

공간관계 표현 기반 RDF 메타데이터를 이용한 의미적 이미지 검색

황 명 권* · 공 현 장** · 김 판 구**

요 약

현대 과학 기술의 발달로 인해, 사람들은 필요한 정보들을 웹에 보관하고 관리한다. 특히, 이미지 데이터는 복잡한 데이터를 한눈에 알아보기 쉽게 표현할 수 있기 때문에 가장 많이 사용하고 있다. 또한 스캔(scan) 기술의 발달, 핸드폰 카메라와 디지털 카메라가 보편화 되면서 누구나 손쉽게 이미지를 제작하여 웹상에 게시할 수 있게 되었다. 하지만 이렇게 많은 이미지 데이터의 생성 및 제공에 반해, 웹상에 있는 이미지를 검색하는 시스템에는 극히 원시적인 방법(text-based)을 이용하고 있는 것이 추세이다. 이에 본 논문에서 우리는 '공간 관계 표현 기반 RDF 메타데이터를 이용한 의미적 이미지 검색'을 제안한다. 이는 이미지에 표현되어 있는 개체들 사이의 공간적인 관계의 표현을 위하여 새로운 공간관계 어휘들을 정의하고, RDF 메타데이터에 이를 의미적으로 표현함으로써, 이미지 검색에서 더욱 정확한 응답을 제공하고, 궁극적으로 의미적 이미지 검색 시스템(Semantical Image Retrieval System)을 구축하고자 한다.

Semantic Image Retrieval Using RDF Metadata Based on the Representation of Spatial Relationships

Myung-Gwon Hwang* · Hyun-Jang Kong** · Pan-Koo Kim**

ABSTRACT

As the modern techniques have improved, people intend to store and manage the information on the web. Especially, it is the image data that is given a great deal of weight of the information because of the development of the scan and popularization of the digital camera and the cell-phone's camera. However, most image retrieval systems are still based on the text annotations while many images are creating everyday on the web. In this paper, we suggest the new approach for the semantic image retrieval using the RDF metadata based on the representation of the spatial relationships. For the semantic image retrieval, firstly we define the new vocabularies to represent the spatial relationships between the objects in the image. Secondly, we write the metadata about the image using RDF and new vocabularies. Finally, we could expect more correct result in our image retrieval system.

키워드 : 이미지검색(Image Retrieval), 공간관계 표현(Representation of Spatial Relationships), RDF

1. 서 론

정보화 시대에 이르러 사람들은 웹에서 거의 모든 정보를 찾아서 얻을 수 있게 되었다. 현재의 웹에는 없는 것이 없을 정도의 막대한 정보가 저장되어 있으며, 문서, 이미지, 음성, 영상 등 그 종류 또한 다양하다. 특히, 이미지 데이터는 복잡하게 설명할 정보를 적은 용량으로 간단하게 표현할 수 있는 장점과 이미지 제작에 필요한 스캔(Scan) 기술의 발달, 그리고 이미지 파일을 쉽게 웹에 게시 가능한 디지털 카메라

와 카메라 장착 핸드폰의 일반화, 또 무선 인터넷 기술의 발전 등의 복합적 이유로 웹상의 이미지 데이터의 양이 기하급수적으로 증가하고 있다[12]. 이미지 데이터의 급증으로 사용자들은 더욱 다양한 이미지 데이터를 얻을 수 있게 되었으며, 실제로 웹은 많은 이미지 자원을 보관하고 제공하는 큰 역할을 담당하게 되었다.

그렇지만 현재의 이미지 검색 시스템은 이미지 데이터가 갖고 있는 이름을 사용자 질의어(query)와의 매칭을 통한 검색 방법을 사용하는 취약점을 갖고 있다. 이미지 데이터의 이름은 웹상의 이미지 게시자가 자기의 주관에 의해 생성한 것이 대부분이며, 이미지 검색에 있어서 객관적인 응답을 제공하지 못한다. 그리하여 현재 대부분의 이미지 검색 시스템

* 이 논문은 2004년도 조선대학교 연구 보조비 지원에 의하여 연구되었음.

† 준 회원 : 조선대학교 대학원 전자계산학과

‡ 종신회원 : 조선대학교 컴퓨터공학부 교수

논문접수 : 2004년 5월 15일, 심사완료 : 2004년 8월 11일

은 질의·응답에 있어서 많은 이미지 데이터가 검색되는 반면, 그 정확도는 현저히 떨어질 수밖에 없는 것이다.

이러한 취약점을 보완하고 이미지 검색에 대한 보다 정확한 응답과 의미적인 정보 검색을 위해서, 본 논문에서는 ‘공간 관계 표현 기반 RDF 메타데이터를 이용한 의미적 이미지 검색’을 새롭게 제안한다. W3C(World Wide Web Consortium)에서는 2004년 2월에 RDF[2]에 관한 표준안을 발표하여 RDF를 메타데이터 표현을 위한 표준으로 공식적 인정을 하였고, 또 RDF는 차세대 웹인 시맨틱 웹[1]의 기반이 되는 기술로 자리매김했다. 본 논문에서 제안하는 이미지 검색 기법은, 이미지 데이터내 의미를 포함하고 있는 개체들 사이의 공간적 관계에 대한 정보를 표현하고 이를 이미지 검색에 적용한다. 이를 위해 먼저, 공간관계 표현을 위한 새로운 어휘들을 정의하고, 이를 이용하여 이미지에 대한 메타데이터를 작성한다. 그리고 작성된 메타데이터를 메타데이터 저장소에 저장하고, 이미지 검색 시에 저장소를 접근하여 응답하는 것이다. 이러한 새로운 이미지 검색 방법을 적용하여 의미적 이미지 검색 시스템의 구축을 통하여 검색의 정확도를 높이고, 시맨틱 웹에 어울리는 이미지 검색 시스템을 제안한다.

