계의 구성은 (객체 1, 객체 2, 9-DLT 코드)의 형식으로 표현된다. 여기에서 9-DLT 코드는 0에서 8까지의 숫자로 객체 1과 객체 2의 공간 방향 관계를 나타낸다.

	A	
B		
		C

(그림 4) 심볼릭 그림의 예
(Fig. 4) The example of symbolic picture

예를 들어, (그림 4)의 심볼릭 그림에서 9-DLT를 적용해 보면 6개의 관계식이 생성되는데 중복을 제외시키면 최종적으로 3개의 스트링이 생성된다. 즉, (A, B, 4), (A, C, 6), (B, C, 6)이 된다. 결론적으로 9-DLT 표현에서 사전적인 순서에 따라 중복을 제외한 3개의 튜플에 의해 나타내어진다.

2.3 Extended 9-DLT 방법

이는 Chang과 Jiang에 의해 제안된 방법[7]으로, 3종류의 2D-스트링과 Chang의 9-DLT 코드[15]를 합성한 방법이다. 객체 A와 객체 B간의 Extended 9-DLT의 공간 표현은 다음과 같다.

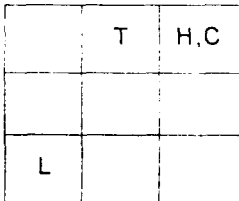
type-0: (A, B, D)

D =	if D = 0
D = 0 and 1	if D = 1
D = 0 and 3	if D = 3
D = 0 and 5	if D = 5
D = 0 and 7	if D = 7
D = 0, 1, 2 and 3	if D = 2
D = 0, 3, 4 and 5	if D = 4
D = 0, 5, 6 and 7	if D = 6
D = 0, 1, 7 and 8	if D = 8

type-1: (A, B, D)

type-2: (A, B, D, Cx, Cy)

Cx = 0	if $ rx(A) - rx(B) \leq 1$
Cx = 1	if $ rx(A) - rx(B) > 1$
Cy = 0	if $ ry(A) - ry(B) \leq 1$
Cy = 1	if $ ry(A) - ry(B) > 1$



(그림 5) 심볼릭 표현 예

(Fig. 5) The example of symbolic picture

예를 들면, (그림 5)의 심볼릭(symbolic) 표현에 대

한 type-0, type-1, type-2의 Extended 9-DLT 색인 표현 스트링은 다음과 같다.

type-0: (C, H, 0), (C, L, 0), (C, L, 3), (C, L, 4), (C, L, 5),
 (C, T, 0), (C, T, 3), (H, L, 0), (H, L, 3), (H, L, 4),
 (H, L, 5), (H, T, 0), (H, T, 3), (L, T, 0), (L, T, 1),
 (L, T, 7), (L, T, 8)

type-1: (C, H, 0), (C, L, 4), (C, T, 3), (H, L, 4), (H, T, 3),
 (L, T, 8)

type-2: (C, H, 0, 0, 0), (C, L, 4, 1, 1), (C, T, 3, 0, 0),
 (H, L, 4, 1, 1), (H, T, 3, 0, 0), (L, T, 8, 0, 1)

3. 아이콘 이미지 공간 매치 검색 기법

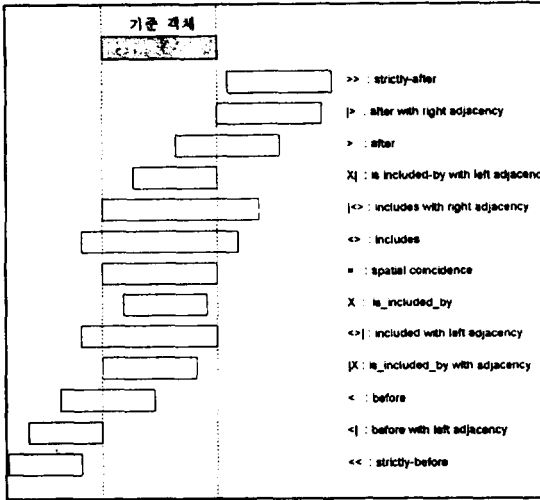
Lee와 Shan(1990)에 의해서 제안된 방법[8]은 블럭(block) 시그니처와 레코드(record) 시그니처에 의한 2-Level 시그니처 화일 방법을 통해 검색을 하며, 2D-스트링을 통한 각각 3개의 type으로 나누어 저장한다. 그러나 이 방법은 객체와 각각의 type에 대해서 시그니처를 만들기 때문에, 객체 시그니처, type-0, type-1 그리고 type-2의 4개의 시그니처가 생성되는 단점을 지닌다. 이러한 단점을 해결하기 위해서 Chang과 Jiang(1994)이 제안한 방법[7]은 Lee와 Shan(1990)이 제안한 방법에서 4개의 시그니처들을 묶어서 하나의 시그니처로 사용하며, 아울러 빠른 검색을 위해 퀵 필터(quick filter) 기법을 사용한다.

그러나 위 두 방법은 아이콘 색인에서 객체를 하나의 점으로 표시하기 때문에 다음과 같은 문제점을 가진다. 첫째, 객체는 하나의 점이기에 크기를 고려한 확장을 할 수 없으며, 둘째, 대략적인 공간 관계를 기술할 수 밖에 없기 때문에 공간 관계 기술에 있어서 정확성이 떨어지며, 마지막으로 연산자는 전후(precedence) 관계와 일치(coincidence)만 존재한다는 점 등이다. 따라서 본 논문에서는 객체들간의 공간에 대한 크기를 유지할 수 있으며, 객체들간의 공간 관계 기술에서 모호성을 발생시키지 않고 공간 관계를 기술하기 위해, 2차원의 아이콘 이미지에 대한 새로운 색인 표현 방법을 제안한다.

