

## 문화재 정보의 온톨로지 기반 검색시스템

백승재\*, 친현재\*\*, 이홍철\*\*\*

### Ontology-Based Information Retrieval for Cultural Assets Information

Seung-Jae Baek \*, Hyeon-Jae Cheon \*\*, Hong-Chul Lee \*\*\*

#### 요약

시맨틱 웹(Semantic Web)은 정보자원의 효율적 검색, 통합, 재사용을 가능하게 한다. 현재의 웹 환경에서 사용되고 있는 키워드 검색방법은 단순한 문자열 일치 방법으로 인하여 정확한 검색결과에 한계가 있다. 이에 본 연구에서는 전통적인 키워드 검색에서의 나타난 문제점들을 해결할 방안으로 의미적인 연관성을 통한 온톨로지(Ontology) 검색방법을 제안하여 더욱 정확한 검색결과를 유도해 본다. 국내 문화재를 중심으로 하여 OWL기반의 온톨로지를 구축하였고 질의, 검색 방법으로는 RDQL 질의어와 Jena API를 사용하였다. 이와 더불어 온톨로지 속성(property)데이터를 데이터베이스에 저장하여 처리하는 방안을 제시한다.

#### Abstract

The Semantic Web enables machines to achieve an effective retrieval, integration, and reuse of web resources. The keyword search method currently used has a limit to accurate search results because of a simple string matching method in web environment. This paper proposes an Ontology-Based Information Retrieval which can solve the problems and retrieve better search results through semantic relations. In this system, we implemented the Cultural Assets Ontology based on OWL with RDQL and Jena API. we also suggest a method to handle properties stored in a database.

▶ Keyword : 온톨로지(Ontology), 시맨틱 웹(Semantic Web), OWL(Web Ontology Language), 검색엔진(Search Engine), 시맨틱 검색(semantic search), retrieval system, Jena

- 
- 제1저자 : 백승재
  - 접수일 : 2005.06.23, 심사완료일 : 2005.07.12
  - \* 고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정,
  - \*\* 고려대학교 산업시스템정보공학과 박사과정
  - \*\*\* 고려대학교 산업시스템정보공학과 교수

## I. 서론

시맨틱 웹은 현재의 HTML 기반의 웹 환경을 더욱 능동적으로 변화시킬 수 있는 중요한 요소로 인식되고 있다. 웹 정보에 명시적인 의미를 부여하여, 좀 더 쉽게 웹상에 존재하는 정보들을 자동으로 처리하고 통합을 가능하게 해준다. 시맨틱 웹은 사용자 정의 태그 스키마를 정의할 수 있는 XML(Extensible Markup Language)과 유연하게 데이터를 표현할 수 있는 RDF(Resource Description Framework)를 바탕으로 구축되며, 시맨틱 웹의 핵심 기술인 온톨로지는 웹 문서에 포함된 용어의 의미를 형식적으로 기술할 수 있게 한다[1].

인터넷에서 제공하는 키워드 검색은 웹 공간을 주기적으로 운행하여 신규 문서를 수집해오는 검색로봇(crawler)을 이용하여 키워드의 패턴 매칭 여부에 따라 검색해 주는 기존의 전통적인 정보검색 기술을 이용한다. 이러한 검색방법은 자동검색이 가능하고 사용방법이 간편하다는 이점이 있으나 웹 문서의 분류나 표현규칙이 아직 표준화되어 있지 않아 특정 주제에 대한 사용자의 정보요구를 정확하게 인식하지 못하고 있다[2][3]. 이러한 키워드 기반의 검색방식은 몇 가지 일반적인 한계가 있다. 첫 번째, 문서의 정보를 표현하고 있는 키워드는 문서의 명백한 의미를 표현해줄 수 못하며 문서의 전체적인 의미를 몇 가지의 명확한 단어만으로는 표현할 수 없다. 둘째, 키워드만으로는 동의어나 동음이의어를 구분하지 못하고 하위어나 반의어 등을 명확하게 표현하지 못한다[4]. 따라서 웹 페이지 정보에서 질의자의 정보요구에 정확하게 검색하기 위해서는 에이전트가 질의어의 의미를 파악하고 직접 처리할 수 연구가 필요하다.