본 논문의 2장에서는 이미지 검색에 관련된 기존 연구들 중에서 텍스트 기반 이미지 검색(Text-based Image Retrieval), 내용 기반 이미지 검색(CBIR : Contents-based Image Retrieval) 그리고 시맨틱 온톨로지 기반 이미지 검색(Semantic Ontology-based Image Retrieval)에 대해서 살펴보고, 3장에서는 본 논문의 중점적 주제인 공간관계 표현을 위한 새로운 어휘들의 정의와 새롭게 제안하고자 하는 “의미적 이미지 검색 시스템”의 구조에 대하여 설명한다. 4장에서는 관련 시스템과의 비교를 통하여 본 시스템의 성능을 평가하고, 끝으로 5장에서는 결론을 짓고 마무리 할 것이다.

2. 관련 연구

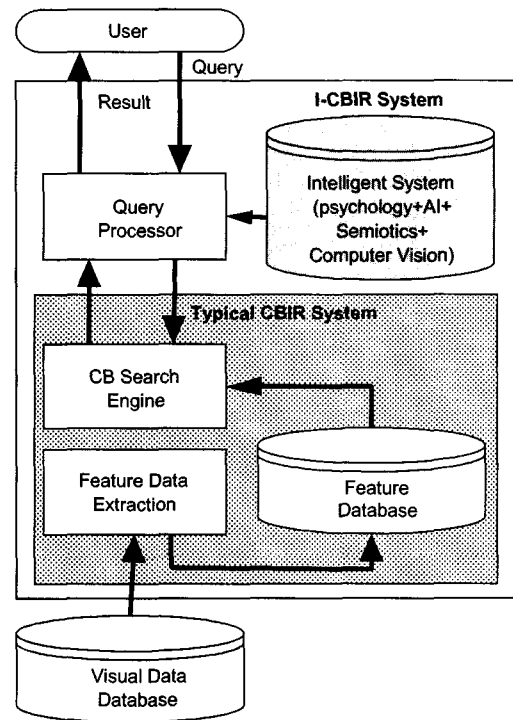
2.1 텍스트 기반 이미지 검색(Text-based Image Retrieval)

텍스트 처리에 기반을 둔 이미지 검색은 이미지 데이터에 개체를 나타내는 주석을 추가하여 검색에 응답하는 것이다. 이는 이미지의 주제나 구성요소에 대해 문자나 수치코드를 기입하고, 검색 시스템 자체에서 이들 단어와의 유사도를 계산하여 이미지 정보를 검색하는 시스템이다[9, 10]. 텍스트 기반 이미지 검색에서는 주로 이미지에 대한 텍스트를 데이터베이스의 필드에 저장하고, 이 데이터베이스를 검색 대상으로 하는 것이다. 이렇게 작성된 이미지에 대한 정보의 단점은 ‘주관적’이라는 점이다. 이는 어떤 이미지에 나타나는 개체들을 바라보는 관점은 사람에 따라 틀려질 수 있고, 또

한 개체의 크고 작은 속성들 사이에서 어느 것이 더 중요한지 여부 역시 달라질 수 있기 때문이다. 이러한 주관적인 특징 때문에 이미지에 주석을 부여하여 검색하는 텍스트 기반 이미지 검색은 그 검색의 많은 결과에 비해서 정확도가 현저히 떨어지는 단점에도 불구하고, 현재까지 가장 널리 사용되고 있는 이미지 검색 방법이라는 모순이 있다[13].

2.2 내용 기반 이미지 검색(CBIR : Contents-based Image Retrieval)

내용 기반 이미지 검색은 2.1절에서 설명한 텍스트 기반 이미지 검색 방식의 주관성 문제를 보완하기 위한 시도라고 볼 수 있다. 이는 이미지 데이터내의 정보에 대하여 저수준(lowest level)의 특징 즉, 색상, 질감, 모양 그리고 공간적인 위치 등을 사용하여, 이러한 정보들을 수치화 하여 이미지 검색에 이용하는 방법이다[11].