3.1 연산자 정의

아이콘 이미지 내에서의 객체들간의 위치 관계를

기술하기 위해서 (그림 6)의 위치연산자를 정의한다.



(그림 6) 위치 연산자
(Fig. 6) The position operator

(그림 6)의 위치 연산자는 Halpern과 Shoham에 의해 제시된 것으로[10], 기준 객체의 오른쪽에 떨어져 있는 것은 '>'로 하며, 순차적으로 두 객체 사이의 위치 관계를 나타내고, 최종적으로 '<'은 기준 객체의 왼쪽으로 떨어져 있음을 나타낸다.

3.2 제안한 2차원 아이코닉 이미지 색인 표현 방법

객체를 점으로 표현할 경우의 문제점을 해결하기 위해 아이코닉 심볼릭 투영에서 객체를 포함하는 최소 사각형 법칙을 이용하여 객체들의 크기를 보존한 방법으로 (그림 6)의 위치 연산자를 이용하여 아이코닉 이미지를 색인한다. 위치 연산자 Pxy는 (Px, Py)로 구성되며 Px 객체들간의 X축의 위치 연산자이며, Py는 객체들간의 Y축의 위치 관계를 나타내는 연산자이다. 이 방법은 정확 매치(exact match)와 근사 매치(approximate match)로 구분된다.

- 정확 매치:(객체 1, 객체 2, Pxy)
 - 객체 1과 객체 2의 위치 관계성을 기술하기 위해 (그림 6)의 위치 연산자를 사용한다. 위치 연산자 Pxy은 (Px, Py)으로 구성되며 객체들의 크기를 고

려한 2차원 아이코닉 이미지의 색인을 표현한다.

- 근사 매치:(객체 1, 객체 2, 근사 Pxy)
 - 객체 1과 객체 2의 2차원의 대략적인 위치 관계성을 기술하기 위해 정확 매치의 위치 연산자를 확장한 방법으로 X축, Y축의 위치 연산자는 다음과 같이 구성된다.
 - 기준 객체 앞에 있는 경우(>|>) →>
 - 기준 객체 내부에 있는 경우(X|, X, |X) →X
 - 기준 객체 외부에 있는 경우(|<, <, <|) →<
 - 기준 객체 뒤에 있는 경우(<, <|, <<) →<
 - 객체 1과 객체 2의 위치 관계성이 같은 경우(=) →=

예를 들어, 만일 기준 객체 앞에 있는 경우는 '>', '|>', '>'이나 근사 매치를 위해 '>'을 대표로 표현한다. 객체 1과 객체 2의 위치 관계성이 같은 경우는 '='으로 한다.

3.3 색인 표현 예

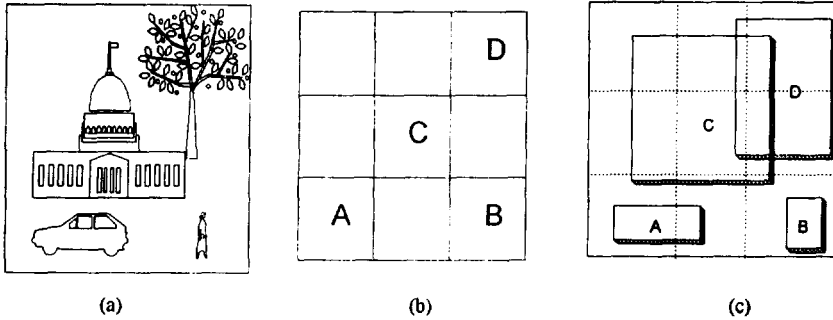
본 논문에서 제안하는 2차원 아이코닉 이미지 색인 표현 방법에 근거하여 (그림 7)의 (a)에 대한 색인 표현은 다음과 같다.

3.3.1 Extended 9-DLT 방법

(그림 7)의 (b)는 기존의 Extended 9-DLT 색인 표현을 위한 심볼릭 투영이다. 2차원의 9-DLT 코드를 통해 객체들의 평면상의 관계를 나타내기 위한 심볼릭 투영으로, 실제의 이미지에서의 각각의 객체의 중심점에 해당되는 위치가 심볼릭 표현상의 심볼들로 객체들이 표시된다. 심볼 A는 차를 나타내고, B는 사람을, C는 건물을 나타내며, D는 나무를 나타낸다.

- 정확 매치:(AB7), (AC8), (AD8), (BC2), (BD1), (CD8)
- 근사 매치:(AB0), (AB7), (AC0), (AC1), (AC7), (AC8), (AD0), (AD1), (AD7), (AD8), (BC0), (BC1), (BC2), (BC3), (BD0), (BD1), (CD0), (CD1), (CD7), (CD8)

위의 표현에서 정확매치의 경우에는 Extended 9-DLT 색인 표현에서 type-1의 색인 표현을 말하는 것이고, 근사 매치의 경우에는 Extended 9-DLT 색인 표현에서 type-0에 해당되는 표현을 나타내고 있다.