본 연구에서는 온톨로지를 기반으로 한 문화계 온톨로지 검색 시스템을 제안 한다. 기존의 온톨로지 연구에서는 온톨로지를 생성한 후 복잡한 속성(property) 질의를 하는 연구가 시도 되었다[5][6]. 하지만 질의자가 속성정보(property)에 대한 명확한 지식이 없는 상태에서 복잡한 속성에 대한 질의를 하게 된다면 정확도를 떨어뜨릴 수 있으며 속성이 많은 대상을 온톨로지로 구축할 경우에 규모가 대형화 된다. 이에 본 연구에서는 질의자가 쉽게 검색을 가능하게 하기 위해 검색 시 온톨로지 카테고리 정보를 RDQL(

Query Language for RDF) 질의어를 통해 질의자에게 제시하고 검색에 필요한 속성정보는 데이터베이스에 저장하여 필요한 속성정보만을 획득하는 시스템을 제안한다.

본 논문의 구성은 2장에서 시맨틱 웹과 온톨로지에 대한 전반적인 내용에 대해서 살펴보고 3장에서는 관련 연구로서 온톨로지를 이용한 검색 시스템들을 분석하고 4장에서는 우리나라 문화계를 중심으로 한 온톨로지를 구축하여 본 논문에서 제안하는 검색 시스템의 구현내용과 결과를 보여주고, 마지막 장에서 결론을 맺는다.

## II. 시맨틱 웹과 온톨로지 언어

시맨틱 웹의 기술은 크게 비영리 단체인 'W3C'를 중심으로 한 온톨로지(Ontology) 기술과 'ISO'를 중심으로 토픽맵(Topic Maps) 기술이 있다. 이장에서는 전체적인 시맨틱 웹의 개념과 'W3C'의 시맨틱 웹 핵심 기술인 온톨로지에 대해 다룬다.

### 2.1 시맨틱 웹(semantic web)

시맨틱 웹은 웹상의 정보에 잘 정의된 의미를 부여함으로써 사람뿐만이 아니라 컴퓨터도 쉽게 문서의 의미를 이해할 수 있도록 하여 정보의 검색, 해석, 공유 등의 자동화를 하기 위한 목적으로 제안되었다. 이러한 "잘 정의된 의미"를 다루고자 하는 것이 시맨틱 웹 온톨로지 언어의 역할이다[7].

시맨틱 웹의 문서는 자연어 위주의 기존 웹 문서와 달리 컴퓨터가 해석하기 쉽도록 부여한 의미를 가지고 있기 때문에 자동화된 에이전트나 정교한 검색엔진들이 부여된 의미를 이용하여 고수준의 자동화와 지능화를 이룰 수 있게 된다. 이러한 의미를 표준화 된 방법으로 체계적으로 표현하고자 하는 것이 시맨틱 웹의 주된 목적이다. 의미정보가 추가되면 웹의 응용범위는 비교할 수 없을 정도로 확장이 가능하다[8]. 또한, 웹이 제공하고 있는 정보를 잘 정의된 온톨로지를 기반으로 하여 표현함으로써, 물리적 또는 논리적으로 분산되어 있는 어플리케이션 간의 상호운용성을 제공할 수 있다. 즉, 시맨틱 웹에서는 서로 다른 데이터 표현을 갖고 있는 어플리케이션들도 온톨로지를 통해 상대방의 정보를 이해하고 처리하는 것이 가능하다. Tom Berners-Lee는 시맨틱 웹을 '잘 정의된 의미를 가진 정보를 제공하여 기계와

인간의 협력을 더욱 향상시키는 웹의 확장'이라고 정의하고 있다[9]. (그림 1)은 Tim Berners-Lee가 제안한 시맨틱 웹 구현을 위한 기술표현이다. 기본적으로 웹 자원(resource)의 위치를 URI(Universal Resource Identifier)를 사용하여 정적으로 지정하는 공유된 공간이다.

