[UCI]I804:24011-200000231823

2006년 2월
석사학위논문

인지적 공간관계 표현을 적용한 의미적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현

조선대학교 대학원

전자계산학과

황 명 권

조선대학교
CHOSUN UNIVERSITY
100353532 2006-08-10

인지적 공간관계 표현을 적용한 의미적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현

Design and Implementation of the Semantic Image Retrieval System using the Representation of the Cognitive Spatial Relationship

2006년 2월 일

조선대학교 대학원

전자계산학과

황 명 권

인지적 공간관계 표현을 적용한 의미적 이미지 검색 시스템 설계 및 구현

지도교수 김 판 구

이 논문을 이학석사학위신청 논문으로 제출함.

2005년 10월 일

조선대학교 대학원

전자계산학과

황 명 권

황명권의 석사학위논문을 인준함

위원장 조선대학교 교수 조 범 준

위 원 조선대학교 교수 김 충 원

위 원 조선대학교 교수 김 판 구

2005년 11월 일

조선대학교 대학원

목 차

목 차 ····· i
표 목 차 ····· iii
도 목 차 ····· iv
ABSTRACT ····· v

제1장 서 론 ····· 1
제1절 연구배경 ····· 2
제2절 연구범위 및 내용 ····· 3

제2장 관련 연구 ····· 4
제1절 기존 이미지 검색 시스템 조사 분석 ····· 4
1. 텍스트기반 이미지 검색기법 ····· 5
2. 내용기반 이미지 검색기법 ····· 6
3. 온톨로지기반 이미지 검색기법 ····· 8
제2절 Spatial Description Logic ····· 10
제3절 워드넷 ····· 12

제3장 인지적 공간관계 표현을 위한 연구 ····· 14
제1절 인지적 공간관계 연구의 배경 ····· 14
제2절 인지적 공간관계의 정의 ····· 16
제3절 인지적 공간관계 온톨로지 구축 ····· 19

제4장 인지적 공간관계를 적용한 이미지 검색 시스템 ····· 23

제5장 시스템의 실험 및 비교 • 평가 ····· 28
제1절 실험 ····· 28
제2절 비교 • 평가 ····· 32

제6장 결론 및 향후 연구 ····· 36

참고문헌 ····· 37

표 목 차

[표 1] RCC-8의 Relations와 Definition ····· 11
[표 2] RCC-8의 Relations와 Definition ····· 11
[표 3] 기존 이미지 검색 시스템에서 공간관계 표현 ····· 15
[표 4] 사용자들이 인식한 인지적 공간관계 ····· 15
[표 5] 워드넷 단어들과 비교한 공간동사 ····· 20
[표 6] 옥스퍼드 사전기반의 공간조사 ····· 20
[표 7] OWL 공간관계 온톨로지 ····· 22
[표 8] 시스템의 구성 ····· 23
[표 9] [그림 13]에 대한 온톨로지 ····· 25
[표 10] 본 시스템의 이미지 온톨로지 생성 루틴 ····· 26
[표 11] 본 시스템의 이미지 검색 세부루틴 ····· 27
[표 12] 실험 결과 ····· 29

도 목 차

[그림 1] 내용기반 이미지 검색 시스템 구조 ····· 6
[그림 2] 온톨로지기반 이미지 검색을 위한 이미지 분류 ····· 9
[그림 3] RCC-8의 기본적 공간관계 ····· 10
[그림 4] 워드넷 실행 화면 ····· 13
[그림 5] 영역기반 공간관계 이미지 검색 시스템 ····· 14
[그림 6] 인지적 공간관계 모델 ····· 16
[그림 7] 모델 생성 과정 ····· 17
[그림 8] TPP(A,B), NTPP(A,B) 이미지 샘플 ····· 17
[그림 9] TPP(A,B), PO(A,B) 이미지 샘플 ····· 18
[그림 10] 설문조사 결과의 일부예제 ····· 19
[그림 11] 공간관계 온톨로지의 계층도 ····· 21
[그림 12] 시스템 전체 구조 ····· 23
[그림 13] 'Woman drive the Car' 예제 이미지 ····· 24
[그림 14] 관리자 인터페이스 ····· 28
[그림 15] 사용자 인터페이스 ····· 30
[그림 16] 사용자 인터페이스 ····· 30
[그림 17] 사용자 인터페이스 ····· 31
[그림 18] 이미지 샘플 ····· 32
[그림 19] 내용기반 이미지 검색기법의 형태 추출 ····· 33
[그림 20] 내용기반 이미지 검색 기법의 질의 방식 ····· 33
[그림 21] 카테고리 기반 이미지 검색 시스템 ····· 34

ABSTRACT

Design and Implementation of the semantic Image Retrieval System using the Representation of the Cognitive Spatial Relationship

Hwang, Myung-Gwon
Advisor : Prof. Kim, Pan-Koo, Ph.D
Department of Computer Science
Graduate School of Chosun University

In present day, there are a number of image data in the web because of the development of the image acquisition devices. So, many researchers have been studying about the image retrieval and management. Keyword matching, contents-based and concept-based methods are the basic studies for the image retrieval. In this paper, we suggest the new image retrieval methodology using the cognitive spatial relationships between the objects in the image. There were the similar studies already using the spatial relationships. However, the studies have the limitations and don't give the good search results. We think to need the new methodology for representing the spatial relationships. It is the cognitive spatial relationships. In our study, we newly define the cognitive spatial relationships and apply it to the image retrieval system. At the result, we realized that our methodology make possible the semantic image retrieval.

제1장 서 론

현재 웹에는 일반 문서, 이미지, 사운드와 동영상 등 무수히 많은 데이터들이 존재한다. 이에 따라 google, yahoo, lycos등의 세계적 웹 검색 엔진들이 등장하였고, naver, daum, paran 등의 국내 웹 검색 엔진들도 운영되고 있다. 하지만 아직 텍스트 기반으로 된 문서가 가장 많은 부분을 차지하고 있고 대부분의 검색엔진들 또한 단순 텍스트 매칭을 기반으로 한 정보 검색 방식이 주를 이루고 있다. 이러한 텍스트 매칭 검색 방식은 사용자에게 충분한 정보를 웹으로부터 제공하고 있다 [1,2,3]. 그러나 디지털 카메라, 스캐너, 카메라 장착 휴대폰 등의 디지털 이미지 생성 기술과 장비들이 대량 개발되고 보편화되면서 웹에는 많은 이미지 데이터들이 존재하게 되었다. 또한 이미지 데이터는 수많은 정보를 포함하고 있고, 일반적으로 간단한 주석 처리를 통해 저장되기 때문에 기존의 검색 방식인 키워드 매칭을 이미지 검색에 적용하는 것은 효율적이지 못하다. 이에 본 논문에서는 이미지가 포함하는 객체들 사이의 공간관계를 이용하여 이미지 검색 기법에 적용하고자 한다. 우선 설문조사를 통해 사람이 이미지를 보고 인식하는 객체들 사이의 인지적 공간관계를 정의하고 인지적 공간관계와 워드넷(WordNet) 그리고 옥스퍼드 사전(OXFORD Dictionary)을 바탕으로 인지적 공간관계 온톨로지를 구축한다. 마지막으로 공간관계 온톨로지를 이미지 검색 시스템에 적용하여 더 의미적이고 정확한 이미지 검색 기법을 제안한다.

제1절 연구배경

웹은 1989년 팀버너스리(Tim Berners-Lee)에 의해 창시된 후 지금까지 급속도로 성장했고, 일반 문서뿐 아니라 이미지를 비롯한 각종 멀티미디어 정보들이 폭발적으로 증가하였다. 이로 인해 현재는 모든 정보를 웹을 통해 얻을 수 있으며 정보를 찾기 위한 많은 검색 엔진들이 개발되었다. 이러한 검색 엔진들을 통해 일반 문서 검색에는 충분한 결과를 제공하지만, 많은 내용을 포함하고 있는 이미지 정보 검색에는 적절치 못하다. 기존의 이미지 검색 기법으로는 텍스트기반(Text-based) 이미지 검색기법, 내용기반(Contents-based) 이미지 검색기법과 온톨로지기반(Ontology-based) 이미지 검색기법이 대표적이다 [4,5,6]. 하지만 이러한 방법들은 사용자들에게 좋은 결과를 제공하지 못하고 있다. 가장 큰 이유는 컴퓨터가 이미지에 포함된 내용을 사람과 같이 객관적이고 의미적으로 판단하지 못하기 때문이다. 이에 본 연구에서는 정확하고 의미적인 검색결과를 제공할 이미지 검색기법을 제안하고, 이를 실제 검색 시스템에 적용하여 우월성을 입증하였다.

제2절 연구범위 및 내용

본 논문의 구성과 내용은 다음과 같다. 2장에서는 기존에 사용되었던 이미지 검색기법들, 공간관계를 표현한 Description Logic과 워드넷에 관한 내용 등 본 논문과 관련된 연구를 소개한다. 3장에서는 본 논문에서 주장하고자 하는 인지적 공간관계 표현을 적용한 의미적 이미지 검색기법에 필요한 배경과 인지적 공간관계들의 정의와 공간관계 온톨로지 구축 과정에 대해 서술한다. 그리고 4장에서는 실제로 인지적 공간관계 온톨로지를 적용하여 구현한 이미지 검색 시스템에 대해 자세히 기술하고, 5장에서 기존 시스템들과 비교하여 본 시스템의 우월성을 입증한다. 마지막으로 6장에서는 본 연구에 대한 결론과 향후 연구방향 그리고 본 연구의 비전을 제시한다.