(그림 7) 실제 이미지의 심볼릭 투영의 예
(Fig. 7) The example of real image and symbolic projection

예를 들어, 정확 매치 색인 표현 (AB7)은 (그림 3)의 9-DLT 코드에서 객체 A를 기준으로 객체 B는 동쪽의 방향 관계를 나타내고, (BC2)는 객체 B를 기준으로 객체 C는 남서쪽의 방향 관계를 나타낸다.

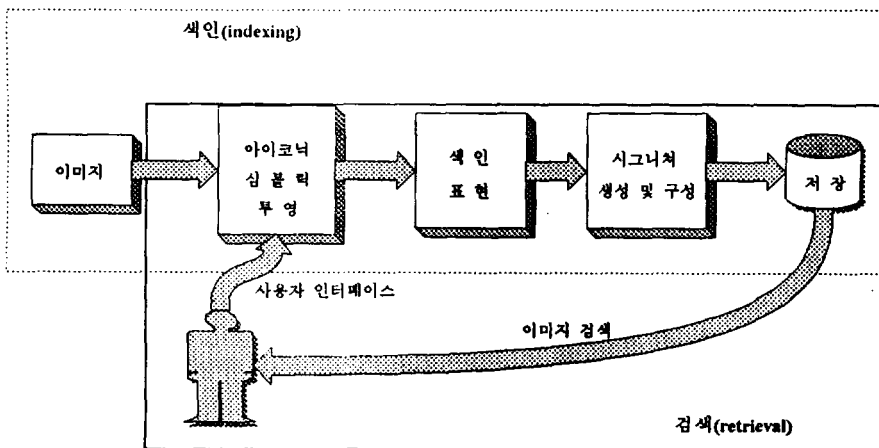
(BC<>>), (BD<>>>), (CD>>>)

- 근사 매치: (AB><>), (AC>>), (AD>>>), (BC<>), (AD<>>>), (CD>>>)

3.3.2 제안한 2차원 아이콘 이미지 색인 표현 방법 (그림 7)의 (c)는 본 논문에서 제안한 심볼릭 투영이다. 이 투영 방법은 최소 사각형 법칙을 이용하여 실제의 이미지에 있는 객체의 크기를 유지하여 표현한 방법으로 객체들간의 위치와 방향 관계가 정확하게 표현될 수 있다.

예를 들어, 정확 매치 색인 표현 (AB><>)은 객체 A와 객체 B가 (그림 6)의 위치 연산자에서 X축으로는 'strictly after'의 관계, Y축으로는 'includes'의 관계가 있음을 나타낸다. 또한 근사 매치의 경우에는 기존의 Extended 9-DLT 방법에서는 근사 매치의 공간 관계를 나타내는 단어의 개수가 평균적으로 정확 매치의 3배를 생성시킨다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법에서는 정확 매치와 근사 매치에서 모두 같은 개수의 공간 관계를 나타내는 단어가 생성된다.

- 정확 매치: (AB><>), (AC>>>), (AD>>>>),



(그림 8) 공간 매치 검색 시스템 구성도
(Fig. 8) The diagram of spatial match retrieval system

4. 시스템 구성도

아이코닉(iconic) 이미지 데이터베이스를 위한 공간 매치 검색 시스템의 전체적인 구성도는 (그림 8)과 같다.

4.1 아이코닉 심볼릭 투영(Iconic Symbolic Projection)

실제의 이미지가 입력으로 들어왔을 때 이미지의 객체마다 아이콘을 생성하여 심볼릭 그림(symbolic picture)을 만들어야 하는데, 이 단계는 이미지 처리와 인식 분야에 많은 영향을 받는다. 따라서 본 연구에서는 컴퓨터에 의한 아이코닉 투영을 수행하는 대신에, 전처리 과정을 통하여 해당하는 아이콘이 생성된다고 가정한다. 한편 각각의 객체는 그 객체를 포함하는 최소 경계 사각형(Minimum Bounding Rectangle) 기법을 사용하여 표시한다. 최소 경계 사각형 기법의 장점은 실제 이미지 장면에 있는 객체의 크기를 보존할 수 있으며, 객체와 객체의 위치 관계성을 정확하게 나타낼 수 있다.

4.2 인덱스 표현(Index Representation)

4.1 절에서 이미지를 아이코닉 이미지로 투영한 후, 투영된 아이코닉 이미지를 2차원 아이코닉 이미지 색인 표현 방법을 이용하여 객체들간의 공간 관계성을 표현한다. 인덱스 표현은 기존의 방법과 본 논문에서 제안하는 방법을 통해서 표현 가능하다. 예를 들어, (그림 7)의 심볼릭 그림 (c)에서 제안한 2차원 정확 매치 색인 표현의 경우에는 (AB>><>), (AC>>>), (AD>>>), (BC<<>), (BD<<>>), (CD<<>)으로 표현된다. 색인 표현(AB>><>)의 경우, 객체 A와 객체 B의 관계가 X축으로는 'strictly after', Y축으로는 'includes'의 관계가 있음을 나타낸다.