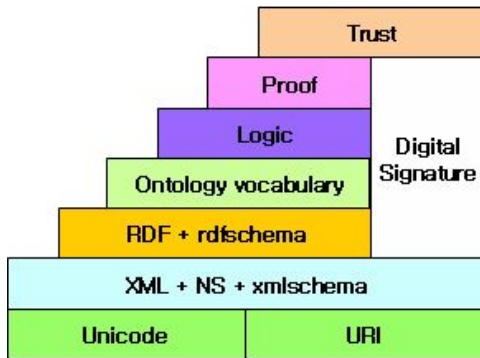


그림 1. 시맨틱 웹의 구조  
Fig 1. Structure of the Semantic Web

아직까지 웹상의 대부분의 정보는 컴퓨터가 아닌 사람이 읽고 해석하기 편리하도록 구성되어 있기 때문에 이를 컴퓨터가 지능적으로 해석하여 처리하기에는 어려움이 많은 것이 현실이다. 검색 엔진을 이용하여 원하는 정보들을 검색하고 이를 사용자의 눈으로 일일이 확인하여 필요한 정보를 선택한 후 이를 다시 마우스나 키보드 조작을 거쳐 선택된 내용을 해석하여 확인하는 과정을 반복적으로 수행하게 된다. 원하는 정보를 검색하고 종합하여 사용자에게 제공하고 사용자의 의도에 맞게 예약이나 구매와 같은 일을 행할 수 있는 컴퓨터 프로그램이 사용자의 신뢰 속에 일상적으로 사용될 수 있다면 사용자는 반복적이고 소모적인 작업에서 벗어날 수 있을 것이다[10].

## 2.2 온톨로지 언어

문서정보의 의미 부여를 위해서는 데이터뿐만 아니라 데이터에 대한 추론을 규정하는 규칙(rule)을 표현할 수 있는 언어가 필요하다. 의미 부여를 가능케 하는 언어로서 RDF, RDF'S(RDF'Schema), DAML+OIL(DARPA Agent Markup Language + Ontology Inference Layer), OWL(Web Ontology Language) 등이 있다.

RDF는 W3C의 가장 기본적인 시맨틱 웹 언어로서 웹에 있는 자원(resource)에 관한 메타정보를 표현하기 위한 언

어이다. 특히 웹 자원을 표현하는데 기본이 되는 제목, 저자, 최종 수정일, 저작권과 같은 웹 문서에 관한 메타데이터를 표현할 목적으로 개발되었으나, 웹 자원의 개념을 웹상에서 다른 목적으로 RDF를 활용할 수 있다. RDF는 매우 간단한 구조를 가지고 있다. URI를 써서 식별 할 수 있는 대상으로 문장을 구성하며 구성된 문장은 노드와 화살표를 사용하여 도식적으로 표현할 수 있다.

RDF는 기본적으로 세 개의 정보를 지닌 쌍들(Triple)로 정의한다. 이 세 개의 정보는 일반 문장의 주어, 동사(또는 서술어), 목적어에 해당하는 것으로서 사람이나 웹 문서 등 특정 대상(object)이 특정 속성(attribute)에 대하여 특정 값(value)을 가지고 있는 상태를 표현한다[10]. (그림 2)와 <표 1>은 쌍들(Triple)의 구조를 나타내는 RDF의 예이다.

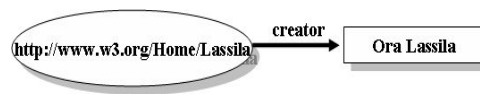


그림 2. RDF Triple 의 구조  
Fig 2. Structure of RDF Triple

표 4. RDF Triple의 내용  
Table 1. Contents of RDF Triple

object	http://www.w3.org/Home/Lassila
attribute	Creator
value	"Ora Lassila"

```
<?xml version="1.0"?>
<rdf:RDF xmlns:rdf="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#"
xmlns:s="http://description.org/schema/">
<rdf:Description about="http://www.w3.org/Home/Lassila">
<s:Creator>Ora Lassila
</s:Creator>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
```

위의 (그림 2)와 <표 1>에서 나타낸 RDF의 구조를 XML로 나타내면 다음과 같다.