제2장 관련 연구

제1절 기존 이미지 검색 시스템 조사 분석

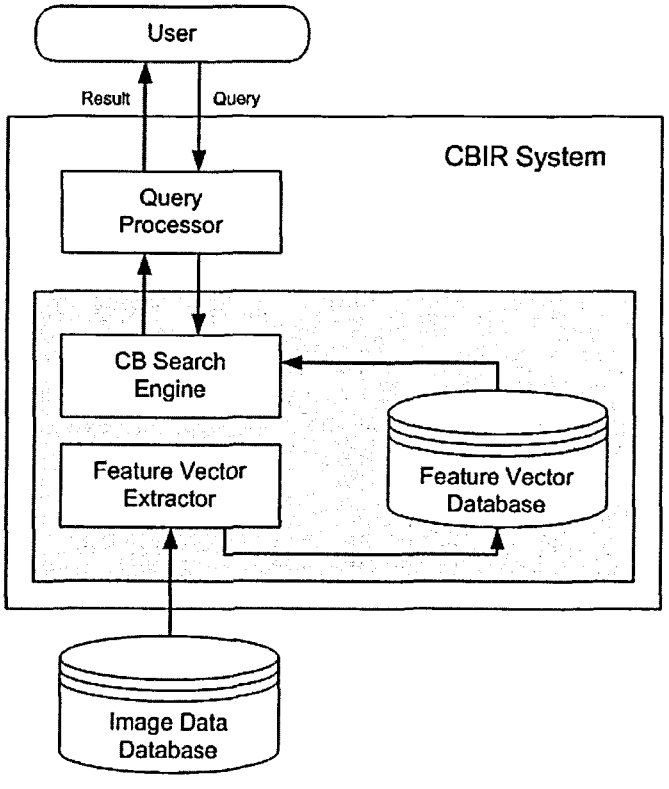
현재 가장 많이 사용되고 있는 이미지 검색 기법들인 텍스트기반 이미지 검색과 내용기반 이미지 검색 그리고 가장 이슈화되고 있는 온톨로지기반의 이미지 검색 기법에 대해 조사하였다. 조사된 기법들의 특징들을 세세히 기술하고, 사람들이 원하는 의미적이고 정확한 이미지 검색을 위해 부족한 문제점들을 지적하여 본 연구를 통해 해결하고자 하였다.

1. 텍스트기반 이미지 검색기법(Text-based Image Retrieval)

현재 이미지 검색기법들 중 가장 다루기 쉽고 널리 사용되고 있는 텍스트 기반 이미지 검색기법은 이미지 데이터에 이미지의 내용을 표현하는 주석을 추가하여 검색어와 주석을 매치하여 응답하는 것이다. 다시 말해, 이는 이미지의 주제나 특정 구성요소에 대해 문자 및 수치코드 등의 텍스트 정보를 기입하여 데이터베이스에 이미지와 함께 저장 후에, 검색 엔진 자체에서 이미지에 대한 질의어와 일치하는 이미지 정보를 검색하는 것이다 [7,8]. 이러한 방식의 단점은 데이터베이스에 저장되어 있는 정확한 텍스트 정보를 사람이 파악하지 못한다는 것과 단순히 텍스트 매칭으로 검색이 이루어지기 때문에 연관되어 있는 여러 정보들을 보여줄 수 없다는 것이다 [12]. 이러한 결과의 가장 큰 이유는 이미지 정보가 인간의 주관적인 생각에 의해 작성된다는 것이다. 특정 이미지에 대한 주제는 인간이 느끼는 순간의 감정, 살아온 환경, 배경지식 및 교육의 깊이 등에 따라 다를 수 있고, 또한 이미지가 포함하고 있는 개체의 크고 작은 속성들 사이에서 어느 것이 더 중요한지 역시 사람에 따라 달라질 수 있기 때문이다. 이러한 이미지에 대한 주관적 정보를 사용하는 텍스트 기반 이미지 검색기법은 정확도가 현저히 떨어지는 반면 대부분의 검색 엔진들이 사용하고 있는 모순을 갖고 있다.

2. 내용기반 이미지 검색기법(Contents-based Image Retrieval)

내용기반 이미지 검색기법은 이미지가 포함하는 하위레벨의 특징인 색상, 질감, 모양, 패턴과 공간적인 위치 등을 분석하고 이러한 정보를 수치화하여 데이터베이스에 저장한다. 그리고 하위레벨의 질의어나 상위레벨(텍스트)의 질의방식을 사용하여 검색할 수 있다 [17].



[그림 1] 내용기반 이미지 검색 시스템 구조

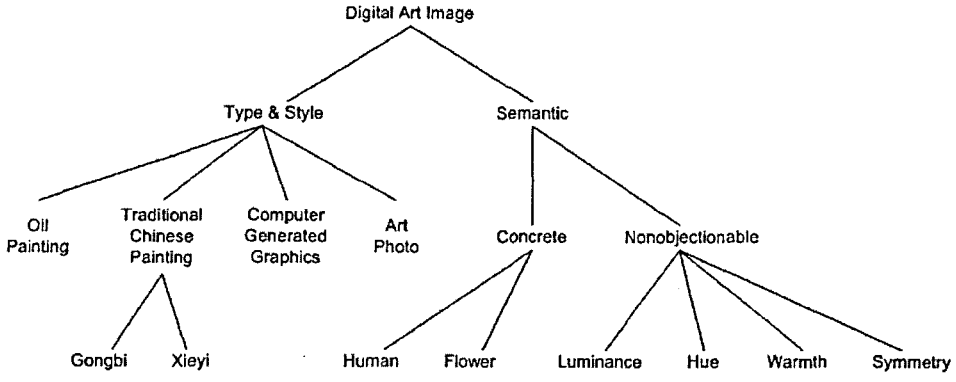
[그림 1]은 내용기반 이미지 검색 시스템의 전체적인 구조를 나타내고 있다. 내용기반 이미지 검색기법은 텍스트기반 이미지 검색기법의 최대 단점인 주관성을 보완하고, 더욱 정확하고 효율적인 이미지 검색을 위해 많은 연구

가 이루어졌다. 그로 인한 ImageRover, Diogenes, Atlas WISE, WebSeer, WebSeek, ImageScape, PicToSeek, WebMars와 Web-WISE 등은 내용기반 이미지 검색을 위해 개발된 대표적인 엔진들이다 [9]. 이러한 내용기반 이미지 검색도구들은 저수준의 특징 추출과 이들 수치를 자동 저장하는 방법을 이용해 의미가 불분명한 이미지의 검색을 가능하게 하였다. 하지만 저수준의 특징을 추출하는 알고리즘의 개발이 어렵고 유지비용 또한 상당하다 [10]. 그리고 이미지를 검색하는 사용자들에게 하위레벨 표현 방식으로 질의하는 것은 사용자가 주로 텍스트 방식의 질의에 익숙하기 때문에 직관적이지 못하고, 상위레벨의 질의어를 사용하더라도 상위레벨의 질의어를 인간이 원하는 하위레벨로의 추출이 어렵다(Semantic Gap)는 단점이 있다.

3. 온톨로지기반 이미지 검색기법(Ontology-based Image Retrieval)

최근 시맨틱 웹(Semantic Web)에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 시맨틱 웹은 단순한 보여주기 위한 웹이 아닌 컴퓨터가 문서에 포함된 개념들의 의미를 이해하고 스스로 새로운 사실을 추론하게 함으로써, 인간과 컴퓨터의 의미적 상호작용을 가능하게 하는 것이다. 이러한 시맨틱 웹에서 핵심이 되는 요소가 바로 세상에 존재하는 자원들을 정의하고 자원과 자원 사이의 관계를 형성하는 온톨로지 구축이다. 온톨로지는 각각의 자원에 대해 상세하게 기술하기 위해 모든 자원을 상/하위 관계로 기본적인 정의를 하고, 각 자원을 나타내는 개념(Concept), 자원들이 갖는 특징들을 속성(Property) 그리고 자원들 사이의 연관성을 관계(Relation)를 이용하여 정의한 명세서이다. 이러한 온톨로지를 사용함으로써 자원들을 체계적이고 명백하게 정의할 수 있으며, 특히 웹의 가장 큰 목적인 의미적인 정보검색이 가능하다.

온톨로지기반의 이미지 검색기법은 단어들 사이에 존재하는 의미적 모호성을 해결할 수 있고, 일반 텍스트검색 시스템의 질의방식과 동일한 인터페이스를 제공할 수 있는 이점이 있다. 기존의 온톨로지기반 이미지 검색 방식들은 이미지들의 공통적인 분류를 분야 또는 주제별로 상위 온톨로지로 미리 구축을 하고, 하위에 각각의 이미지들의 구체적인 분류를 위해 [그림 2]와 같이 필요한 온톨로지를 구축한다. 그리고 이미지를 분류(분야 또는 주제)에 따라 하위 온톨로지의 특정 도메인의 인스턴스로 생성하고 이미지 내의 객체들 또한 미리 분류해 놓은 온톨로지에 인스턴스로 생성하여 이미지 검색에 적용하는 방식이다 [12,13].