(그림 1) CBIR과 I-CBIR 시스템 구성도

위의 (그림 1)은 전형적인 CBIR의 시스템 구성과 여기에 최근에 이슈화되어진 지능형 메커니즘을 추가하여 검색을 시도하는 I(Intelligence)-CBIR의 구성에 대하여 도식화하고 있다[7]. 이러한 I-CBIR에 대한 대표적 연구 내용으로는 William I. Grosky의 연구에서 개념 영역 내에서 하위 레벨의 특징을 상위 레벨의 의미로 변형하기 위한 방법에 대한 연구에서 볼 수 있으며, Columbia 대학교의 S.F. Chang의 연구에서는 MediaNet라는 지식표현모델을 이용한 IMKA

(Intelligent Multimedia Knowledge Application)등이 있다 [14, 15]. 내용 기반 이미지 검색은 저수준의 특징 추출과 이를 저장하는 방법을 이용해 이러한 데이터를 위한 데이터베이스를 자동으로 구축할 수 있으며, 의미가 불분명한 이미지의 검색이 가능하게 되어, 텍스트 기반 이미지 검색의 단점을 보완하고자 하는 방법이다. 그렇지만 데이터베이스의 자동 추출에 대한 알고리즘 개발이 어려우며, 그에 대한 유지비용도 상당하다[13]. 그리고 이미지를 검색하는 사용자 입장에서 볼 때, 내용 기반 이미지 검색에서의 저수준 표현 방식으로 질의하는 검색 방식은 직관적이지 못하고, 사용자는 주로 텍스트 방식의 질의에 익숙하기 때문에 내용 기반 이미지 검색에서의 질의는 사용자가 매우 복잡하게 느끼는 단점이 있다.

2.3 온톨로지 기반 이미지 검색(Ontology-based Image Retrieval)

온톨로지는 실세계에 존재하는 어떤 개념들에 대하여 명세하고 그 개념들이 서로 어떻게 연관되어 있는 지에 대한 지식을 포함하는 자원으로, 존재에 대한 지식의 보고를 구성하는 것이라 할 수 있다[6]. 여기에서 온톨로지 기반의 이미지 검색은 기존의 텍스트 기반의 이미지 검색의 단점인 이미지 인덱싱의 주관성의 문제를 해결하기 위한 방법으로, 단어들 사이에 존재하는 의미적 모호성을 최소화하고자 한다. 이를 위해, 이미지 검색에 단어들 사이의 관계를 명확하게 하는 온톨로지 개념을 접목하고자 시도한 것이다. 이러한 온톨로지 기반의 이미지 검색은 다른 검색 시스템에 비해 질의에 해당하는 정확한 응답을 제공할 수 있다. 하지만 이미지 데이터에 대해 온톨로지를 제작하는 작업은 전문적인 지식에 기반을 두고 있기 때문에, 온톨로지를 제작하는 일과 온톨로지를 평가하는 일 등과 같은 이미지 검색보다 온톨로지에 대한 더 많은 노력을 요구하는 단점이 있다.

위의 관련연구에서, 현재까지는 사용자의 욕구를 완전하게 충족시키지 못함을 알았다. 텍스트 기반 이미지 검색 방법은 이미지 제작자의 주관에 의존하기 때문에, 주관적 의견이 개입되어 검색 결과의 객관성과 정확성이 떨어지는 반면, 현재까지 가장 널리 사용되고 있다. 그리고 내용기반 이미지 검색 방법은 이미지내의 기초적 특성들을 사용하여 이미지 검색을 시도하지만, 사용자로 하여금 복잡한 인터페이스로 친숙하지 않아 많은 연구가 진행되고 있는 반면에, 그 실용성이 극히 낮다. 그리고 온톨로지 기반 이미지 검색은 텍스트 기반 이미지 검색 방법의 주관적 특징을 객관적 특징으로 보완하여, 좀더 친숙하면서도 객관적인 검색 결과를 기대할 수 있으나, 온톨로지에 대한 깊은 연구가

필수적으로 동시에 진행 되어야 한다. 이에, 본 연구에서는 의미적 이미지 검색을 위해서, RDF 메타데이터를 이용한다. 특히, 본 논문에서는 기존의 RDF 어휘에 공간 관계 표현을 위한 새로운 어휘를 생성하고, 추가하여 이미지 검색에서 객체들 사이의 위상 관계를 이용하여 좀더 의미적 검색을 시도한다.

3. 공간 관계 표현에 기반 한 의미적 이미지 검색 시스템 설계

웹상의 멀티미디어 데이터가 증가하면서, 사람들은 수많은 멀티미디어 데이터 중에서 자기가 원하는 데이터와 가장 근접한 데이터를 검색하기를 원한다. 특히, 요즘 사용자의 검색 성향은 예전의 단순한 검색과는 차이가 있다. 예전에는 주로 “자동차”, “사과”, “사람” 등과 같은 단일 대표명사를 사용하는 질의어를 검색에 사용하여 검색한 후, 검색된 많은 결과에서 자기가 원하는 이미지를 다시 찾아야 하는 두 단계의 과정을 거치는 게 일반적이었다. 이러한 주된 이유는 현재 대부분의 이미지 검색 시스템이 텍스트 기반의 인덱싱에 의존하여 처리하고 있기 때문이다. 이에 반해, 최근 사용자는 좀더 복잡하고 다양한 검색어를 가지고 이미지 검색을 시도하고 복잡하고 다양한 이미지들 중 자기가 원하는 가장 근접한 이미지를 빠르게 검색하기를 원한다. 특히 “사과와 바나나가 서로 붙어있는 이미지”, “나무 아래 사람이 쉬고 있는 이미지” 혹은 “등산하고 있는 사람들” 등과 같은 복잡한 검색어를 사용하여 컴퓨터가 이를 이해하고, 보다 정확한 이미지를 검색 결과로 보여주길 원한다. 하지만 이와 같이 검색어를 분석하고 비슷한 이미지를 찾는다는 것은 현재의 웹 기술과 검색 기술로는 불가능한 일이다. 그렇지만 웹이 더욱더 기능화되면서, 시맨틱 웹의 실현이 멀지 않은 지금의 시점에서, 시맨틱 웹의 자원 표현 기술을 적용한다면, 이러한 근본적 문제에 접근가능할 것으로 기대된다. 예를들어, 모든 검색어를 RDF Triple로 표현하여 분석하고, 또 이미지에 대한 메타데이터를 RDF를 이용하여 표현을 시도한다면, 이러한 문제의 해결도 그리 불가능한 일은 아닐 것이다. 본 연구에서는 이러한 의미적 검색을 위해서, 먼저 이미지에 대한 메타데이터 서술 표현에서 자주 사용되는 공간관계 표현을 위한 공간관계 어휘를 확장하고, 이러한 공간관계 어휘를 사용하여, 이미지에 대한 메타데이터를 좀더 구조적이고, 의미적으로 표현한다. 결과적으로, RDF 메타데이터와 온톨로지와의 결합을 통하여 언어적 모호성을 최소화한 의미적 검색이 가능할 것으로 기대된다. 본론에서는 공간관계 표현을 위한 어휘들을 정의하고, 확장하는 과정에 대한 내용과 본