4.3 시그니처 생성 및 구성

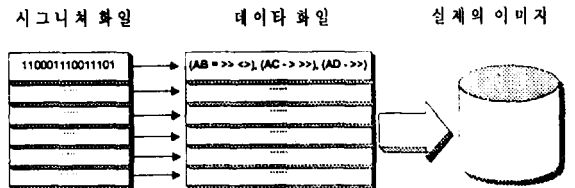
시그니처 화일 기법은 각 레코드에 대한 시그니처를 시그니처 화일에 저장하고, 데이터 화일을 검색하기에 앞서 시그니처 화일을 검색하여 질의를 만족할 가능성이 있는 레코드만을 선택적으로 접근함으로써, 데이터 화일 검색 시간을 감소시키는 텍스트 검색 기법이다. 일반적으로 각 레코드의 시그니처는 단어 시그니처를 비트별로 중첩하여(Bitwise Oring) 구성한

다. 각 단어에 대한 시그니처는 해싱(hashing)을 사용하여 구성하며, 기존의 해싱 방법과는 달리 시그니처 화일에서 사용하는 해싱은 해싱에 따른 결과 비트 스트링의 '1'의 개수가 일정하게 유지되는 방법이다.

(표 1)은 심볼릭 그림 (그림 7)의 (c)에서 생성된 2차원 정확 매치의 색인 표현에 대한 시그니처의 생성 예이다. 아울러 생성된 이미지 시그니처에 대한 시그니처 화일의 구성은 (그림 9)과 같다.

〈표 1〉 시그니처 생성 예
 〈Table 1〉 The example of signature generation

스트링	시그니처
AB>><>	100001000010000
AC>>>	100000100000100
AD>>>	010000100000100
BC<<>	010001000010000
BD<<>>	010000010000001
CD<<>	100000100001000
이미지 시그니처	110001110011101



(그림 9) 시그니처 화일 구성
 (Fig. 9) The composition of signature file

4.4 이미지 검색

사용자가 아이코닉 이미지에 대한 질의를 요구할 경우, 본 논문에서 제안한 2차원 아이코닉 이미지 색인 표현 방법을 통해 질의어가 생성되고, 이미 저장되어 있는 시그니처 화일에서 이미지를 검색한다. 한편 시그니처 화일 기법에서 질의의 선택 조건을 만족하는 레코드를 검색하는 과정은 다음과 같다. 먼저 사용자의 질의로부터 레코드 시그니처를 구성하는 방법과 동일하게 질의 요약을 만들고, 데이터 화일을

접근하기 전 단계로서 시그니처 화일을 접근하여, 질의 요약 비트 패턴(bit pattern)을 포함하는 시그니처들을 추출한다. 이때 추출된 시그니처에 해당되는 레코드는 질의를 만족할 가능성이 있는 레코드로 간주하고, 이러한 레코드만 데이터 화일에서 최종적으로 검색하여 질의를 만족하는 레코드로 추출한다. 그러나 질의를 만족할 가능성이 있지만 실제로 질의를 만족하지 않은 레코드들도 존재하는데 이를 탈락 착오(false drop) 레코드라 한다.

4.5 사용자 인터페이스

기존의 텍스트 데이터베이스에서 지원한 사용자 인터페이스 방식은 이미지 데이터베이스에 적당하지 않다. 따라서 사용자에게 실제 이미지와 유사한 아이코닉 이미지를 보면서 질의를 할 수 있도록, Visual 인터페이스를 제공해야 한다. 예를 들면 Query-by-Iconic 이미지[11, 12]와 같은 인터페이스를 통해서 사용자의 요구에 맞는 질의를 할 수 있도록 한다. 본 논문에서 제안한 시스템에서 사용자 인터페이스는 Sun Sparc 10 기종에서 X-Window를 기반으로 구현하였으며, GiF 화일 포맷을 처리할 수 있도록 구현하였다.

5. 실험 평가

실험 평가 기준으로는 유사도에 근거하여 정확률과 재현율에 근거하였으며 식은 다음과 같다.

$$\text{재현율} = \frac{\text{질의와 매치되는 검색된 이미지 레코드의 수}}{\text{질의와 매치되는 전체 이미지 레코드의 수}}$$

$$\text{정확률} = \frac{\text{질의와 매치되는 검색된 이미지 레코드의 수}}{\text{검색된 전체 이미지 레코드의 수}}$$

한편 유사도는 객체들간의 관계성, 객체의 위치, 객체의 크기에 의해 결정된다. 다시 말하면, 관계성은 질의어의 객체들간의 공간 관계성과 검색된 이미지의 객체들간의 관계성이 서로 비슷함의 정도에 따라서 평가 된다. 위치는 각각의 질의 객체의 이미지내의 상대적 위치와 검색된 이미지의 객체 위치에 따라 결정되며, 아울러 크기는 질의 객체의 크기와 검색된 이미지의 객체의 크기가 서로 비슷함의 정도에 따라 결정된다.

5.1 실험 1 : 가상 데이터의 실험

실제의 이미지가 입력될 때 이미지의 객체마다 아이콘을 생성하여 아이코닉 이미지로 만들어야 하며, 이는 이미지 처리와 인식 분야에 많은 의존을 한다. 따라서 본 논문에서는 전처리 과정을 통해서 아이코닉 이미지가 생성된다고 가정한다. 아이코닉 이미지의 각각의 객체 구성은 객체의 이름, 객체의 크기와 객체의 위치로 구성된다. 실험한 데이터의 구성은 다음과 같다.