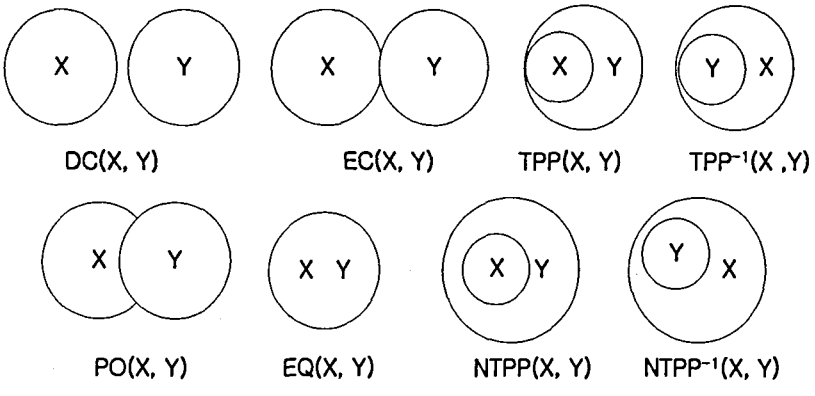
[그림 2] 온톨로지기반 이미지 검색을 위한 이미지 분류

[그림 2]는 [13]에서 제안하는 온톨로지 기반 이미지 검색에서는 중국의 이미지에 대한 계층을 분류해 놓은 것이다. 이러한 온톨로지기반의 이미지 검색은 다른 검색 시스템에 비해 질의에 해당하는 적절하고 의미적인 응답을 제공할 수 있다. 하지만 온톨로지를 구축하고 평가하는 일 등과 같은 이미지 검색보다 온톨로지 자체에 대해 더욱 많은 비중이 차지하는 단점이 있고 현재 사용자들은 이미지가 포함하고 있는 객체들을 이용한 질의를 통해 더욱 구체적인 이미지 검색을 원하기 때문에 이런 점들을 보완할 방법이 필요하다.

제2절 Spatial Description Logic

Spatial Description Logic은 본 연구의 기반이 되는 지식으로, 이미지가 포함하는 객체들 사이의 공간관계를 정의하기 위한 기초이다. Spatial Description Logic은 $\mathcal{ALC}$(Attribute Language with Complement) Description Logic을 기반으로 $\mathcal{RCC}$-8(Region Connection Calculus) 이라는 특정 공간 관계에 대해 Spatial Reasoning을 위한 수식을 적용하여 이루어졌다. $\mathcal{RCC}$-8은 공간 관계 표현과 계층 공간상에서의 일반적인 하부항목인 공간구역 추론을 위한 언어이다 [14,15,16].

$\Delta\mathcal{D}rcc8$은 $\mathcal{ALC}(\mathcal{D}rcc8)$에 속한 콘크리트 도메인(concrete domain)이기 때문에, 공집합을 허용하지 않는다. $\Phi\mathcal{D}rcc8$ 은 구역들 사이의 구성 요소의 기호 관계를 포함한 결합, 교차, 구성(혼합), 역(易)작용을 정의하고, 위의 각각의 요소들을 구체화하면 PO(Proper Overlap), NTPP(Non Tangential Proper Part), TPP(Tangential Proper Part), EQ(EQual), TPP^{-1}(Converse Tangential Proper Part), $NTPP^{-1}$(Converse Non Tangential Proper Part), EC(External Connection) 그리고 DC(DisConnected)로 나타낼 수 있으며, [그림 3]은 이를 도식화한 것이다.



[그림 3] RCC-8의 기본적 공간관계

$\mathcal{RCC}$는 질적인 공간 표현과 추론을 위하여 Randell, Cui, 그리고 Cohn에 의해 설계된 First-Order 이론이다. $\mathcal{RCC}$는 오직 하나의 기본 속성인 $C(X,Y)$를 가지고 있으며, 이는 '공간 X는 공간 Y와 연결되어 있다'로 해석된다. 여기에 기반하여 공간 사이의 다른 관계들의 종류를 정의한다. 기본적 정의는 [표 1]과 같다.

[표 1] RCC-8의 Relations와 Definition

Relations	Definition
DC(X,Y)	'X and Y are disconnected'
EC(X,Y)	'X is externally connected to Y'
PO(X,Y)	'X partially overlaps Y'
EQ(X,Y)	'X is identical with Y'
TPP(X,Y)	'X is a tangential proper part of Y'
$TPP^{-1}(X,Y)$	'Y is a tangential proper part of X'
NTPP(X,Y)	'X is a nontangential proper part of Y'
$NTPP^{-1}(X,Y)$	'Y is a nontangential proper part of X'

위의 정의를 First-Order 언어를 사용하여 Logic으로 표현하면 [표 2]와 같이 표현된다.

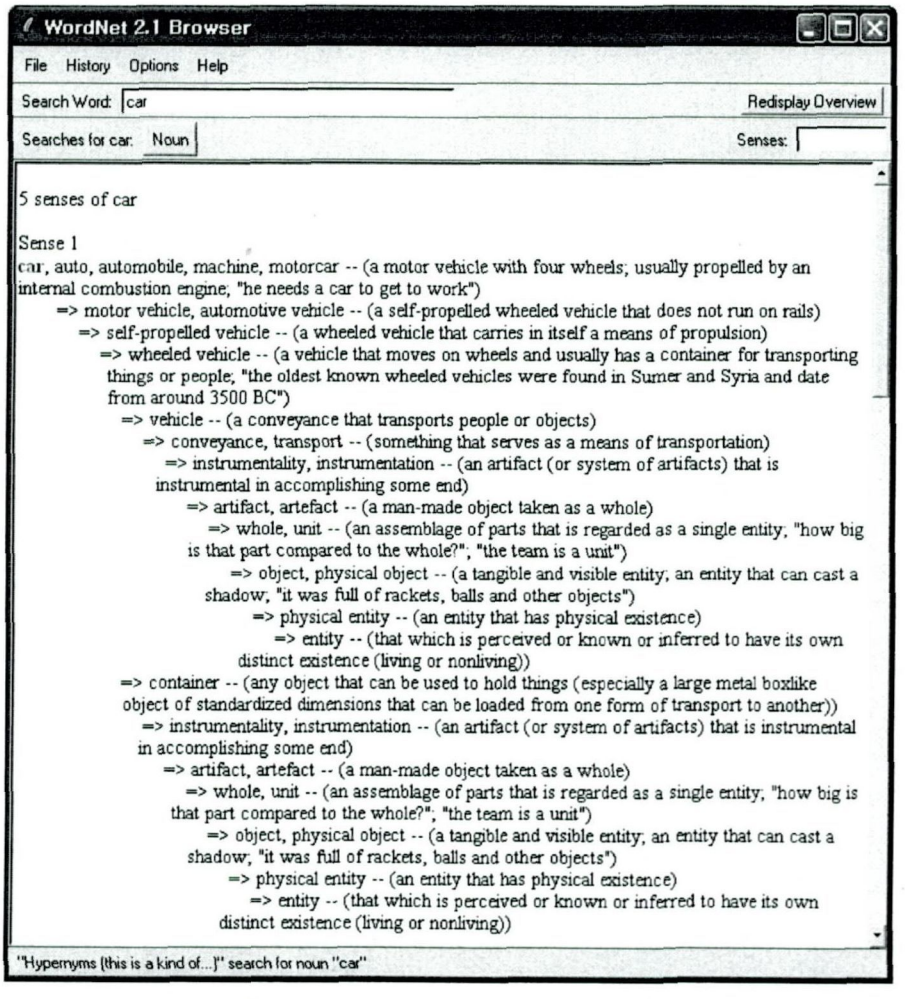
[표 2] RCC-8의 Relations와 Definition

Relations	Definition
$C(X_1,X_2)$	$\exists x\ x \in X_1 \cap X_2$
$DC(X_1,X_2)$	$\neg \exists x\ x \in X_1 \cap X_2$
$EC(X_1,X_2)$	$C(X_1,X_2) \wedge \neg \exists x\ x \in \mathrm{II}\, X_1 \cap \mathrm{II}\, X_2$
$PO(X_1,X_2)$	$\exists x\ x \in \mathrm{II}\, X_1 \cap \mathrm{II}\, X_2 \wedge \exists x\ x \in \mathrm{II}\, X_1 \cap \neg X_2 \wedge \exists x\ x \in \neg X_1 \cap \mathrm{II}\, X_2$
$EQ(X_1,X_2)$	$\forall x (x \in X_1 \leftrightarrow x \in X_2)$
$TPP(X_1,X_2)$	$\forall x\ x \in \neg X_1 \cup X_2 \wedge \exists x\ x \in \mathrm{II}\, X_1 \cap C \neg X_2 \wedge \exists x\ x \in \neg X_1 \cap X_2$
$NTPP(X_1,X_2)$	$\forall x\ x \in \neg X_1 \cup \mathrm{II}\, X_2 \wedge \exists x\ x \in \neg X_1 \cap X_2$

제3절 워드넷(WordNet)

본 연구에서 의미적인 이미지 검색을 하기위해 이미지 내에 포함될 객체들의 도메인 온톨로지를 구축해야 한다. 이미지 검색에서 사용될 도메인 온톨로지는 개념들 사이의 정의가 빠짐없이 잘 되어야 하고, 여러 분야에서 공통적으로 사용할 수 있도록 도메인의 전문가들을 통해 구축되거나, 기존에 작성된 어휘집을 이용해야 하는데, 본 연구에서는 워드넷을 이용하였다.

워드넷은 범용의 초대형 영어 어휘에 대한 온톨로지로서 인간의 어휘지식에 대한 심리언어학 연구의 성과를 토대로, 1985년부터 미국의 프린스턴 대학 인지과학연구실(Princeton University Cognitive Science Laboratory)에서 개발을 시작하였고, 현재는 2.1버전까지 개발이 되었다. 워드넷 2.1은 명사 117,097개, 동사 11,488개, 형용사 22,141개, 부사 4,601개를 정의하고 있으며, 인간의 어휘지식을 최대한 모방하여 각 어휘들의 유의어, 반의어, 상/하위어에 대해 상세히 기술하고 있다 [18]. 워드넷을 이용한 연구에는 자연어 처리, 온톨로지 자동생성 방안, 온톨로지 병합, 개념간의 유사도 측정, 검색 엔진 등 많은 분야에서 활용 및 적용방안을 내놓고 있다. [그림 4]는 워드넷의 실행화면이다.

