

온톨로지 추론 엔진을 이용한 미술 작품 검색 시스템*

한상진, 조우상, 이복주
단국대학교 전자컴퓨터공학과
{hansangjin, tulsoon, blee}@dankook.ac.kr

An Art Image Retrieval System Using Ontology Reasoning Engine

Sangjin Han, Woosang Cho. and Bogju Lee
Dept. of Computer Engineering, Dankook University

요 약

본 논문에서는 웹 상의 미술 작품 검색하기 위해 기존의 키워드 매칭 검색 대신에 시맨틱 기반의 확장된 검색 방법을 소개한다. 온톨로지를 만들기 위해서는 많은 온톨로지 관련 언어가 있다. 그 중 최근의 연구 방향은 RDFS/RDF와 OWL로 작성된 온톨로지와 온톨로지의 추론 분야이다. 지금까지의 정보 검색이 단순한 구문중심의 검색이었다면 앞으로의 정보 검색은 의미중심의 지식 기반의 정보 검색을 발전할 것이다. 이에 본 논문이 온톨로지를 활용한 지식 기반 검색 시스템을 제안 한다.

1. 서 론

웹의 발달에 따라 자연스럽게 웹으로부터 정보를 정확하고 효율적으로 찾고자 하는 노력도 더불어 발달해 왔다. 그러나 웹상의 정보의 수는 폭발적으로 증가하고 있고 그 내용도 시시각각으로 변하고 있다. 이와 같은 웹 환경의 변화는 현재 웹 환경에서 널리 사용되고 있는 검색 방법인 키워드 매칭(keyword matching)에 기반을 둔 검색 방법으로는 사용자가 원하는 정보를 검색하는데 있어서 많은 문제점을 발생 시키고 있다.

이와 같은 현상이 발생하는 가장 주된 이유는 현재의 웹이 사람을 위한 것이고 이를 위해 사람이 보고 잘 이해할 수 있도록 하기 위한 브라우저의 디스플레이 또는 레이아웃 기술에 초점을 맞추고 있기 때문이다. HTML 언어의 특징이 바로 이러한 디스플레이 용이라는 사실이 이를 뒷받침하고 있다[1].

이에 월드와이드 웹의 창시자인 팀 버너스 리는 현재의 웹 개념에서 확장된 시맨틱 웹(Semantic Web)을 제안했다. 시맨틱 웹이란 기존의 웹과 완전히 구별되는 새로운 웹의 개념이 아니라 현재 웹을 확장하여 웹에 올라오는 정보에 잘 정의된 의미를 부여하고 이를 통해 컴퓨터와 사람이 협동적으로 작업을 수행할 수 있도록 하는 패러다임이라고 그 역할을 정의하였다[2]. 시맨틱웹의 궁극적인 목적은 웹에 있는 정보를 컴퓨터가 좀 더 이해할 수 있도록 도와주는 표준과 기술을 개발하여 시맨틱 검색, 데이터 통합, 네비게이션, 태스크(task)의 자동화등을 지원 하는 것이다[1].

본 논문은 시맨틱 웹의 응용 분야 중에 한 분야인 시맨틱 검색을 위해 미술작품 온톨로지를 활용한 지식 기반의 미술 작품 검색 시스템을 제안한다.

온톨로지(ontology)란 T. R. Gruber의 정의에 의하면 "특정 관심영역에 있어서, 정형화되고 명확한 개념의 명세"[3]라고 일반적으로 정의되며, 인공지능이나 웹 관련 공학에서는 기본적인 개념의 규정과 개념과 개념들 사이의 관계를 표현한 용어들의 분류(classification)를 의미한다. 지식 기반 시스템(knowledge based retrieval system)이란 추론의 규칙과 형식적인 구조를 제공하는 룰(rule)과 개념과 개념 사이의 관계를 정의하는 온톨로지(ontology) 그리고 룰과 온톨로지를 이용해 추론을 행하는 추론엔진(inference engine)으로 구성되어 있다.

2. 관련 연구

온톨로지를 이용한 지식 기반 이미지 검색에 대한 연구는 핀란드 HIIT(Helsinki Institute for Information Technology)에서 진행 중인 'Finnish Museums on the Semantic Web'[4]과 University Amsterdam Computer Science에서 진행 중인 'Semantic Annotation of Image Collections'[5] 등이 있다.

HIIT의 연구는 서로 다른 테이블 구조와 검색 방식을 가지고 있는 이질적인(heterogeneous) 데이터베이스들을 웹상에서 통합 검색이 가능하도록 하기 위한 포털 사이트를 목표로 하고 있다. 이 목적을 달성하기 위해서는 무엇보다도 데이터의 통합이 필요한데 이를 달성하기 위해 이들은 우선적으로 XML-schema 제약을 사용하여 구문적(syntactic)인 상호운영성(interoperation)을 만든 후 의미적인 연관성을 위해 RDFS-RDF를 사용하였다. 또한 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해서 뷰 기반 이미지 검색과 인텔리전트한 서비스를 위한 추천 서비스를 제공하고 있는 포털 사이트이다.