1. 전체 객체의 종류는 25가지이다.
2. 하나의 아이코닉 이미지의 구성 객체의 개수는 최소 2개, 최대 10개로 구성된다.
3. 질의는 객체의 개수가 2개, 3개, 4개, 5개일 때, 각각 객체들간의 공간 관계성에 의해 생성되는 질의어의 개수는 각각 1개, 2개, 6개, 10개가 된다.

실험을 위한 이미지의 개수는 10,000개이며, 1,000번의 질의를 통한 결과는 (표 2)과 같다.

<표 2> 2차원 아이코닉 이미지 검색의 정확률
<Table 2> The precision of twodimensional iconic image retrieval

질의 객체의 수	2차원 방법		Extended 9-DLT 방법		제안한 2차원 색인 표현 방법	
	근사매치	정확매치	근사매치	정확매치	근사매치	정확매치
2		12	19	20	92	
3		39	52	56	94	
4		45	50	50	93	
5		47	53	53	95	
정 확 률		35.6	43.5	45.2	93.5	

(표 2)의 결과와 같이 2차원에 대해서는 기존의 9-DLT를 이용한 Chang과 Jiang의 방법보다 본 논문에서 제안한 방법이 정확률면에서 근사 매치와 정확 매치 각각에 대하여 10.4%, 50%의 성능 향상을 나타낸다. 본 논문에서 제안한 방법이 기존의 제안한 방법보다 정확률면에서 좋은 결과를 보이는 이유는 아이코닉 이미지 기술 방법에서 객체를 점으로 나타낼 경우의 문제를 처리하였기 때문이다. 아울러, 실험 평가

를 통해 제안한 2차원 색인 표현 방법이 정확 매치인 경우 평균적으로 93.5%의 정확도를 얻음을 보였다.

5.2 실험 2 : 실제 데이터의 실험

본 논문에서 제안한 아이콘 이미지들의 공간 색인 표현 방법들의 효율성을 보이기 위해서 실제의 이미지를 얻어 수작업을 통해 심볼릭 투영을 하여 실험하였다. 실험 데이터로는 본 논문에서 제안한 방법들의 효율성을 입증하기 위해 실내 인테리어 디자인에 대한 이미지를 사용하였다. 실험 데이터는 다음과 같이 구성된다.

1. 이미지의 내용은 실내 인테리어 디자인을 사용하였다.
2. 실제의 이미지내에 존재하는 객체의 종류는 20가지로 하였다. 예를 들면, 침대, 의자, 소파, 식탁, 책상, 전등, 스탠드 등으로 구성된다.
3. 질의어는 객체의 개수를 2, 3, 4, 5로 할 경우에 질의어는 1개, 2개, 6개, 10개로 구성된다.

실험을 위한 이미지의 개수는 100개이며, 10번의 질의를 통한 결과는 (표 3)과 같다.

<표 3> 2차원 아이콘 이미지 검색의 정확률과 재현율
<Table 3> The precision and recall ratio of two dimensional iconic image retrieval

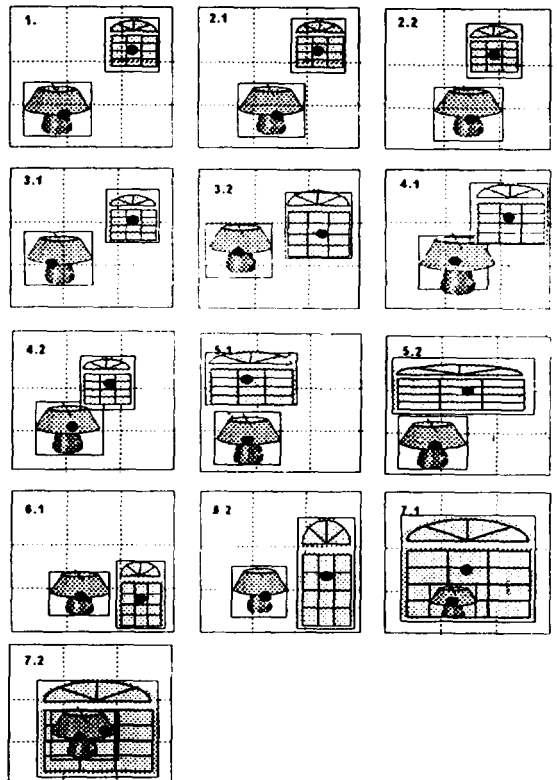
평가인자	2차원 방법		제안한 2차원 색인 표현 방법	
	Extended 9-DLT	Extended 9-DLT	Extended 9-DLT	Extended 9-DLT
	근사매치	정확매치	근사매치	정확매치
정 확 률	20	38	30	94
재 현 율	100	100	100	100

(표 3)의 결과와 같이 기존의 9-DLT를 이용한 Chang과 Jiang의 방법보다 본 논문에서 제안한 방법이 정확률면에서 근사 매치와 정확 매치 각각에 대하여 10%, 56%의 성능 향상을 나타낸다. 또한 재현율면에서는 두 방법이 모두 100%에 해당되는 값을 얻을 수 있었다. 그러나 실제의 이미지를 통한 실험의 결과가 정확률면에서 가상의 실험결과와 약간의 오차는 이미지의 개수가 100개로 너무 적은수를 통한

실험 때문이었으며, 정확률 판단에서 사용자의 판단 기준의 차이 때문이다. 또한 재현율면에서는 기존의 방법과 제안한 방법들 모두 100%에 해당하는 값을 얻었는데 이는 질의의 결과가 사용자가 원하는 그 이상의 모든 그림을 검색하기 때문이다. 아울러 저장 공간측면에서는 기존의 9-DLT방법과 본 논문에서 제안하는 방법간에 정확매치의 경우에는 같은 수의 인덱스가 생성되며, 근사매치의 경우에는 대략 1/3 가량의 인덱스가 생성된다. 또한 접근기법의 응답시간은 지금까지 연구 되어온 시그니처 화일의 접근 기법에 따라 영향을 가지게 된다.