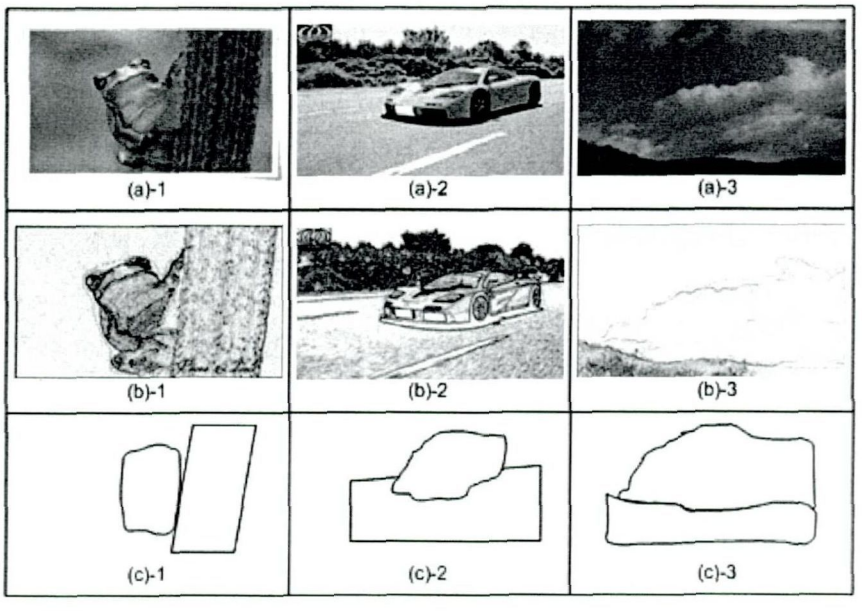

WordNet 2.1 Browser
File History Options Help
Search Word: car
Redisplay Overview
Searches for car: Noun
Senses:
5 senses of car
Sense 1
car, auto, automobile, machine, motorcar -- (a motor vehicle with four wheels; usually propelled by an internal combustion engine; "he needs a car to get to work")
=> motor vehicle, automotive vehicle -- (a self-propelled wheeled vehicle that does not run on rails)
=> self-propelled vehicle -- (a wheeled vehicle that carries in itself a means of propulsion)
=> wheeled vehicle -- (a vehicle that moves on wheels and usually has a container for transporting things or people; "the oldest known wheeled vehicles were found in Sumer and Syria and date from around 3500 BC")
=> vehicle -- (a conveyance that transports people or objects)
=> conveyance, transport -- (something that serves as a means of transportation)
=> instrumentality, instrumentation -- (an artifact (or system of artifacts) that is instrumental in accomplishing some end)
=> artifact, artefact -- (a man-made object taken as a whole)
=> whole, unit -- (an assemblage of parts that is regarded as a single entity; "how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit")
=> object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
=> physical entity -- (an entity that has physical existence)
=> entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))
=> container -- (any object that can be used to hold things (especially a large metal boxlike object of standardized dimensions that can be loaded from one form of transport to another))
=> instrumentality, instrumentation -- (an artifact (or system of artifacts) that is instrumental in accomplishing some end)
=> artifact, artefact -- (a man-made object taken as a whole)
=> whole, unit -- (an assemblage of parts that is regarded as a single entity; "how big is that part compared to the whole?"; "the team is a unit")
=> object, physical object -- (a tangible and visible entity; an entity that can cast a shadow; "it was full of rackets, balls and other objects")
=> physical entity -- (an entity that has physical existence)
=> entity -- (that which is perceived or known or inferred to have its own distinct existence (living or nonliving))
"Hypernyms (this is a kind of...)" search for noun "car"

[그림 4] 워드넷 실행 화면

제3장 인지적 공간관계 표현을 위한 연구

제1절 인지적 공간관계의 배경

이미지가 포함하는 객체들 사이의 공간관계를 사용하는 기존의 이미지 검색 시스템에서는 먼저 객체들 사이의 윤곽선을 추출하였다. 그리고 시스템은 객체들의 영역들에 기반(Region-based)하여 공간관계를 적용하였다. 이러한 경우에 가장 큰 문제점은 시스템에 의존하는 객체 추출이 정확하지 않고, 객체들 사이의 공간관계 분석이 의미적이지 않거나 잘못 표현된다는 것이다. [그림 5]는 일반적인 공간관계를 적용한 기존의 이미지 검색 시스템을 설명한 것이다.



[그림 5] 영역기반 공간관계 이미지 검색 시스템

(a)원본 이미지, (b)객체들의 윤곽선을 추출한 이미지,

(c)객체들의 공간관계를 표현한 이미지

[그림 5]의 이미지들을 이용하여 기존 이미지 검색 시스템에서 공간관계들을 표현한다면, [표 3]과 같이 된다.

[표 3] 기존 이미지 검색 시스템에서 공간관계 표현

Image	Representation
첫 번째 : (a)-1, (b)-1, (c)-1	flog-connected-tree
두 번째 : (a)-2, (b)-2, (c)-2	car-partof-road
세 번째 : (a)-3, (b)-3, (c)-3	mountain-connected-cloud

그러나 실제로 사용자들은 기존 시스템의 공간관계 표현과 다르게 인식하였다. 사용자들이 인식한 이미지가 포함하는 객체들 사이의 인지적 공간관계들은 [표 4]와 같았다.

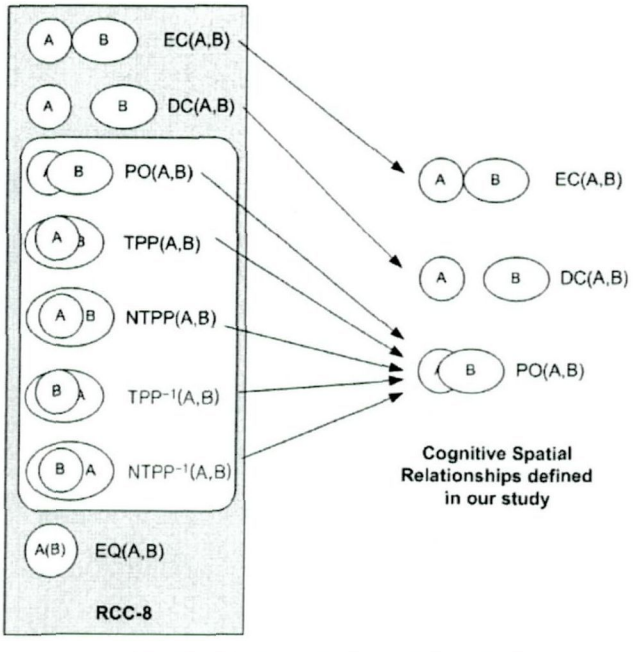
[표 4] 사용자들이 인식한 인지적 공간관계

Image	Representation
첫 번째 : (a)-1, (b)-1, (c)-1	flog-connected-tree
두 번째 : (a)-2, (b)-2, (c)-2	car-connected-road
세 번째 : (a)-3, (b)-3, (c)-3	mountain-disconnected-cloud

현재 사용자들은 기계가 사람과 똑같이 생각하고 처리할 수 있기를 원한다. 이것이 시맨틱 웹의 기본이 되는 생각이다. 시맨틱 웹 환경에서 이미지를 찾기 위해 사용자들은 자신의 사물에 대한 지식과 인식을 기반으로 질의어를 입력한다. 만약 시스템이 영역기반으로 객체들의 공간관계를 추출하여 이미지 메타데이터를 저장하고 있다면, 시스템은 사용자들의 질의어에 빗나가고 의미없는 결과들을 제공하게 된다. 그래서 본 논문에서는 새롭게 인지적 공간관계를 정의하고, 인지적 공간관계에 기반한 온톨로지를 구축 및 적용한 이미지 검색 시스템을 설계하였다.

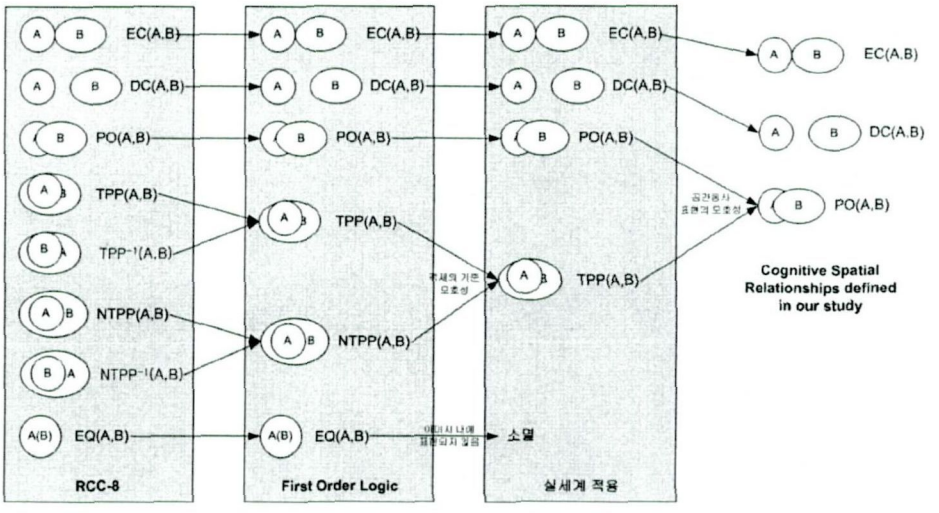
제2절 인지적 공간관계의 정의

RCC-8에서 표현하고 있는 공간관계는 실제 인간이 이미지의 객체들의 공간관계를 표현하는 것과 다소 차이가 있었다. 이에 본 연구에서 사용자들이 이미지를 보았을 때 이미지 내의 객체들의 공간관계를 어떻게 인식하고 있는지 파악하고, 인지적 공간관계를 정의하기 위해 설문조사를 실시하였다. 설문조사에 사용된 이미지들은 객체들을 포함하며, 객체들 사이에 공간관계를 형성하는 것들로 200여 장의 이미지들을 준비하여 조사하였다. 설문조사의 결과에서 사람들이 인식하는 공간관계는 기본적으로 'connect', 'disconnect'와 'part of'인 세 가지 종류인 것을 알 수 있었다. 이는 RCC-8이 표현하는 8가지 공간관계에 모두 포함되며, 7가지 표현을 3가지로 함축하여 인식하는 것으로 나타났다. [그림 6]은 RCC-8과 비교한 인지적 공간관계 모델을 나타낸 것이다.