이에 대한 내용은 "Ora Lassila는 자원 http://www.w3.org/Home/Lassila 의 작성자이다."라는 표현이다. 이와 같이 RDF는 노드와 아크로 표현되고 문서의 자원-속성-값의 표

현이 가능하며 중첩된 자원의 서술도 가능하다. RDF의 표현방법과 함께 더욱 구조적으로 확장시킨 것이 RDF'S 이다. RDF'S는 RDF의 단순한 표현방법을 집산화, 분류화시키기 위하여 클래스 자원의 기술을 통해 더욱 구조화된 표현방법이다. 이는 메타데이터의 속성에 관한 정의, 속성의 적용 도메인과 속성 값에 대한 제어방법 및 클래스간의 관계 등을 에이전트가 이해하고 처리를 가능하게 했다.

하지만 RDF와 RDF'S는 동의요소(동의어, 동음이의어), 역관계, union, intersection 등의 언어적 요소 관계와 복잡한 형태의 구조적 관계의 표현력이 결여되어 있었다. 그 결과 나타난 것이 DAML+OIL이며, OWL은 이 DAML+OIL에 기반을 둔 온톨로지 구축 경험을 토대로 개념의 일관성을 확보하여 class와 property의 개념 및 그들 사이의 관계가 보다 명료하게 정의되도록 정리한 온톨로지 언어이다[11]. 즉, OWL은 시맨틱 웹 형성의 기저인 온톨로지 개발에 필요한 언어 구조를 재정립한 결과로 볼 수 있으며 현재 W3C에서는 OWL을 온톨로지 언어의 표준으로 정했다.

이 논문에서는 OWL을 이용하여 문화재 온톨로지를 구축하였으며 세부적인 온톨로지 구조와 온톨로지 검색시스템의 구축방법은 4장에서 다룬다.

### III. 관련 연구

현재 온톨로지 분야의 연구는 온톨로지를 직접 활용하는 방향으로 많이 진행되고 있다. 예를 들어, 이미지 기반의 온톨로지를 생성하여 질의자가 쉽게 검색할 수 있는 시스템 [12], Image Retrieval을 온톨로지에 적용시킨 시스템 [13], 온톨로지를 검색하여 랭크순위를 제공하는 검색엔진 [14] 등 온톨로지를 활용한 많은 연구가 시도되고 있다.

#### 3.1 Semantic Image Retrieval

Helsinki 대학에서 연구된 Semantic Image retrieval[12]은 질의자가 쉽게 온톨로지를 검색할 수 있도록 자동으로 온톨로지 질의문을 생성한다. 이 시스템은 온톨로지의 복잡한 질의문을 질의자가 쉽게 질의할 수 있도록 View-based search 방식의 인터페이스를 제공한다. 이 연구에서는 온톨

로지를 이용하여 정확한 정보와 올바른 설명들을 획득해 주는 것 외에 검색 지식이 없는 질의자에게 올바른 질의문을 자동으로 생성해줄 수 있도록 이미지 기반의 인터페이스를 제공한다.

#### 3.2 Object-Based Image Retrieval

Object-Based Image Retrieval[13]은 image retrieval을 온톨로지와 접목시켜 온톨로지 질의에 해당하는 이미지를 검색하는 방법을 제안한 연구이다. 이 연구에서는 이미지 온톨로지를 크게 4가지(intensity, position, size, shape)의 클래스로 구분하여 해당하는 이미지 특성 값을 온톨로지로 구축하였다. 예를 들어, 질의자가 "red car"를 검색한다면 Intensity 클래스의 red 특성 값과 관계되어 있는 값들을 검색하고 car와 관계된 키워드를 검색하여 질의자에게 red car 이미지들을 제공한다.

기존 연구들은 온톨로지 활용에 초점이 맞춰져 있지만 속성정보 검색에 있어서는 온톨로지 질의어만 사용하였다. 본 연구에서는 온톨로지 인스턴스 정보를 통해 온톨로지 질의어와 데이터베이스 질의어를 혼합하여 검색하는 방안을 제시한다.