논문에서 제안하는 의미적 이미지 검색 시스템의 구조에 대해서 상세히 설명한다.

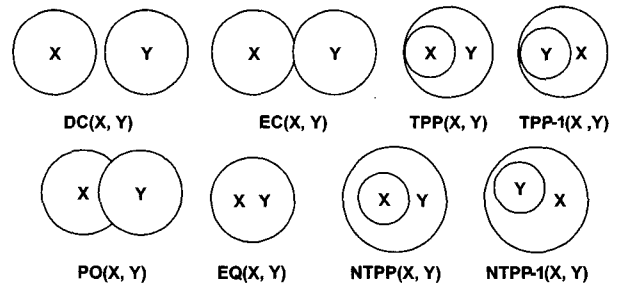
3.1 공간 관계 표현 어휘 확장

웹의 진화와 사용자들의 욕구가 증대될수록 사용자들은 좀더 빠르고 정확한 정보 검색을 원한다. 특히, 요즘처럼 방대한 양의 이미지들이 웹상에 존재할 때, 이러한 많은 이미지 중에서 사용자가 원하는 이미지를 검색하는 일은 점점더 힘든 일이 될 것이다. 그리고 최근의 이미지 검색은 과거의 단순한 단어를 이용하는 쿼리의 성향에서 좀더 복잡하고 설명적 쿼리의 형태로 진화하고 있다. 그러므로 이미지 검색에서의 의미적 이미지 검색을 위해서는 먼저 쿼리에 대한 분석이 요구되고, 기본의 이미지에 대한 색인이 아닌, 이미지의 내용을 설명적으로 표현하는 새로운 형식의 포맷이 요구된다. 이를 위해서, 쿼리와 이미지에 대한 설명을 매칭 시킴으로써 의미적 이미지 검색에 한 단계 다가설 수 있을 것이다.

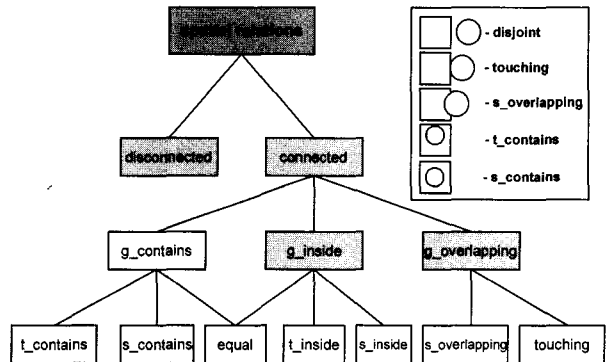
최근 이미지 검색을 위한 쿼리들을 살펴보면 “호수 위에 앉아 있는 기러기”, “나무에 기대어 서있는 사람” 혹은 “잔디에 앉아 있는 사람들” 등과 같은 복합적이고 서술적 쿼리를 사용하여 좀더 정확한 검색을 원하는 사용자의 욕구를 파악할 수 있다. 위의 세 가지 검색 쿼리들을 분석해보면, 이는 시맨틱 웹에서의 자원 표현 형식인 RDF의 Triple과 흡사함을 알 수 있다. Subject가 “호수”이고, predicate가 “위에 앉아있다” 그리고 object가 “기러기”와 같이 표현될 수 있다. 또한 위와 같은 쿼리에서, predicate가 되는 “위에 앉아있다”, “기대어 서있다” 그리고 “앉아 있다”는 모두 공간적 개념을 가지고 있는 단어들이란 것을 알 수 있다. 그러므로, 이러한 공간적 개념을 대표할 수 있는 대표적 어휘들을 정의하여 검색의 쿼리에서와 이미지에 대한 설명적 메타데이터를 작성할 때 사용한다면, 이러한 통일된 형식내에서 간단한 구문 매칭을 통한 의미적 이미지 검색이 가능할 것이다.