5.2.1 질의어의 분류

질의의 객체가 2개일 경우 생성되는 질의어는 1개가 되는데 이 질의의 객체들을 심볼릭 투영을 했을 때 객체들간의 공간 관계에 의해 생성되는 질의어의 종류는 다음과 같으며 (그림 10)에 나타나 있다.



(그림 10) 질의 이미지 분류 예
(Fig. 10) The example of classified query image

1. X축, Y축에 대해서 서로 접하지 않을 경우
2. X축에는 겹쳐져 있고, Y축으로는 떨어져 있는 경우
3. X축으로는 떨어져 있고, Y축으로는 겹쳐진 경우
4. X축, Y축 모두 겹쳐진 경우
5. X축으로는 포함관계에 있고, Y축으로는 떨어져 있는 경우
6. X축으로는 떨어져 있고, Y축으로는 포함관계에 있는 경우
7. X축, Y축 모두 포함관계에 있는 경우

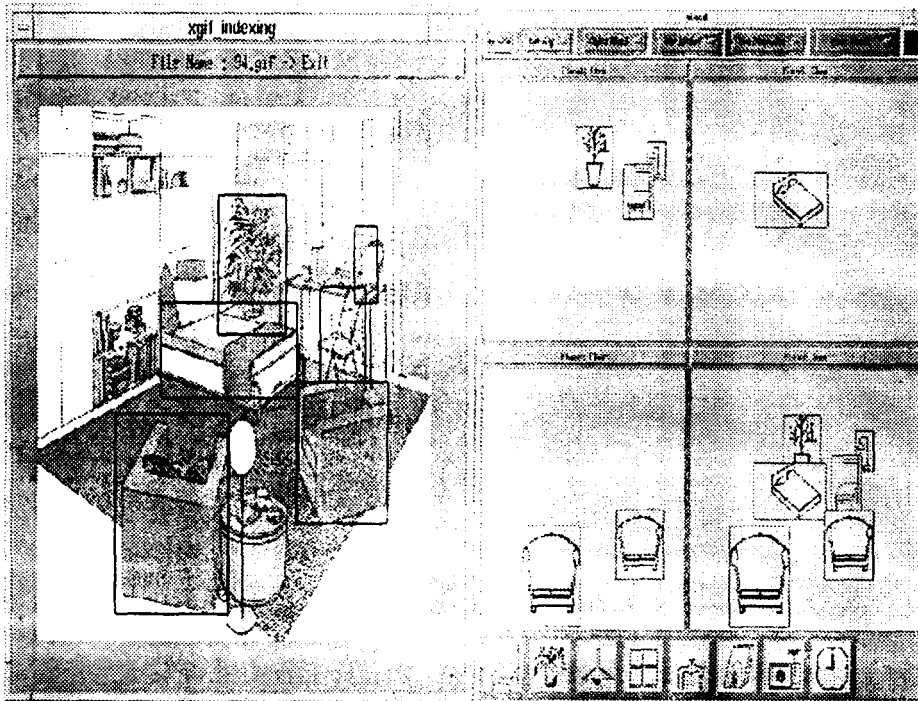
5.2.2 검색 결과의 분석

만일 데이터베이스에 창문과 스탠드가 포함된 이미지가 (그림 10)이라고 가정할 때, 질의를 각각의 질의의 종류에 따라서 9-DLT 방법과 제안한 2차원 색인 방법으로 색인 표현 했을 경우의 질의와 결과와의 관계는 다음과 같다.

■ 질의를 번호 1로 하였을 경우(서로 접하지 않을

경우)

- 9-DLT 방법 검색 결과: 1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.2, 6.2
- 제안한 2차원 방법 검색 결과: 1
- 질의를 번호 2.1로 하였을 경우(X축만 접할 경우)
 - 9-DLT 방법 검색 결과: 1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.2, 6.2
 - 제안한 2차원 방법 검색 결과: 2.1, 2.2
- 질의를 번호 4.1로 하였을 경우(X, Y축에 접할 경우)
 - 9-DLT 방법 검색 결과: 1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.2, 6.2
 - 제안한 2차원 방법 검색 결과: 4.1, 4.2
- 질의를 번호 5.1로 하였을 경우(X축만 포함 관계에 있는 경우)
 - 9-DLT 방법 검색 결과: 2.2, 4.2, 5.1, 7.1
 - 제안한 2차원 방법 검색 결과: 5.1, 5.2
- 질의를 번호 5.2로 하였을 경우(X축만 포함 관계에 있는 경우)
 - 9-DLT 방법 검색 결과: 1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.2, 6.2
 - 제안한 2차원 방법 검색 결과: 5.1, 5.2



(그림 11) 2차원 아이콘 이미지 심볼릭 투영 예
 (Fig. 11) The example of symbolic projection for two dimensional iconic image