## IV. 온톨로지와 검색엔진의 설계

### 4.1 온톨로지 설계

본 논문은 국내 문화재를 검색 대상으로 선정했다. 현재 문화재 분류체계는 문화재보호법이 정한 4가지 형태(유형문화재, 무형문화재, 기념물, 민속자료)로 분류되어 있다. 문화재 보호법이 정한 분류기준은 유물중심의 분류이기 보다는 관리중심으로 구분돼 있어 그대로 온톨로지 생성하기에는 문제점이 있다. 본 연구에서는 클래스를 4가지로 분류하여 문화재 온톨로지를 구축하였다. 온톨로지 작성 언어로는 OWL을 사용하였으며, (그림 3과4)는 protege 3.0[15]를 사용하여 OWL기반의 온톨로지를 모델링한 화면이다. 온톨로지는 크게 4개의 클래스로 분류했으며 시대 클래스(선사시대, 청동기시대, 철기시대, 고구려, 백제, 신라, 가야, 발해, 통일신라, 고려시대, 조선시대), 유형 클래스(무형문화재, 유형문화재, 기념물, 사적종류), 행정지역별로 구

분한 지역 클래스와 문화재 지정종목명칭(국보, 보물, 명승, 사적, 시도 기념물, 시도무형문화재, 시도유형문화재, 중요 무형문화재, 중요민속자료, 천연기념물)으로 구분하였다. 각 클래스들은 property, domain, range를 가지고 온톨로지를 표현하였다.



그림 3 유형과 지정종목 온톨로지 클래스  
Fig 3. Type class and Item Class

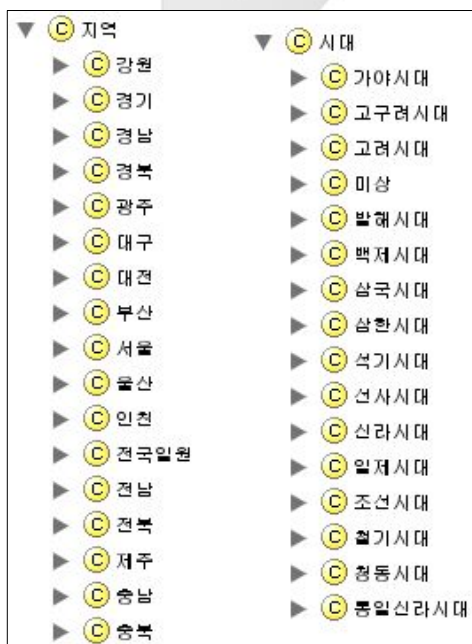


그림 4 지역과 시대 온톨로지 클래스  
Fig 4. Region class and Period class

#### 4.2 시스템 구성 및 검색엔진 설계

본 문화재 검색 시스템의 구성은 다음과 같다.

- 운영체제 : Red Hat Linux 9.0
- 웹 서버 : Apache-Tomcat/5.5.4
- 사용언어 및 API : java(jdk version 1.5), Java Server Page, HP Lab's Jena toolkit (version 2.0)
- 온톨로지 언어 : OWL
- 데이터베이스 : MySQL 4.0.23a
- 질의 언어 : RDQL

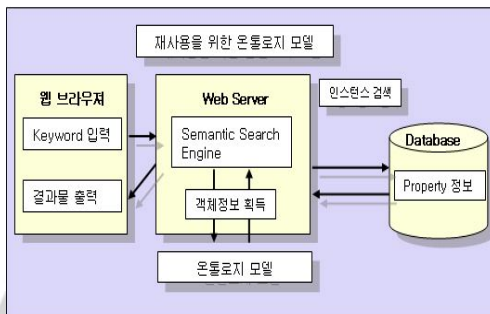


그림 5 시스템 구조  
Fig 5. Structure of our system

(그림 5)는 본 연구에서 구현한 시맨틱 검색시스템 시스템구조이다. 검색시스템은 크게 3가지 부분으로 나뉘고 있다. 유저인터페이스를 통하여 질의자가 검색키워드를 입력하고 결과물을 출력하는 부분, 입력된 키워드를 통하여 검색을 하는 semantic search engine과 온톨로지 부분, 속성 정보를 담고 있는 데이터베이스 부분이다.

웹 기반의 검색엔진 설계에 앞서 오프라인 기반의 검색엔진모듈을 구현했다. 검색엔진 모듈의 프로세스는 다음과 같다.