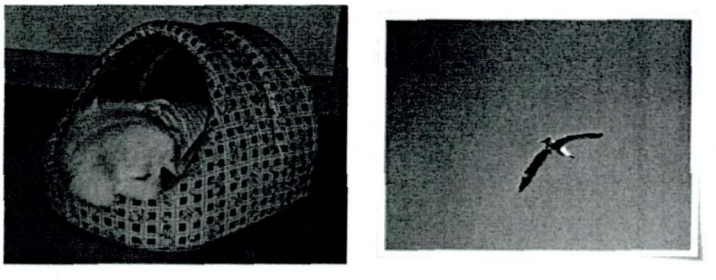
[그림 6] 인지적 공간관계 모델

[그림 6]의 인지적 공간관계 모델은 다음과 같은 과정에 의해 도출되었다.



[그림 7] 모델 생성 과정

RCC-8에서 정의된 8가지 공간관계는 First Order Logic에서, TPP(A,B)와 TPP^{-1}(A,B)가 TPP(A,B)로 NTPP(A,B)와 $NTPP^{-1}$(A,B)가 NTPP(A,B)로 구분없이 정의되면서 6가지로 축소된다. 축소된 First Order Logic의 공간관계 모델을 이미지 검색에 적용하기 위해 이미지가 포함하는 객체들의 공간관계와 매칭한 결과, TPP(A,B)와 NTPP(A,B)의 관계구분의 기준이 모호하였다.

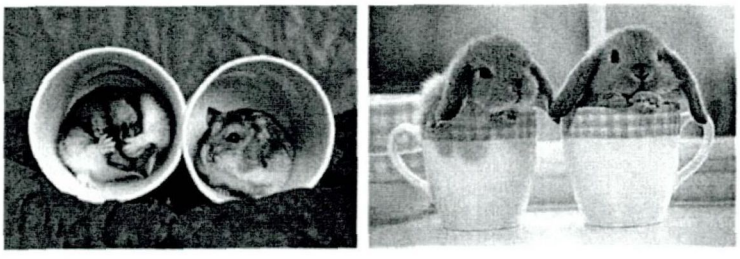


(좌)샘플1 (우)샘플2

[그림 8] TPP(A,B), NTPP(A,B) 이미지 샘플

[그림 8]의 샘플 1은 'TPP(dog, nest)' 또는 'NTPP(dog, nest)' 모두 기술할 수 있고, 샘플 2 역시 'TPP(gull, sky)' 또는 'NTPP(gull, sky)'로 기술할 수

있다. 이는 내부객체('dog', 'gull')를 포함하는 외부객체('nest', 'sky')의 기준이 모호하기 때문이며, 본 연구에서는 실제 이미지 검색을 적용하기 위해 TPP(A,B)와 NTPP(A,B)를 같은 것으로 간주하고 TPP(A,B)로 통합하였다. 또한 EQ(A,B)관계는 이미지 내에 표현되지 않음으로 불필요하였다. 이를 이용한 설문조사 결과 실제로 조사자들에 의해 기술된 인지적 공간관계는 PO(A,B)와 TPP(A,B)의 구분 기준이 모호한 결과를 얻을 수 있었다.



(좌)샘플1 (우)샘플2

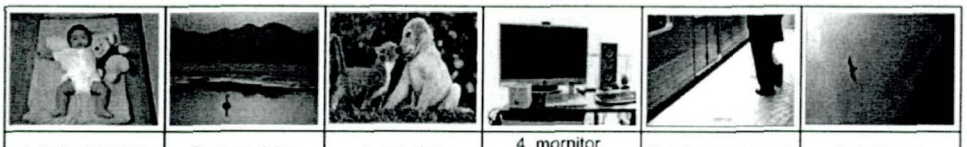
[그림 9] TPP(A,B), PO(A,B) 이미지 샘플

[그림 9]의 샘플1,2의 이미지는 NTPP(mouse, cup), PO(rabbit, cup)관계로 구분이 되지만, 실제 조사자들이 기술한 서술어들은 'contain', 'put in', 'filled', 'include'등으로 같음을 파악하여 최종적인 인지적 공간관계 모델은 EC, DC, PO관계로 형성할 수 있었다.

제3절 인지적 공간관계 온톨로지 구축

본 연구에서 인지적 공간관계를 파악하는 것 외에, 또 하나의 중요한 것은 인지적 공간관계를 기반으로 한 공간관계 온톨로지를 구축하는 것이다. 공간관계 온톨로지는 시스템에서 사용자가 자연언어 질의를 가능하게 하는 핵심적인 역할을 하고 이미지 내에 포함된 객체들의 공간관계를 세부적으로 표현하는 지표로써, 인지적 공간관계를 상위에 두고, 하위에 공간동사와 공간조사로 구성을 하였다. 공간관계 온톨로지 구축에 필요한 공간동사와 공간조사를 파악하기 위해 각각 워드넷과 옥스퍼드 사전을 이용하였다.

사람들이 실제로 사용하는 동사들이 어떤 공간관계를 표현하는지 파악하기 위해 설문조사 자료의 샘플 이미지들과 사용자가 작성한 결과를 매칭하여 조사하였다. 설문 이미지의 내용과 결과는 다음 [그림 10]과 같다.



1. baby, blanket	2. swan, lake	3. cat, dog	4. mornitor, speaker	5. subway, person	6. gull, sky

이미지들에 대한 설문 조사 결과
(공간관계 1. connect, 2. partof, 3. disconnect, C_SR:Cognitive Spatial Relationshiips, sp:spatial relationships)

number	C_SR	sp	사용자들의 설문조사 응답						
1	1	2	lying	lying	lie	lying	lying	lie	sit
2	2	2	swim	search	swim	swim	cross	look pretty	swim
3	1	1	kiss	kiss	kiss	kiss	kiss	love	play
4	3	3	on the left	bigger	beside	behind	left of	beside	beside
5	3	2	wait	in front	waiting	stand	in front	look	stand
6	2	2	fly	soars	fly	fly	fly	fly	fly

[그림 10] 설문조사 결과의 일부예제

설문조사 결과에서 대부분의 사용자들은 유사한 느낌들을 갖고 있고 이미지들을 표현하기 위한 비슷한 공간동사들을 사용한 것을 알 수 있었다. 하지만 자연어에서 공간동사들이 객체들의 공간관계를 모두 정확하게 표현하는 것은 아니었다. 자연어에서 공간관계를 표현하는데 공간관계를 암시하는 동사와 암시하지 않는 동사 모두 조사에 의해 정확하게 표현하는 것을 알 수 있었다. 이에 본 연구에서는 인지적 공간관계를 이용한 정확한 이미지 검색을 위해 워드넷을 바탕으로 공간동사의 동의어들을 파악하고 옥스퍼드 사전에서 조사한 조사들을 이용하여 공간관계 온톨로지로 구축하였다. 다음 [표 5]와 [표 6]은 워드넷과 옥스퍼드 사전에 기반한 공간관계 온톨로지에서 사용된 공간동사와 공간조사들을 보여주고 있다.

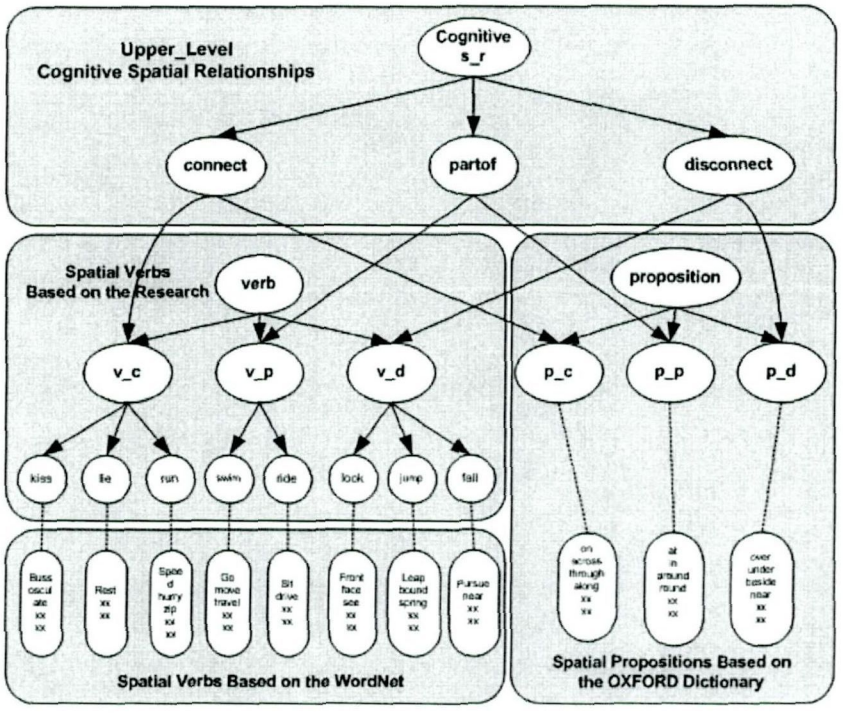
[표 5] 워드넷 단어들과 비교한 공간동사

Cognitive spatial relationships	Research words	WordNet matching words
connect	attach	connect, link, tie, link up, fasten, touch, adjoin, meet, contact
connect	kiss	buss, osculate
disconnect	chase	case after, trail, tag, give chase, god, go after, pursue, follow
disconnect	jump	leap, bound, spring
partof	float	drift, be adrift, blow, swim, transport
partof	hide	conceal, shroud, enshroud, cover, obscure, blot out, obliterate, veil

[표 6] 옥스퍼드 사전기반의 공간조사

The spatial propositions based on OXFORD Dictionary	
connect	on, along, across, through
disconnect	over, under, above, below, by, beside, near, before, behind
partof	at, in, around, round

설문조사를 통해 파악된 인지적 공간관계와 워드넷과 옥스퍼드 사전에서 조사한 공간동사와 공간조사를 이용하여 [그림 11]과 같이 공간관계 온톨로지를 구축하였다.