다음은 위에서 설명한 대표적 공간관계의 표현을 위한 어휘들을 정의하는 과정을 설명한다. 본 논문에서는 새로운 공간관계 어휘들을 확장하기 위해서 RDF 어휘의 Semantics의 기반이 Description Logics의 확장인 Spatial Description Logics[3-5]에 기반하여 확장한다. Spatial Description Logics에서는 대표적 공간 관계를 아래의 (그림 2)와 같이 여덟가지로 정의하고, 각각의 관계에 대한 Semantics를 정의하였다.

(그림 2)의 여덟 가지 대표 공간 관계에 대한 계층적 구조를 살펴보면, (그림 3)과 같이 분류하여 표현할 수 있다.



(그림 2) 8가지 대표 공간 관계



(그림 3) 대표 공간 관계의 계층도

위의 공간 관계 계층도에서, 대표 공간 관계는 크게 ‘disconnected’와 ‘connected’로 분류되고, 다시 ‘connected’는 ‘contains’, ‘inside’ 그리고 ‘overlapping’으로 나뉜다. 여기에서 ‘contains’와 ‘inside’는 서로 동일한 의미이면서 역의 의미를 가지고 있으므로, 이 두개를 묶어 하나의 ‘inside’로 표현함으로써, ‘disconnected’, ‘connected’, ‘inside’ 그리고 ‘overlapping’의 네 가지 공간 관계를 대표로 정의하고, 이를 대표 공간관계 표현 어휘들로 사용한다. 네 가지 어휘들의 Syntax를 정의하면 다음과 같다.

DisconnectedWith	= (concept 1)(concept 2).dc
ConnectedWith	= (concept 1)(concept 2).ec
Insidelnto	= (concept 1)(concept 2).ntpp
OverlapWith	= (concept 1)(concept 2).po

그리고 위의 어휘들에 대한 의미적 해석을 위한 Semantics는 다음과 같다.

$dc(X_1, X_2)$	$= \neg \exists x x \in X_1 \cap X_2$
$ec(X_1, X_2)$	$= \exists x x \in X_1 \cap X_2 \wedge \neg \exists x x \in \Pi X_1 \cap \Pi X_2$
$po(X_1, X_2)$	$= \exists x x \in \Pi X_1 \cap \Pi X_2 \wedge \exists x x \in \Pi X_1 \cap \neg X_2$ $\wedge \exists x x \in \neg X_1 \cap \Pi X_2$
$ntpp(X_1, X_2)$	$= \forall x x \in \neg X_1 \cup \Pi X_2 \wedge \exists x x \in \neg X_1 \cap X_2$

3.2절에서는 본 연구에서 제안하는 의미적 이미지 검색 시

시스템에서 3.1절에서 정의한 새로운 공간 관계 어휘들을 어떻게 적용하여 의미적 검색이 이루어지는지에 대한 전반적인 흐름에 대하여 설명한다.