- Step1) 질의자가 알고자 하는 정보의 키워드를 입력하게 되면 검색엔진은 온톨로지 모델을 생성하여 RDQL 질의를 통해 해당 클래스를 찾는다.
- Step2) 검색 엔진은 검색된 클래스를 근거로 현재 클래스의 카테고리를 알아내기 위해 super-class, sub-class 또는 동급수준의 클래스를 검색한다.
- Step3) super-class가 또 다른 sub-class에 속한

sub-class라면 재귀적으로 super-class를 검색하여 최상위 클래스까지 검색한다. sub-class도 super-class 검색방법과 마찬가지로 형태로 검색한다.

질의자는 재귀적으로 검색된 결과를 통해 더욱 정확한 검색을 유도할 수 있다. 예를 들어, (그림 6)의 결과에서 보면 '목조문화재'에 대한 검색을 할 경우 '목조문화재'의 super class는 '유형문화재'이고 유형문화재의 super class는 '유형'인 것을 알 수 있다. 검색엔진 모듈 화면의 상단은 '목조문화재'의 상위 클래스의 정보를 출력하고 중간부분과 하단은 동급의 클래스와 하위클래스 정보를 출력한다.

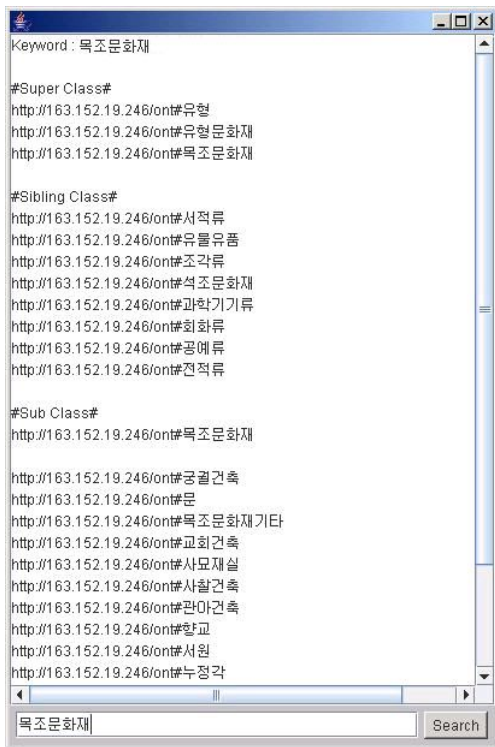


그림 6. 온톨로지 검색엔진  
Fig 6. An ontology search engine

### 4.3 웹 기반 검색엔진의 구현

(그림 7,8)은 웹 기반으로 검색엔진모듈을 구현한 후 검색어를 입력 했을 때 결과 화면이다. 질의자는 국보급 문화재의 종류에 대한 정보를 얻기 위해 검색창에 '국보'라는

검색어를 입력한다. 검색 시스템은 키워드를 통해 '국보'와 매칭 되는 클래스를 검색한다. 해당 화면의 자세한 내용은 다음과 같다.

(그림 7)의 화면은 '국보'가 검색된 내용의 화면이다. RDQL을 사용하여 해당 클래스의 상위그룹, 동일 그룹, 하위 그룹의 클래스를 모두 검색하고 질의자에게 검색된 클래스 정보와 연관되어 있는 정보를 보여준다. 이렇게 검색된 클래스 중에서 질의자가 원하는 클래스 정보를 선택하게 되면 검색 엔진은 해당 클래스의 인스턴스 정보를 통해 자세한 속성정보를 검색하게 된다. 속성정보의 검색은 데이터

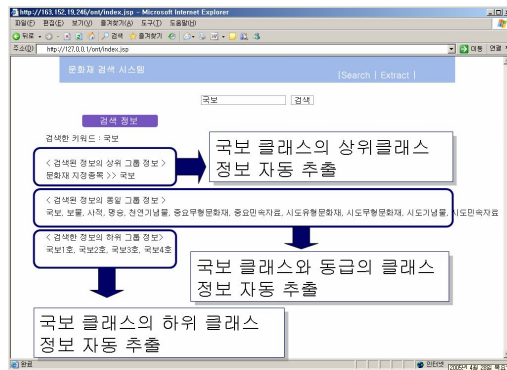


그림 7. '국보' 카테고리 정보  
Fig 7. Category information of '국보'