본 논문에서 제안한 방법이 기존의 9-DLT 방법보다 정확률면에서 좋은 성능을 보이는 이유는 공간색인 표현 방법에서 기존의 방법에서 점으로 표현하는 문제점을 해결하였기 때문이다. 예를 들면(그림 10)에서 기존의 9-DLT 방법을 사용한 객체들간의 색인 표현 방법에서 1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.2, 6.2번이 같은 색인 표현이 되기 때문에 사용자가 검색하기 원하는 이미지 뿐만 아니라 불필요한 이미지까지 검색 결과로 나타나게 된다. 그러나 본 논문에서 제안한 방법에서는 객체의 크기를 유지하기 위하여 최소 사각형 법칙을 이용하였고, 객체들간의 위치적인 관계를 표현하기 위하여 (그림 7)의 위치 연산자를 사용하였기 때문에 기존의 방법보다 우수한 성능을 보인다.

5.3 사용자 인터페이스

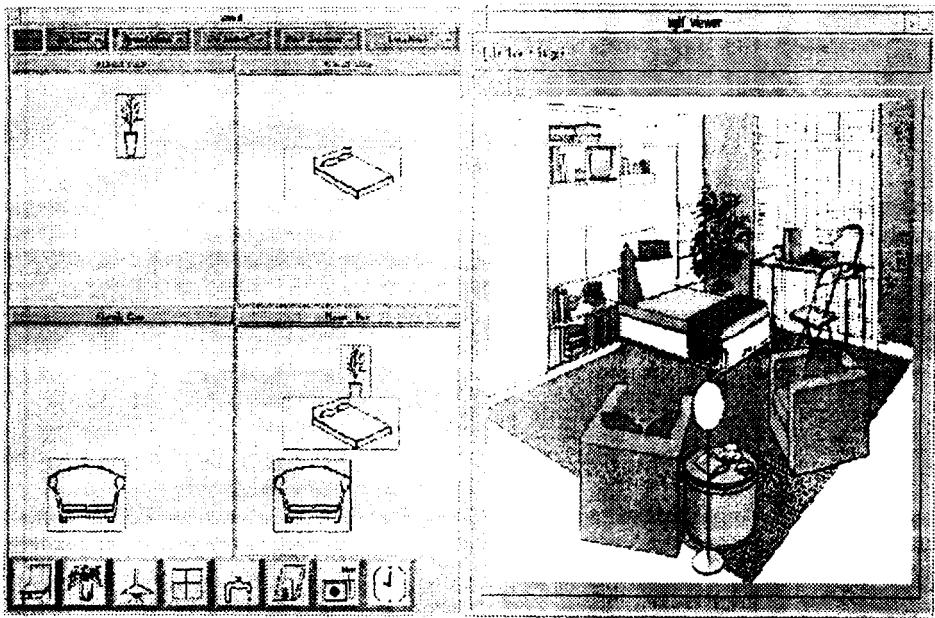
기존의 텍스트 데이터베이스에서 지원한 사용자 인터페이스 방식은 이미지 데이터베이스에 적당하지 않다. 따라서 본 논문에서는 색인과 검색을 편리하게 하기 위한 사용자 인터페이스를 구현하였다.

5.3.1 색인을 위한 인터페이스 예

이미지의 심볼릭 투영은 이미지 처리에 많은 영향을 받기 때문에, 본 논문에서는 이미지의 심볼릭 투영을 수작업으로 하는데 편리성을 주기 위해서 사용자 인터페이스를 구성하였다. 수작업으로 색인을 위한 심볼릭 투영에 대한 실제 이미지와 최소 사각형 법칙을 이용한 심볼릭 투영에 대한 예는 (그림 11)과 같다.

5.3.2 검색을 위한 인터페이스 예

사용자에게 실제 이미지와 유사한 아이콘 이미지들을 보면서 질의를 할 수 있도록, 비주얼 인터페이스를 구성하였다. 본 논문에서 구성한 비주얼 인터페이스의 검색을 위한 질의와 검색 결과의 예는 (그림 12)와 같다. (그림 12)에서 인터페이스의 아래에 있는 아이콘의 구성은 객체들의 다양한 개층을 나타낸다. 예를 들면, 가장 왼쪽의 아이콘을 클릭했을 때 가구에 해당되는 객체들이 나열된다. 즉 가구에 해당되는 '의자', '소파', '책상', '탁자' 등이 나타난다.



(그림 12) 질의와 결과 예
(Fig. 12) The example of query and result

6. 결 론

최근 컴퓨터 기술의 발달로 텍스트 데이터를 처리하던 정보 처리 기술은 멀티미디어 데이터를 효과적으로 처리할 수 있게 되었다. 특히 이미지 데이터 베이스 시스템의 경우에 사용자는 이미지 내의 객체들 뿐만 아니라 객체들간의 공간 관계에 대한 질의를 요구하게 된다. 이를 위한 기존의 연구는 2D-스트링 방법과 9-DLT 방법등의 연구가 진행되었다. 그러나 이들 방법은 객체들을 심볼릭 투영으로 나타낼때 점으로 표시되기 때문에 객체들의 공간상의 관계 기술에 부정확성을 나타내었다.