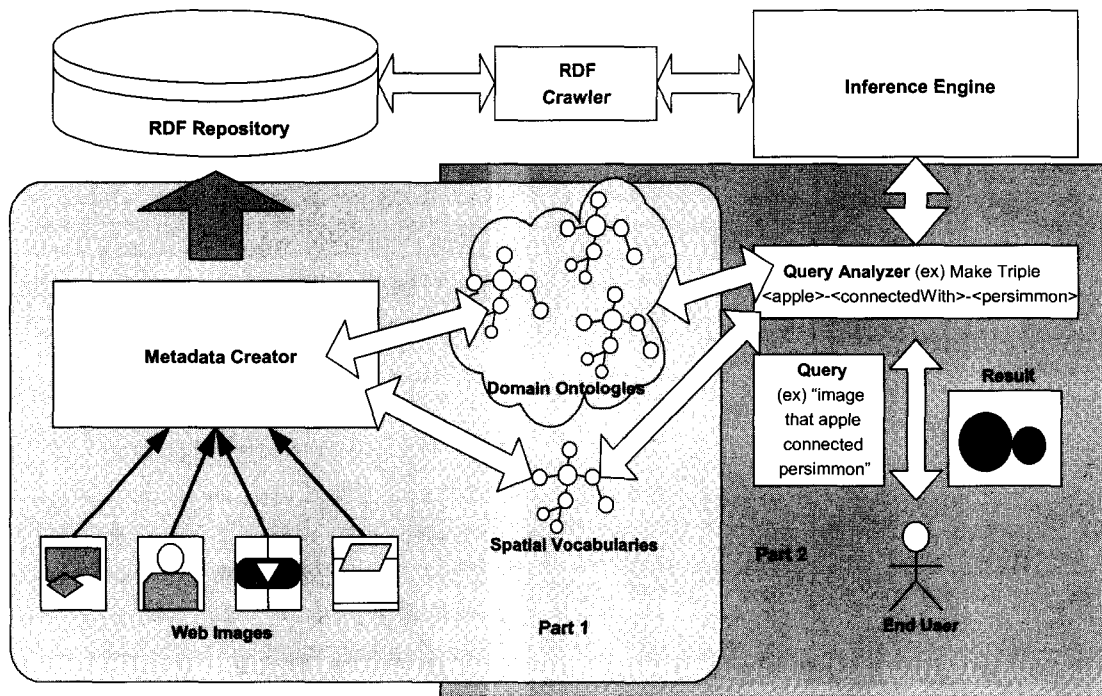
3.2 의미적 이미지 검색 시스템 구조

지금까지 웹에서의 이미지 검색은 키워드(Text) 기반 이미지 검색이 대부분을 차지한다. 이러한 이미지 검색의 효율적 정확도를 위해서는 사용자가 사용하는 단어들 모두가 같고, 같은 이미지를 보고 같은 생각을 한다는 가정이 바탕이 된다면 가능한 일일 것이다. 그렇지만 모든 사람들의 생각과 또 상황에 따른 모든 이미지에 대한 인덱스가 서로 다르게 되기 때문에, 기존의 검색 엔진으로는 사용자의 욕구를 충분히 채워줄 수 없다. 그리고 웹은 계속 발전하여, 시맨틱 웹의 실현이 멀지 않는 시점에서, 시맨틱 웹과 어울리는 이미지 검색 시스템에 대한 연구는 반드시 필요하다. 본 논문에서는 시맨틱 웹의 기반을 구성하는 RDF를 사용한 이미지 메타데이터 작성과 본 연구에서 정의하고 확장한 공간 관계 표현 어휘를 사용한다. 그리고 시맨틱 웹의 핵심부분인 온톨로지를 적용하여 최대한 시맨틱 웹에 어울리는 의미적 검색 시스템을 설계하였다.

다음의 (그림 4)는 본 연구에서 설계한 차세대 의미적 이미지 검색 시스템의 구조도이다. (그림 4)에서의 중요 부분에 대하여 살펴보면 다음과 같다.

[Part 1] 이 부분은 웹상의 이미지에 대한 RDF 기반 공간 관계 어휘들을 이용한 메타데이터를 작성하고 저장하는 부분이다. 웹에 있는 이미지를 찾아, 이미지 자원에 대한 URIfref에 기반하여 Metadata Creator는 RDF를 이용하여 새롭게 작성된 메타데이터를 RDF Repository에 저장하고, 사용자가 이미지 검색을 요구하면, 이미지 검색 엔진은 먼저 RDF Repository에 접근하여 RDF 메타데이터를 분석한다. 그런 다음에, 비슷한 메타데이터 구문을 찾으려면, 이미지의 URIfref를 검색 결과로 보내주고, 브라우저는 URIfref를 참조하여, 이미지를 사용자에게 제공한다.

예를들어, 웹상의 이미지 이름이 apple.jpg인 파일 이미지에 대하여 살펴보자. 이미지 apple.jpg의 URIfref는 http://vector.chosun.ac.kr/~kisofire/img/apple.jpg이다. 본 시스템에서 웹상의 이미지 자원인 apple.jpg 이미지에 대하여 Metadata Creator는 이미지내의 객체 이름과 객체들간의 관계 정의를 RDF를 이용하여 표현하고, 이를 RDF Repository에 저장한다. Metadata Creator는 이미지에 대한 메타데이터를 만들 때, 3.1절에서 정의한 공간관계 어휘들을 이용하여 보다 구조적이고 의미적인 서술을 꾀한다. 대표 공간관계인 'DisconnectedWith', 'ConnectedWith', 'InsideInto' 그리고 'OverlapWith'를 적용하여, 이미지내 각 객체들 사이의 관계를 통일적으로 정의함으로써, 관계 정의 시 발생하는 의미적 모호성을 최소화한다.

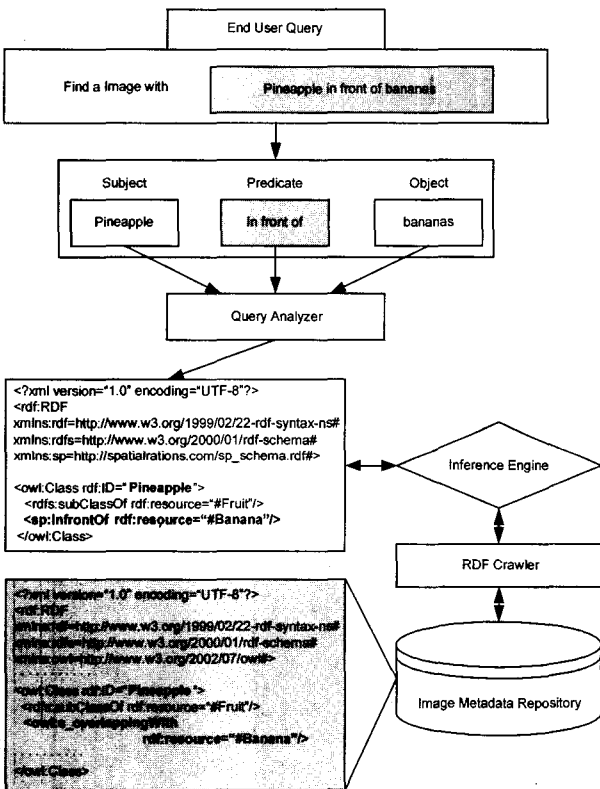


(그림 4) 의미적 이미지 검색 시스템 구성도

[Part 2] 이 부분은 검색을 위한 사용자 인터페이스 부분으로, 사용자가 검색을 위한 쿼리를 작성하면, 쿼리에 대한 내용을 RDF Triple로 변환한 후, Subject, Predicate 그리고 Object에 대하여, 각각 해당하는 도메인 온톨로지에 접근하여 쿼리에 대한 정확한 이해가 가능하다. 그리고 도메인 온톨로지를 적용하여 쿼리의 단어들과 실제 이미지 메타데이터 단어들 사이의 의미적 이질성을 극복할 수 있다.