[그림 11] 공간관계 온톨로지의 계층도

[그림 11]에서 인지적 공간관계들은 최상위 레벨에 위치해 있고, 두 번째 레벨은 공간동사와 공간조사로 구성되어 있다. 하위 레벨은 워드넷과 옥스퍼드 사전을 기반으로 한 실제 동사와 조사들을 인스턴스로 구성하였다.

본 연구에서 먼저 설문조사를 통한 인지적 공간관계들을 정의하였고, 두 번째로 인지적 공간관계들을 기반으로 공간관계 온톨로지를 생성하였다. 공간관계 온톨로지는 이미지 검색시스템에 적용하기 위해 온톨로지 언어로 작성하였다. 이미지 검색 시스템에서 관리자는 세 가지 인지적 공간관계를 이용하여 이미지 데이터를 저장할 수 있고, 최종 사용자는 공간관계 온톨로지를 접근하여 이미지를 검색할 수 있다. 본 연구에서는 웹 온톨로지 언어인 OWL

을 이용하여 구축한 공간관계 온톨로지를 구축하였다. [표 7]은 OWL 공간관계 온톨로지의 일부분이다.

[표 7] OWL 공간관계 온톨로지

```
.........
  <owl:Class rdf:ID="CognitiveSpatialRelationship">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#SpatialRelationship" />
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="connect">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#CognitiveSpatialRelationship" />
  </owl:Class>
   .........
  <owl:Class rdf:ID="verb">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#word" />
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="verbConnect">
    <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#verb" />
      <owl:Class rdf:about="#connect" />
    </owl:intersectioinOf>
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="Kiss">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#verbConnect" />
  </owl:Class>
  <Kiss rdf:ID="buss" />
  <Kiss rdf:ID="osculate" />
    .........
  <owl:Class rdf:ID="proposition">
    <rdfs:subClassOf rdf:resource="#word" />
  </owl:Class>
  <owl:Class rdf:ID="propositionConnect">
    <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
      <owl:Class rdf:about="#proposition" />
      <owl:Class rdf:about="#connect" />
    </owl:intersectioinOf>
  </owl:Class>
<propositionConnect rdf:ID="on" />
  <propositionConnect rdf:ID="across" />
.........
```

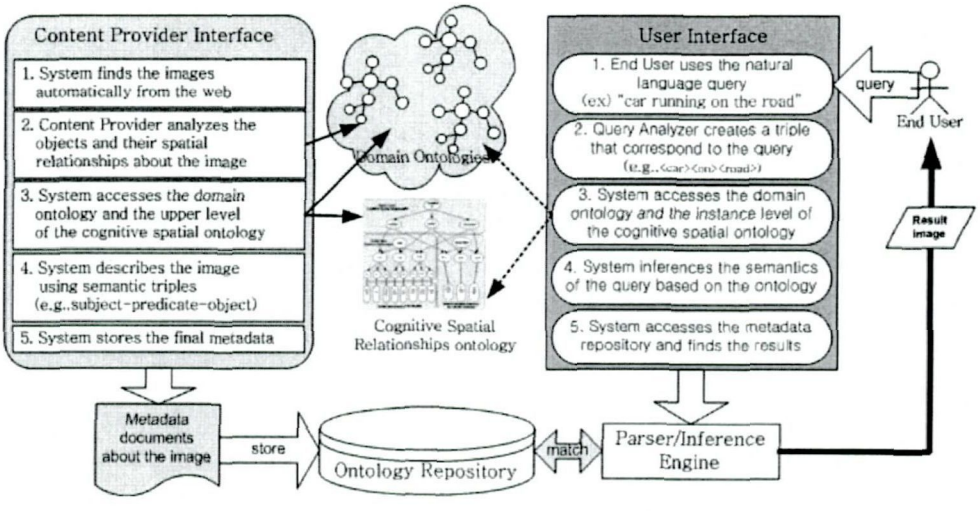
[표 7]과 같이 워드넷과 옥스퍼드 사전을 참조하여 각각의 동사와 조사들을 온톨로지의 인스턴스로 작성함으로써, 'woman drive in the car'등의 자연어 질의를 사용 가능하게 하였다.

제4장 인지적 공간관계를 적용한 이미지 검색 시스템

본 연구에서 구축한 공간관계 온톨로지를 적용한 이미지 검색 시스템은 [표 8]과 같이 네부분으로 구성하였고, [그림 12]는 시스템의 전체 구조를 도식화한 것이다.

[표 8] 시스템의 구성

인지적 공간관계 온톨로지 및 도메인 온톨로지 저장소	인지적 공간관계를 이용한 공간관계 온톨로지와 객체들에 대한 도메인 온톨로지를 저장
온톨로지 저장소	각 이미지에 대한 온톨로지를 저장
관리자 인터페이스	관리자가 이미지에 대한 공간관계 온톨로지를 저장하고 관리할 수 있는 인터페이스 제공
최종 사용자 인터페이스	최종 사용자가 자연어를 이용하여 질의를 하고, 이미지를 보여주는 인터페이스 제공



[그림 12] 시스템 전체 구조

본 시스템에서 공간관계 온톨로지는 앞 절에서 조사한 인지적 공간관계, 공간동사부분, 공간조사부분 그리고 각각의 인스턴스로 이루어져 있어, 관리자가 이미지 저장을 하거나 사용자가 이미지 검색을 할 때 접근하여 사용한다. 그리고 도메인 온톨로지 저장소는 워드넷과 같은 개념과 계층구조와 같이 구성되어 있어, 객체들의 유의어 검색이나 객체의 개념 매칭 등의 의미적인 검색의 기초로 사용된다.

각각의 이미지에 대한 온톨로지를 저장하는 온톨로지 저장소는 현재 웹 검색에서 데이터베이스 역할을 하는 부분이다. 관리자에 의해 각 이미지가 포함하는 객체와 공간관계를 이용한 온톨로지로 저장되고, 사용자는 각 온톨로지를 분석하고 매칭시켜 최종적인 이미지를 보여주게 된다. 다음 [표 9]는 [그림 13]에 대한 온톨로지이다.

[그림 13] 'Woman drive the Car' 예제 이미지

[표 9] [그림 13]에 대한 온톨로지

```
<?xml version="1.0"?>

<rdf:RDF
  xmlns:owl="http://www.w3.org/2002/07/owl#"
  xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
  xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
  xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema#"
  xmlns:spr="http://vector.chosun.ac.kr/cognitive-spatial-relation#"
  xmlns:info="http://vector.chosun.ac.kr/imageinformation#">
  xmlns:objc="http://vector.chosun.ac.kr/object-concept#">

  <owl:Ontology rdf:about="">
    <owl:imports rdf:resource="http://vector.chosun.ac.kr/object-concept#"/>
    <info:uri rdf:resource="http://vector.chosun.ac.kr/image/IMG_007.jpg"/>
  </owl:Ontology>

  <objc:Car rdf:ID="sebring"/>

  <objc:Woman rdf:ID="mary">
    <spr:partof rdf:resource="#sebring"/>
  </objc:Woman>

</rdf>
```

본 시스템에서 관리자를 위한 인터페이스는 이미지들을 불러와서 이미지 내의 객체들과 인지적 공간관계를 이용하여 각각의 이미지에 대한 온톨로지를 작성한 후, 이를 온톨로지 저장소(Ontology Repository)에 저장한다. 관리자에게 온톨로지 구축에 드는 수고를 최소화하기 위해 관리자는 이미지가 포함하는 객체들과 공간관계만을 설정하면 시스템에서 이를 바탕으로 자동으로 온톨로지 구축이 가능하게 하였다. [표 10]은 본 시스템에서 [그림 13]을 불러와 온톨로지로 작성하는 과정을 예시와 함께 보이고 있다.

[표 10] 본 시스템의 이미지 온톨로지 생성 루틴

순서	루틴	예시
1	이미지 로딩(Loading)	· http://vector.chosun.ac.kr/image /IMG_007.jpg 입력
2	이미지가 포함하는 객체들의 인스턴스 입력	· 도메인 온톨로지로부터 객체들의 개념 선택 : Woman, Car · 인스턴스 지정 : Woman - mary · 인스턴스 지정 : Car - sebring
3	객체들의 공간관계 입력	· 인지적 공간관계 선택 : partof
4	온톨로지 저장소에 저장	· 관리자 인터페이스를 통해 작성된 내용들을 온톨로지로 자동 구축하고, 온톨로지 저장소에 저장

[표 10]과 같은 과정으로, 관리자가 시스템을 통해 간단히 이미지내의 객체들과 공간관계를 작성하면 자동으로 온톨로지 구축 및 온톨로지 저장소로 저장한다.

또한 사용자 인터페이스는 공간관계 질의어인 'woman partof car' 또는 자연어를 이용한 'woman drive in the car'등의 질의어를 이용하여 검색을 하면, 온톨로지 저장소에 있는 공간관계 온톨로지와 이미지에 대한 온톨로지를 접근하여 질의어에 맞는 이미지를 불러온다. 다음 [표 11]은 사용자 인터페이스에서 사용자가 질의어를 입력하였을 때 이미지 검색까지 발생하는 루틴을 예시와 함께 보여주고 있다.