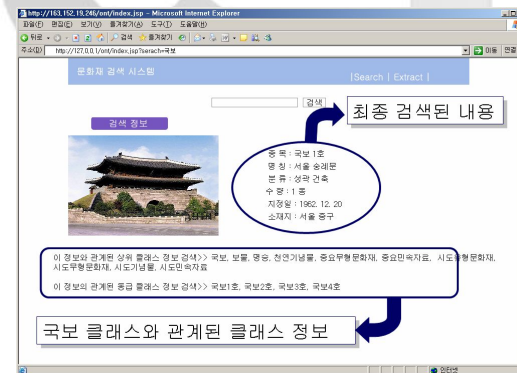


그림 8. 검색 결과 화면  
Fig 8. A Scene of search result

베이스 질의를 통해 (그림 8)과 같이 제공하며, 최종 검색 정보와 관련이 있는 카테고리 정보들도 질의자에게 제공한다. 만일 질의자가 검색한 국보급 문화재와 관련 그룹의 다른 문화재를 알고자 한다면 검색창을 이용할 필요없이 검색

색결과에서 제공하는 그룹 정보에서 다른 문화재를 클릭하여 정보를 쉽게 획득해 낼 수 있다. 이는 온톨로지의 계층적인 관계를 바탕으로 하여 질의자가 검색 시 사고해야 할 의미관계를 온톨로지가 이해하여 처리한 것이다. (그림 9)는 본 검색 엔진의 전체적인 검색절차이며 내용은 다음과 같다.

### V. 결론 및 향후 연구과제

본 연구에서는 문화재 정보를 온톨로지로 구축하여 시맨틱 검색엔진을 구현한 후 질의자가 원하는 정보를 검색했을 때 RDQL 질의어를 통해 카테고리의 상대적인 위치 정보를 질의자에게 제공해 주고, 최종 정보는 데이터베이스 질의를 통해 제공한다. 제안한 시스템에서 질의자가 찾고자 하는 정보에 대해 빈약한 지식을 갖고 있을 경우, 기존의 다중 속성 질의방법의 복잡성을 해결할 방안을 제시하였으며 이를 통해 질의자가 원하는 정보를 쉽게 검색 할 수 있게 유도하였다. 또한 온톨로지의 속성 정보의 이용방법으로 데이터베이스를 활용하는 방안을 제시하였다. 향후 검색의 추론기능과 온톨로지의 재사용성을 위해서 데몬화 된 프로그램으로 서비스하는 메커니즘과 재사용에 필요한 온톨로지만을 추가-생성시켜 배포하는 알고리즘이 필요할 것이다.

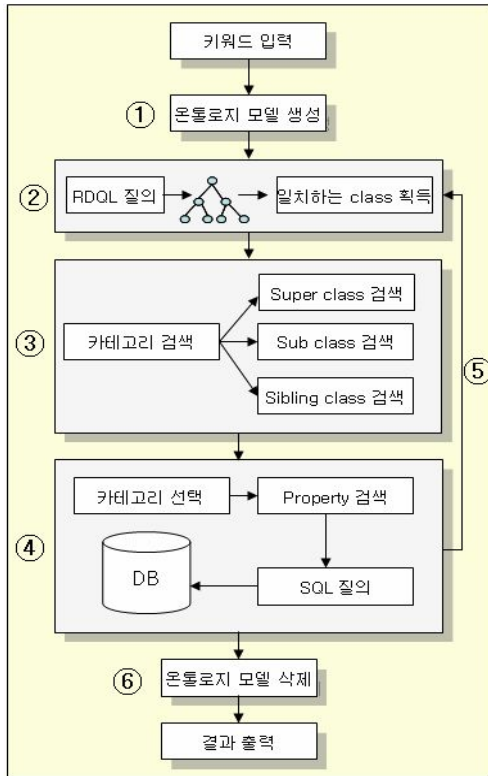


그림 9. 검색 절차  
Fig 9. Search process

- ① 구축된 온톨로지를 검색엔진에 로드시켜 주는 단계
- ② 로딩된 온톨로지에 RDQL 질의를 하여 해당 클래스를 획득하는 단계
- ③ 해당 클래스와 연관성이 있는 클래스를 검색하는 단계
- ④ 질의자가 원하는 카테고리를 선택한 후 해당 속성정보를 데이터베이스에서 획득하는 단계
- ⑤ 질의자가 현재 카테고리와 연결되어 있는 다른 정보를 검색하는 단계
- ⑥ 검색을 종료하기 위해서 생성된 온톨로지를 삭제하는 단계