예를들어, 사용자가 다음과 같은 쿼리 - “물위의 앉아있는 새 이미지”에 맞는 이미지 결과에 대하여 생각해 보자. RDF Repository에는 상위 클래스를 ‘새’로 갖는 많은 새들이 정의되어 있을 것이고, ‘물’이라는 상위 클래스에 강, 바다, 호수 등과 같은 많은 하위 클래스들이 각각의 도메인 온톨로지로 구축되어져 있을 것이다. 본 시스템에서는 각각의 도메인 온톨로지를 접근하여, 정확히 “물위에 앉아있는 새”라고 정의된 이미지 메타데이터 뿐 아니라, “호수에서 헤엄치는 백조”, “바다위의 갈매기” 등과 같이 의미적 모호성을 최소화한 포괄적 검색을 기대할 수 있다.

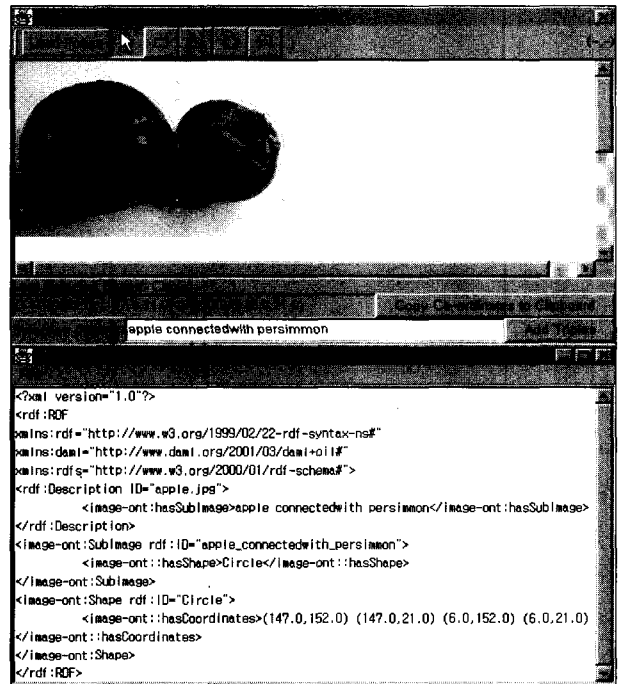
(그림 5)는 시스템내의 사용자 쿼리에 대한 처리의 과정을 설명하고 있다. (그림 5)는 본 논문에서 주장하고 있는 공간관계 표현을 위한 RDF의 확장 어휘들이 의미적 검색을 위하여 어떻게 처리되고 있는지 설명하고 있다.



(그림 5) 시스템 쿼리 처리

4. 비교 실험 및 평가

본 연구의 타당성을 입증하기 위하여, 다음과 같은 비교 실험을 하였다. 비교 실험에서는 RDF와 DAML+OIL을 적용하여, 이미지 내의 객체들을 메타데이터로 표현하고자하는 PhotoSMORE[8]와 본 시스템의 RDF 표현의 비교를 통하여, 좀더 의미적 검색이 가능함을 설명한다. 먼저, 다음 (그림 6)는 PhotoSMORE의 이미지에 대한 메타데이터를 RDF와 DAML+OIL을 사용하여 표현하는 내용이다.



(그림 6) PhotoSMORE의 이미지 RDF 표현

(그림 6)에서 살펴볼 수 있듯이, PhotoSMORE는 각각의 객체를 지정하고, 메타데이터 작성자가 Triple을 작성하면, 그 내용이 RDF내에 Subject-Predicate-Object의 Triple로 작성되지 않고, 단순히 문자열로 표현됨을 확인할 수 있다. 이렇게 된다면, 기존의 텍스트 검색과 비슷한 텍스트 처리가 포함되어야 하며, 메타데이터를 이용한 효과를 거둘 수 없다. 하지만, 본 연구에서의 의미적 이미지 검색 시스템을 이용하여 똑같은 이미지에 대하여 메타데이터를 작성한다면, 다음 (그림 7)과 같이 작성된다.

(그림 7)을 살펴보면, 사용자가 Triple을 작성하였을 때, 사용자 Triple이 분석되어 RDF 구문내에 Subject-Predicate-Object의 관계로 표현이 되며, 특히 Predicate 표현은 본 연구에서 새롭게 정의한 공간관계 어휘들을 속성으로 사용하여 표현하고 있음을 확인할 수 있다. 또한 각 객체들은 각각의 도메인 온톨로지에 접근하여, 표현되고 있음을

확인할 수 있다. 그러므로, 이렇게 작성된 RDF 메타데이터는 검색 엔진에 공간관계 어휘 해석을 위한 구문의 추가를 통하여, 별도의 모듈 없이 의미적 이미지의 검색이 가능하다.