[표 11] 본 시스템의 이미지 검색 세부루틴

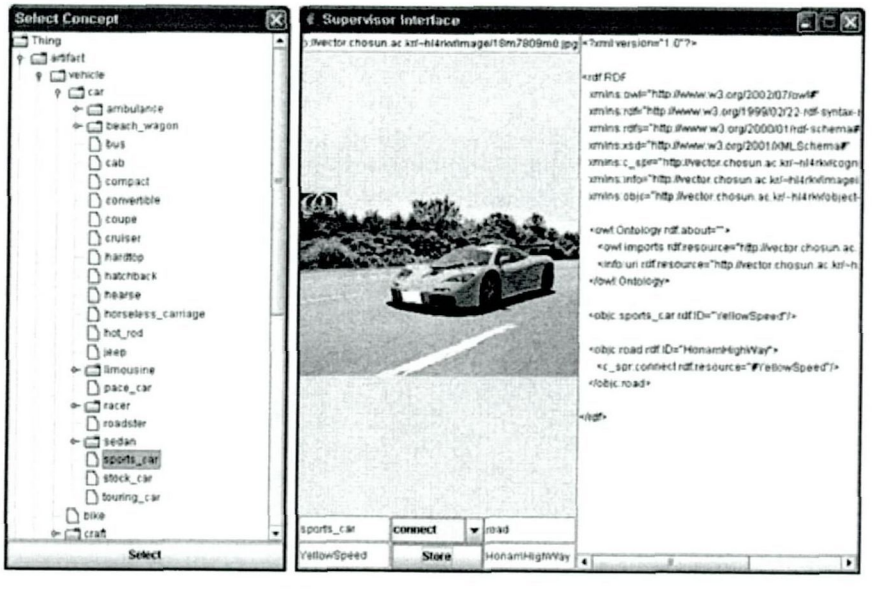
순서	루틴	예시
1	질의어 입력	· Woman drive in the car
2	객체와 공간동사 및 공간조사 분리	· 객체 : Woman, Car · 공간동사 : drive · 공간조사 : in
3	공간동사와 공간조사를 공간관계 온톨로지에 매칭하여 인지적 공간관계 파악	· 공간조사 in과 공간관계 온톨로지의 인스턴스 매칭 : partof
4	트리플(Triple)로 구성	· Subject : Woman · Predicate : partof · Object : Car
5	도메인 온톨로지에 객체들 매칭(유의어까지 파악)	· Woman : female · Car : automobile, auto, machine, motorcar
6	각 이미지에 대한 온톨로지와 매칭	· 개념과 일치 또는 개념의 인스턴스이고 공간관계가 일치하는 이미지 추출

[표 11]과 같은 과정을 통해 의미적이고 정확한 이미지 검색이 가능하다. 본 시스템의 핵심은 인지적 공간관계를 기반으로 구축된 공간관계 온톨로지를 적용한 것과 자연어를 이용한 사용자의 질의어를 처리할 수 있다는 것이다. 이러한 특징을 가진 본 시스템을 통해 의미적인 이미지 검색을 기대할 수 있다.

제5장 시스템의 실험 및 비교·평가

제1절 실험

본 시스템은 온톨로지 기반의 이미지 검색시스템에 객체의 정의와 인지적 공간관계 온톨로지를 추가로 적용한 것으로, 의미적인 검색과 결과의 정확성을 보이기 위해 200여장의 이미지 데이터를 대상으로 실험을 하였다. 먼저 각각의 이미지에 대해 다음 [그림 14]와 같이 관리자 인터페이스를 통하여 각각의 이미지에 대한 온톨로지를 구축한다.



[그림 14] 관리자 인터페이스

각각의 이미지에 대해 간단한 조작을 통하여 온톨로지를 제작한 후, [표 12]와 같은 질의어로 실험을 하였다.

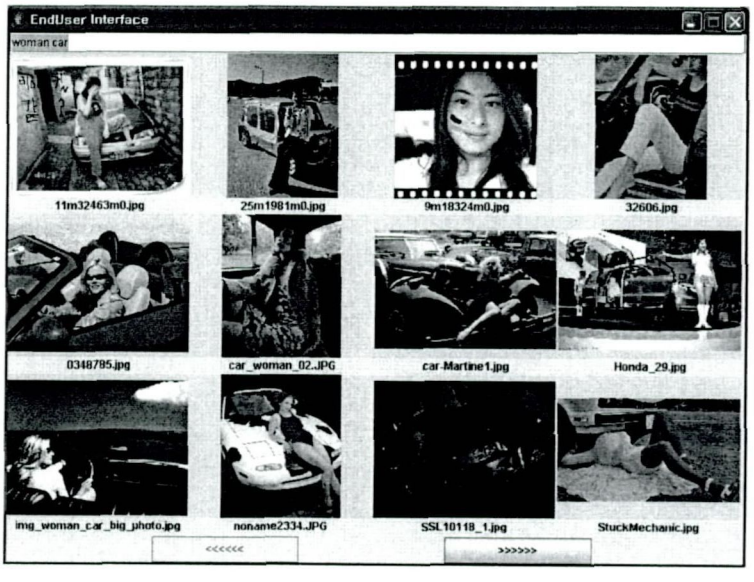
[표 12] 실험 결과

실험 목적	질의어	결과	
의미적인 검색 여부	1)woman 2)female	49개의 똑같은 이미지가 검색됨.	
시스템의 정확성	1)하나의 단어 : woman	23/49	0.347
	2)두개의 단어 : Woman Car	14/18	0.778
	3)공간조사를 포함한 질의어 : Woman in the car	10/10	1
	4)공간동사만을 사용한 질의어 : woman drive car	6/10	0.600
	5)공간동사와 공간조사가 포함된 질의어 : Woman drive in the car	6/10	0.600

[표 12]의 실험에서 우선 동의어를 질의어로 사용함으로써 시스템이 두 질의어를 같은 의미로 파악하는지에 대한 실험을 하였다. 본 시스템은 각각의 질의어인 'woman'과 'female'에 대해 49개의 똑같은 이미지를 보여주었다. 그리고 두 번째로 시스템의 정확성을 보이기 위하여 5가지의 질의어를 입력하였다. 하나의 질의어를 이용하였을 때는 '사람'외에 '동물'들에 대한 결과가 다수 포함되어 있어 낮은 결과가 얻어졌고, 나머지 질의어에서는 정확성이 현저하게 높음을 볼 수 있다. 다음 [그림 15, 16, 17]은 본 시스템을 이용한 실험 이미지이다.

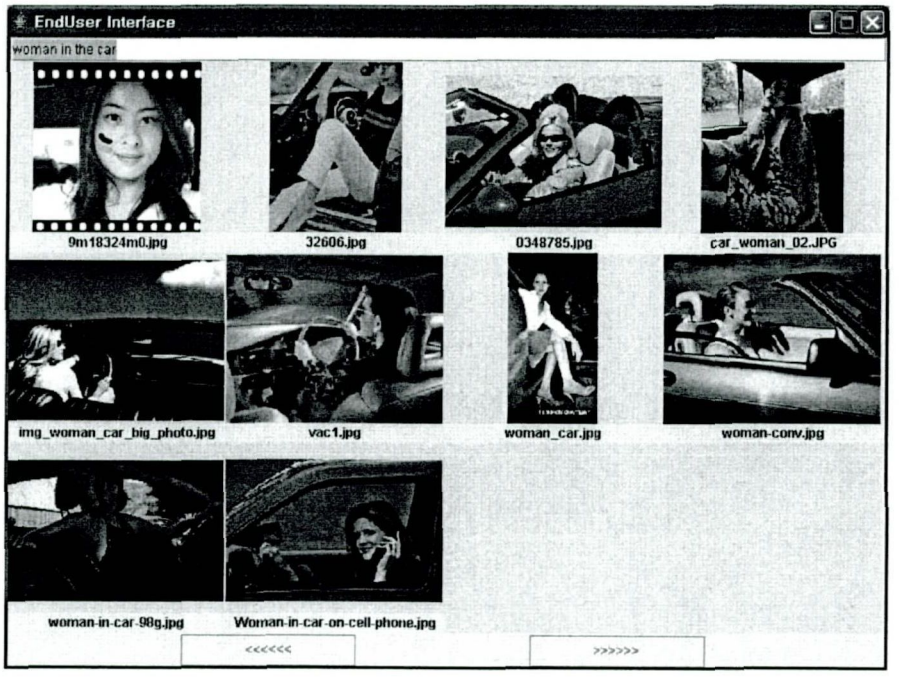
[그림 15] 사용자 인터페이스

"woman", "female" 질의어



[그림 16] 사용자 인터페이스

"woman car" 질의어



[그림 17] 사용자 인터페이스

"woman in the car", "woman drive car",

"woman drive in the car" 질의어

본 시스템은 인지적 공간관계 온톨로지를 이용하여 이미지 검색을 수행한다. 그렇기 때문에 질의어 "Woman in the Car", "Woman drive Car"와 "Woman drive in the Car"에 대해 모두 같은 공간관계 'partof'로 검색을 수행하여 동일한 검색 결과가 나왔다.