따라서 기존의 단점을 보완하기 위하여 본 논문에서는 시그니처를 이용한 아이코닉 이미지의 내용-본위(content-based)검색을 효율적으로 수행하기 위해, 2차원 아이코닉 이미지의 색인 표현(index representation) 방법을 제안하였다. 2차원 방법에서 위치연산자의 사용과 심볼릭 그림을 나타내는데 최소 사각형 법칙을 사용하여 보다 정확한 공간 관계 색인 표현 방법을 제안하였다. 아울러 제안한 방법의 효율성을 보이기 위해, 가상의 아이코닉 이미지 데이터를 만들어 기존의 방법과 제안한 방법간에 정확률면에서 성능 평가를 수행하였다. 성능평가 결과, 기존의 2차원 Extended 9-DLT 방법보다 본 논문에서 제안한 2차원 아이코닉 이미지 색인 표현 방법이 정확 매치의 경우 56%, 근사 매치의 경우 10.4%의 정확률 향상을 보였다.

실제의 응용분야로는 사용자가 이미지의 공간 관계성을 요구하는 건축이나, 실내 인테리어 디자인 등에서 필요하게 된다. 본 논문에서는 제안한 방법을 실제의 실내 인테리어 디자인 이미지에 대해 적용하였을 경우 제안한 방법이 기존의 Extended 9-DLT 방법보다 정확한 이미지를 검색 결과로서 얻을 수 있었다. 또한 기존의 텍스트 정보 검색 시스템에서 사용한 사용자 인터페이스는 이미지 정보 검색 시스템에서는 부적합하기 때문에 본 시스템에서는 Visual 사용자 인터페이스를 구현하였다.

향후 연구 과제는 대용량의 실제 이미지 데이터를 심볼릭 투영을 통해 아이코닉 이미지로 만들어 본 논문에서 제안한 방법의 효율성을 보이는 것이다. 또한 실제의 아이코닉 이미지의 변형 즉, 이동(translation),

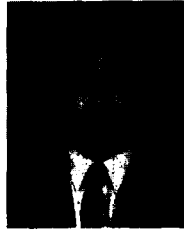
회전(rotation), 확대/축소(scaling), 변형(transformation) 등을 사용한 공간 관계 색인 표현 방법을 연구하는 것이다.

참 고 문 헌

- [1] A. D. Narasimhalu and S. Christodoulakis, "Multimedia Information Systems: The Unfolding of a Reality," *IEEE Computer*, 24(10):6-8, October 1991.
- [2] M. Arya, et al., "Qbism: Extending a DBMS to Support 3D Medical Images," *Tenth Int. Conf. on Data Engineering(ICDE)*, pp. 314-325, February 1994.
- [3] D. Vassiliadis, "The Input-state Space Approach to the Prediction of Auroral Geomagnetic Activity from Solar Wind Variables," *Int. Workshop on Applications of Artificial Intelligence in Solar Terrestrial Physics*, September 1993.
- [4] G. M. Petrakis and S. C. Orphanoudakis, "Methodology for the Representation, Indexing and Retrieval of Images by Content," *Image and Vision Computing*, 11(8):504-521, October 1993.
- [5] C. Gennaro, T. Genoveffa and A. Timothy, "A Unifying Approach to Iconic Indexing for 2-D and 3-D Scenes," *IEEE Trans. Knowledge. Data Eng.*, vol. 4, No. 3, pp. 205-222, June 1992.
- [6] A. D. Bimbo, M. Campanui, and P. Nesi, "A Three-Dimensional Iconic Environment for Image Database Querying," *IEEE Trans. on Software Engineering*. Vol. 19, No. 10, pp. 997-1010, 1993.
- [7] C. C. Chang, and J. H. Jiang, "A Fast Spatial Match Retrieval Using a Superimposed Coding Techniques," *International Symposium on ADTI (Nara, Japan)*, pp. 71-78, 1994.
- [8] S. Y. Lee and M. K. Shan, "Access Methods of Image Database," *International Journal. Pattern Recognition. Artificial Intell.*, vol. 4, pp. 27-44, 1990.
- [9] C. C. Chang, "Spatial Match Retrieval of Sym-

bolic Pictures," Journal of Information Science and Eng., pp. 405-422, 1991.

- [10] J. Halpern and Y. Shoham, "A propositional Model Logic of Time Intervals," J. Ass. Comput. Match., vol. 38, pp. 935-962, Oct. 1991.
- [11] T. Joseph and A. Cardenas, "PICQUERY: A High Level Query Language for Pictorial Database Management," IEEE Trans. Software Eng., vol. 14, pp. 630-638, May. 1988.
- [12] T. Kato, "Database Architecture for Content-based Image Retrieval," Image Storage and Retrieval Systems, SPIE, vol. 1662, pp. 611-629, 1992.



장재우

- 1984년 서울대학교 공과대학 전자계산기공학과 졸업
- 1986년 한국과학기술원 전산학과 석사학위 취득
- 1991년 한국과학기술원 전산학과 박사학위 취득
- 1991년 3월~현재 전북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 조교수로 재직

관심분야: 데이터베이스 접근 기법, 텍스트 검색 기법, 멀티미디어 데이터베이스 등



장기진

- 1994년 전북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 졸업
- 1996년 전북대학교 공과대학 컴퓨터공학과 석사학위 취득
- 1996년 7월~현재 한국정보통신(주) 연구원으로 재직

관심분야: 데이터베이스 접근 기법, 멀티미디어 데이터베이스, 하이퍼텍스트 등