### 참고문헌

- [1] OWL Web Ontology Language Overview, <http://www.w3.org/TR/2004/REC-owl-features-20040210>.
- [2] 하창승, “사례기반 추론을 이용한 지능형 웹 검색 에이전트의 설계와 구현”, 『한국컴퓨터정보학회 논문집』, Vol.8, No.1, pp20-29, 2003.
- [3] 명순희, “협동에이전트를 이용한 정보검색”, 『한국컴퓨터정보학회 논문집』, Vol.5, No.2, pp.43-49, 2000.
- [4] Eero Hyvönen, K. Vilijanen, and A. Häätinen. “Yellow pages on the semantic web”, No. 2002-03 in HIIT Publications, Helsinki Institute for Information Technology (HIIT), Helsinki, Finland, pp.3-15, 2002.
- [5] 정은경, 김영민, 변영철, 이상준, “온톨로지 기반의 정보검색” 『한국정보과학회 가을 학술발표논문집』 Vol. 30, No.2, pp.121-123, 2003.

[6] 하상범, 박영택, “온톨로지를 통한 추론형 시맨틱 검색 시스템에 관한 연구” 『한국정보과학회 봄 학술발표논문집』 Vol.31, No.1, pp.625-627, 2004.

[7] Asuncion Gomez-Perez and Oscar Corcho, “Ontology Language for the Semantic Web”, IEEE Intelligent Systems, Vol.17, No1, pp.54-60, 2002 January/February, 2002.

[8] 이재호, 양정진, “시맨틱 웹 : 차세대 지능형 웹 기술”, Telecommunication and Technology Association Journal, Vol.81, pp.79-85, 2002.

[9] 김홍기, 김학래, “생명이 없는 공간과 의사소통용! ‘온톨로지’”, 마이크로소프트웨어 2002년 4월호

[10] 이재호, “시맨틱 웹의 온톨로지 언어”, 한국정보과학회지, 제21권, 제3호, pp.18-27, 2003.

[11] 오삼균, “Web Ontology Language와 그 활용에 관한 고찰”, 한국데이터베이스학회지, Vol.18, No.03, pp.63-80, 2002.

[12] Eero Hyvönen, Avril. Styrman, and Samppa Saarela, “Ontology-based image retrieval”, Number 2002-03 in HIIT Publications, Helsinki Institute for Information Technology (HIIT), Helsinki, Finland, pp.15-27, 2002.

[13] Mezaris Vasileios, Ioannis Kompatsiaris, and Michael G. Strintzis, “An Ontology Approach to Object-Based Image Retrieval”, IEEE Intl. Conf. on Image Processing, ICIP 2003.

[14] Li Ding, Tim Finin, Anupam Joshi, Rong Pan, R. Scott Cost, Yun Peng, Pavan Reddivari, Vishal Doshi, Joel Sachs, “Swoogle: a search and metadata engine for the semantic web”, Proceedings of the Thirteenth ACM conference on Information and knowledge management table of contents. SESSION: KM-4 pp.652-659, 2004.

[15] <http://protege.stanford.edu/>

## 저자 소개



### 백 승 재

2004년 2월 : 단국대학교 산업공학과  
학사  
2004년~현재 : 고려대학교 산업시스템  
정보공학과 석사과정  
<관심분야> Semantic Web, SCM,



### 천 현 재

1997년 2월 : 인천대학교 산업공학  
과 학사  
1999년 2월 : 고려대학교 산업공학  
과 석사  
1999년~현재 : 고려대학교 산업시스템  
정보공학과 박사과정  
<관심분야> Semantic Web, SCM,



### 이 흥 철

1983년 2월 : 고려대학교 산업공학과  
학사  
1988년 2월 : Univ. of Texas  
산업공학과석사  
1993년 2월 : Texas A&M Univ.  
산업공학과 박사  
현재 : 고려대학교 산업시스템정보  
공학과 교수  
<관심분야> 생산 및 물류 정보시스  
템, SCM