제2절 비교 • 평가

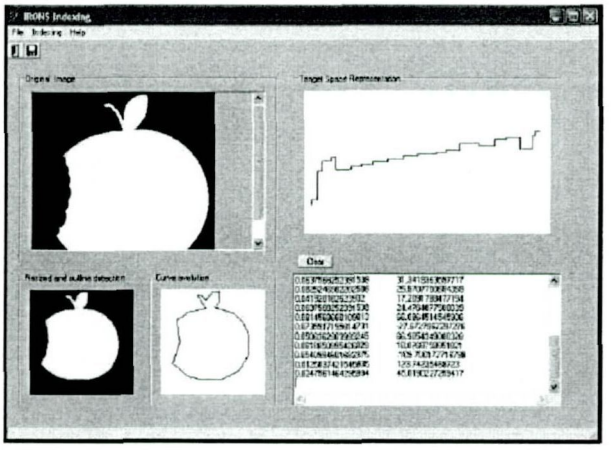
본 시스템은 기존의 텍스트기반 이미지 검색, 내용기반 이미지 검색 그리고 온톨로지기반 이미지 검색보다 의미적이고 정확한 검색결과를 도출할 수 있다. 다음 이미지 샘플 [그림 18]을 보자.

[그림 18] 이미지 샘플

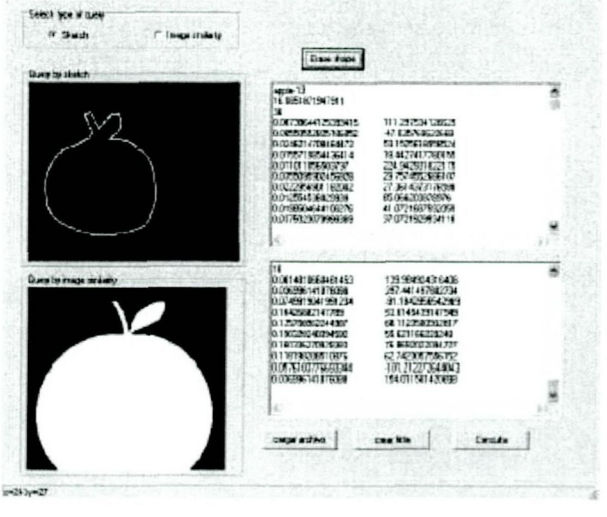
[그림 18]을 텍스트기반 검색을 위해 제목을 달거나 주석을 처리한다면, "20051013", "노란 스포츠카", "빠른 자동차" 등으로 개인에 따라 이미지 생성 날짜를 이용하거나 순간 머릿속에 떠오른 느낌으로 작성을 할 것이다. 그리고 검색을 할 때에도 텍스트와 정확한 매칭이 이루어지지 않는다면 검색이 되지 않는다. 이런 점을 볼 때, 텍스트 기반의 이미지 검색은 전혀 의미적이지 않을 뿐만 아니라 검색의 정확도도 현저히 떨어질 수밖에 없다.

또한 내용기반의 이미지 검색 시스템에서 [그림 19]와 같이 자동으로 객체를 추출하여 수치를 저장한다고 할 때, 색상의 수치, 형태의 수치, 질감의 수치 또는 패턴의 수치를 단독으로 이용하거나 복합적으로 이용하게 된다. 하지만 이들은 현재 도메인별로 다른 알고리즘을 사용하여야 하며, 또한 특정 알고리즘에 의해 분석된 수치가 이미지에 포함되어 있는 모든 객체를 정확하게 추출할 수 없어 인간들의 질의에 직관적일 수 없고, [그림 20]과 같은 내

용기반의 질의를 이용한다고 할지라도 단순한 이미지외에는 정확한 검색을 기대하기 어렵다.



[그림 19] 내용기반 이미지 검색기법의 형태추출



[그림 20] 내용기반 이미지 검색 기법의 질의방식

현재 대부분의 검색 사이트에서 제공하는 일종의 온톨로지인 카테고리 기반 이미지 검색 기법은 [그림 21]과 같이 인물, 취미, 예술, 스포츠, 레저, 자연풍경, 엔터테인먼트, 동물, 여행 등의 대 테마로 나눈 후, 다시 아기, 어린이, 커플, 부부, 여자, 남자 등의 세부 테마로 분류를 해놓고 이미지의 특성과 주제에 맞게 테마에 주석과 함께 삽입하는 방식이다.

[그림 21] 카테고리 기반 이미지 검색 시스템

검색할 때에도 대 테마에서 세부테마로 찾아가는 방식과, 직접 텍스트 기반 검색이 가능하다. 여기서 텍스트를 질의로 이미지를 검색할 때에도 질의어가 특정 분류에 속하는지를 파악하여 결과를 제시해주어 검색에 대한 정밀도가 다른 시스템에 비해 높고 의미기반이라 할 수는 있다. 하지만 질의어가 검색을 원하는 이미지의 주제 또는 주석과 일치해야 하는 단점과 구체적인 이미지 검색에는 적용이 어려움이 존재한다.

하지만 본 시스템은 온톨로지 기반의 이미지 검색시스템에 객체의 정의와 공간관계 온톨로지를 추가로 적용한 것으로, 더욱 의미적인 자연어 질의 검색이 가능하고 이미지에 대한 구체적이고 정확한 검색을 할 수 있다. 본 시

스템에서는 이미지가 포함하는 단일 객체를 이용한 검색, 두 가지 객체를 이용한 검색과 공간관계를 내포하는 자연어를 통한 검색이 모두 가능하며, 정확도 또한 기존의 시스템들보다 우수하다. 그리고 워드넷에서 정의된 동의어를 식별하는 의미적 검색 결과를 보여주었다.

제6장 결론 및 향후 연구

본 연구에서 주요 핵심은 인지적 공간관계를 정의하고 공간동사와 공간조사를 이용한 공간관계 온톨로지의 구축이라 하겠다. 이를 기반으로 자연언어 질의어를 처리하고, 의미적인 이미지 검색이 가능하게 하였다. 그러나 본 연구를 통해 제작된 시스템에서는 이미지의 온톨로지를 구축/저장하기 위한 과정상의 번거로움과 시간의 소요라는 한계를 여전히 갖고 있다. 이 부분은 앞으로 자동온톨로지 구축 방안 등을 통해 더욱 깊게 연구되어야 할 부분이다. 마지막으로 본 연구는 인지적 공간관계를 이용한 의미적 이미지 검색을 가능하게 하고, 인지적 공간관계, 워드넷과 옥스퍼드 사전을 이용한 인지적 공간관계 온톨로지를 적용한 자연언어 질의어를 사용할 수 있는 비전을 제시하였다.

참고문헌

[1] Arnold W. M. Smeulders, "Content-Base Image Retrieval at the End of the Early Years", *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, Vol. 22, No. 12, pp. 1349-1380, December 2000.

[2] Ching-chih Chen, and James Z. Wang, "Large-scale Emperor Digital Library and Semantics-sensitive Region-based Retrieval", *Proceeding of the International Conference on Digital Library*, pp. 454-462, July 2002.

[3] Huamin Feng, Rui Shi, Tat-Seng Chua, "A bootstrapping framework for annotating and retrieving WWW images", *Proceedings of the 12th annual ACM international conference on Multimedia*, pp. 960-967, October 2004.

[4] Von-Wun Soo, Chen-Yu Lee, Chung-Cheng Li, Shu Lei Chen, Ching -chih Chen, "Automatic metadata creation: Automated semantic annotation and retrieval based on sharable ontology and case-based learning techniques", *Proceedings of the 3rd ACM/IEEE-CS joint conference on Digital libraries*, pp. 61-72, May 2003.

[5] HuaMin Feng, Tat-Seng Chua, "Image retrieval: A bootstrapping approach to annotating large image collection", *Proceedings of the 5th ACM SIGMM international workshop on Multimedia information retrieval*, pp. 55-62, November 2003.

[6] Meng Yang, Barbara M. Wildemuth, Gary Marchionini, "The relative effectiveness of concept-based versus content-based video retrieval", *Proceedings of the 12th annual ACM international conference on Multimedia*, pp. 368-371, October 2004.

[7] Rohini K. Srihari, "Automatic Indexing and Content- based Retrieval of Captioned images", *IEEE Computer*, Vol. 28, No. 9, pp. 49-56, September 1995.

[8] Akan F. Smeaton and Ian Quiegley, "Experiments on Using Semantic Distances Between Words in Image Caption Retrieval", *Proceedings of ACM SIGIR Conference*, pp. 174-180, 1996.

[9] M. L. Kherfi, D. Ziou, A. Bernardi, "Image Retrieval from the World Wide Web: Issues, Techniques, and Systems", *ACM Computing Surveys*, Vol. 36, pp. 35-67, March 2004.

[10] 이재호, "시맨틱 웹의 온톨로지 언어", *정보과학회 학회지*, Vol. 21, No. 03, pp. 18-27, 2003. 03.

[11] Michael Denny, "Ontology editor survey results", http://xml.com/2002/11/06/Ontology_Editor_Survey.html, 2002. 06.

[12] Eero Hyvonen, Samppa Saarela, Avril Styrman, Kim Viljanen, "Ontology-based Image Retrieval", http://www2003.org/cdrom/papers/poster/p199/p199-hyvonen.html

[13] Shuqiang Jiang, Tiejun Huang, Wen Gao, "An Ontology-based Approach to Retrieve Digitized Art Images", *IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence*, pp. 131-137, 2004.

[14] V. Haarslev, C.Lutz, and R. Moller, "Foundations of spatiotermin -ological reasoning with description logics," *Proceedings of the Sixth International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reasoning*, pp. 112-123, June 1998.

[15] A. Cohn, Z. Cui, and D. Randell, "A spatial logic based on regions and connection", *Proc. Third International Conference on Principles of Knowledge Representation and Reason-ing*, pp. 165-176, 1992

[16] B. Nebel and J. Renz, "On the complexity of qualitative spatial

reasoning: A maximal tractable fragment of the region connection calculus", *Artificial Intelligence*, Vol. 108, pp. 69-123, 1992

[17] Chavez-Aragon, A. Starostenko, O. "Image Retrieval by Ontological Description of Shapes(IRONS), Early Results", *Computer and Robot Vision, 2004. Proceedings*, pp. 341-346, May, 2004

[18] http://wordnet.princeton.edu/