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF
xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:spr="http://vector.chosun.ac.kr/spr#"
xmlns:rdfs="http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#"
>
<rdf:Description ID="apple.jpg">
<rdf:resource = "http://vector.chosun.ac.kr/~kisofire/img" />
</rdf:Description>
<rdf:ID="apple">
<spr:connectedWith>persimmon</spr:connectedWith>
</rdf>
<image-ont:Shape rdf:ID="Circle">
<image-ont::hasCoordinates>(147.0,152.0) (147.0,21.0) (6.0,152.0) (6.0,21.0)
</image-ont::hasCoordinates>
</image-ont:Shape>
</rdf:RDF>
```

(그림 7) 본 시스템의 이미지 RDF 표현

5. 결 론

본 논문에서는 시맨틱 웹에 어울리는 의미적 이미지 검색 시스템을 설계하고, 그 가능성을 살펴보았다. 특히, 이미지들의 검색 쿼리에서 중요한 단어가 공간관계임에 기반하여, 공간관계 표현을 위한 어휘들을 정의하여, 좀더 구조적이고 의미적인 검색을 꾀하였다. 그리고, RDF를 이용하여 이미지에 대한 메타데이터를 표현하면, 복잡한 검색 매커니즘 없이도 Syntax 분석을 통한 간단한 방법으로 최대한의 성능을 기대할 수 있다. 그렇지만 본 연구는 실제 시맨틱 웹이 실현되지 않은 이 시점에서 그 성능에 대한 직접적인 평가를 하지 못하였고, 이는 향후에 연구되어야 할 과제이다.

참 고 문 헌

- [1] T. Berners-Lee, J. Hendler and O. Lassila, "The Semantic Web," Scientific Am., Vol.284, No.5, pp.34-43, May, 2001.
- [2] D. Brickley, R. Guha (eds.), "Resource Description Framework (RDF) Schema Specification," W3C Candidate Recommendation, 27, March, 2000, <http://www.w3.org/TR/2000/CR-rdf-schema-20000327>.
- [3] V. Haarslev, C. Lutz and R. Moller, "Foundations of spatio-terminological reasoning with description logics," KR '98, pp.112-123, June, 1998.
- [4] V. Haarslev, R. Moller and M. Wessel, "Visual spatial query languages : A semantics using description logic," Diagrammatic Representation and Reasoning, 2000.
- [5] 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 Reasoning(KR '92), 1992.
- [6] B. Chandrasekaran, J. Josephson, and R. Benjamins, "What Are Ontologies, and Why do we Need Them?," IEEE Intelligent Systems, Vol.14, No.1, pp.20-26, 1999.
- [7] W. Kim, H. Kong, K. Oh, Y. Moon and P. Kim, "Concept Based Image Retrieval Using the Domain Ontology," Computational Science and Its Applications(ICCSA 2003), pp.401-410, 2003.
- [8] <http://www.mindswap.org/~aditkal/editor2.shtml>.
- [9] Rohini K. Srihari, "Automatic Indexing and Content-based Retrieval of Captioned images," IEEE Computer, Vol.28, No.9, September, 1995.
- [10] Akan F. Smeaton and Ian Quigley, "Experiments on Using Semantic Distances Between Words in Image Caption Retrieval," In Proceedings of ACM SIGIR Conference, pp.174-180, 1996.
- [11] 노형기, 황분우, 문종섭, 이성환, "내용 기반 영상 정보 검색 기술의 현황", 전자공학회지, 제25권 제8호, 1998.
- [12] M. R Naphade and T. S Huang, "Extracting Semantics from audio-visual content : the final frontier in multimedia retrieval," IEEE Trans. on Neural Networks, Vol.13, No.4, pp.793-810, July, 2002.
- [13] A. pentland, R. W. Picard, S. Sc laroff, "Photobook : Tools for Content-Based Manipulation of Image Database," SPIE Stroage and Retrieval Image and Video Database II, Vol.2, 185, pp.34-47, 1994.
- [14] A. B. Benitez, S.-F. Chang and J. R. Smith, IMKA : A Multimedia Organization System Combining Perceptual and Semantic Knowledge, Proceeding of the 9th ACM International Conference on Multimedia (ACM MM-2001), Canada, Ottawa, Sep.30-Oct.5, 2001.
- [15] C. Jorgensen, A. Jaimes, A. B. Benitez and S.-F. Chang, A Conceptual Framework and Research for Classifying Visual Descriptors, Journal of the American Society for Information Science (JASIS), Invited Paper on Special Issue on Image Access : Bridging Multiple Needs and Multiple Perspectives, Sep., 2001.



황 명 권

e-mail : hmk2958@chosun.ac.kr

2004년 조선대학교 컴퓨터공학부(공학사)

2004년~현재 조선대학교 전자계산학과

석사과정

관심분야 : 온톨로지, 정보검색



공 현 장

e-mail : kisoft@chosun.ac.kr
2002년 조선대학교 전자계산학과(이학사)
2004년 조선대학교 전자계산학과
(이학석사)
2004년~현재 조선대학교 전자계산학과
박사과정

관심분야 : 온톨로지, 멀티미디어 정보검색



김 판 구

e-mail : pkkim@mina.chosun.ac.kr
1990년 서울대학교 컴퓨터공학과
(공학석사)
1994년 서울대학교 컴퓨터공학과
(공학박사)
1998년 조선대학교 컴퓨터공학과(공학사)

1995년~현재 조선대학교 컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 시스템 보안, 운영체제, 정보검색, 영상처리