University Amsterdam Computer Science는 Wordnet

* 본 연구는 한국과학재단 목적기초연구 (R01-2003-000-10133-0) 지원으로 수행되었음

과 같은 기존의 온톨로지를 재사용 하여 이미지를 서술하는 내용에 관한 연구로 이들은 주로 이미지를 위한 온톨로지의 작성과 메타데이터의 서술에 관심을 둔 연구이다.

3. 미술작품 검색 시스템의 구조

우리가 구현한 지식 기반 시스템은 지식 베이스영역과 추론영역으로 구성된다. 지식 베이스 영역에는 온톨로지와 메타데이터 그리고 로직 영역으로 나누어 진다.

시맨틱 웹은 지식 베이스를 표현 할 수 있는 RDFS, DAML-OIL, OWL 등 과 같은 XML 기반의 마크업 언어를 제공하고 있으며, 대표적인 추론 엔진에는 JTP, FaCT, DamJess 등이 있다. 또한 Jena-2.0 와 같이 자바 기반의 시맨틱 웹 빌딩을 위한 프레임워크도 추론 엔진 모듈을 제공하고 있다. 본 시스템에서는 미술작품의 지식 베이스를 시맨틱 웹 기반으로 표현 하기 위해서 RDFS/RDF를 사용하여 작성하였으며 웹 기반의 검색 시스템 구현을 위해 서블릿 컨테이너인 Tomcat4.0.1과 Jena를 사용하여 미술 작품을 도메인으로 하는 지식 기반 검색 시스템을 구현하였다.

3.1 온톨로지 영역

우리가 작성한 미술 작품에 관한 온톨로지는 크게 이미지의 Artist(작가명), Painting(작품명), Style(스타일) 등과 같이 이미지의 개념을 표시한 클래스 영역과 paints, sculpts 등과 같이 이미지의 속성을 나타내고 있는 속성(property)부분 으로 나타내어 온톨로지를 작성하였다.

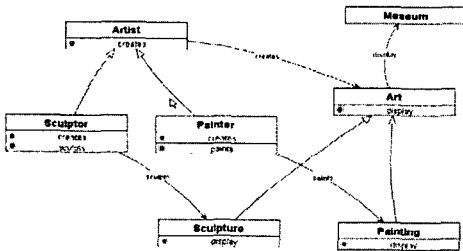


그림 1. Art 온톨로지 개념도

[그림 1]은 미술 작품 온톨로지 중 Art 와 Artist 부분을 간략하게 표현한 것이다. 그림에서 상위 개념인 Art는 Painting, Sculpture 등과 같은 서브 클래스로 구성되어 있고 Artist 클래스도 마찬가지로 Painter나 Sculptor 같은 서브 클래스로 연결되어 있다. 또한 아트와 아티스트 그리고 그들의 서브 클래스인 Painter 와 Painting 클래스, Sculpture 와 Sculptor 클래스는 서로 creates ,paints, sculpts 과 같은 속성들을 통해

서로 연결되어 있는 구조로 되어 있다. 이들 클래스들 간의 서로 상-하의개념 또는 제약들은 이들은 서로 의미적으로 연결되어 있다.

이것 외에도 추가적으로 지역(location)을 표현하는 온톨로지와 meseum 정보를 표현하는 온톨로지를 추가적으로 구현하였다.

```

<art:painting rdf:about="%{art:sample_005.jpg}" >
  <art:display rdf:resource="%{art:/sample/meseum/M001.rdf}"/>
</art:painting>

<art:painter rdf:about="%{art:samplle/meseum/Artist001.rdf}" >
  <art:paints rdf:resource="%{art:/sample_005.jpg}"/>
</art:painter>

<art:sculptor rdf:about="%{art:/sample/meseum/Artist002.rdf}" >
  <art:sculpts rdf:resource="%{art:sample_006.jpg}"/>
</art:sculptor>

<art:sculpture rdf:about="%{art:/sample_006.jpg}" >
  <art:display rdf:resource="%{art:/sample/meseum/M002.rdf}"/>
</art:sculpture>

.....
.....

```

그림 2. Metadata (RDF)

[그림 2]는 [그림 1]에서 작성한 온톨로지의 제약 사항을 만족하는 메타데이터 파일을 나타낸 것이다. 이 파일을 표현하기 위한 언어로 RDF 형식을 가진 파일을 작성 하였다. 그 이유는 RDF 파일은 XML 형식을 취하고 있기 때문에 웹상에서 자유로운 표현이 가능하며 XML의 Namespaces을 이용 할 경우에는 고유 이름 영역을 표현할 수 있는 장점을 가지고 있다. 이렇게 작성된 온톨로지와 그 온톨로지의 제약을 따르는 메타데이터는 검색에 이용된다.

3.2 룰 영역

룰을 표현 할 수 있는 표준언어로는 RuleML이 있다. RuleML은 XML 기반의 rule 언어 이다. 룰은 지식 베이스 시스템을 구축하기 위해서 꼭 필요한 자료 영역이다. 그러나 시맨틱 웹 연구는 온톨로지 마크업 언어에 치중한 나머지 룰에 대한 연구는 부족한 실정이다.

그래서 본 시스템에서는 추론엔진이 제공 하고 있는 룰에 대한 명세에 따라 룰을 작성하였다.

또한 subclassOf 또는 subPropertyOf 같은 지식을 표현할 수 있는 표준화된 마크업 언어들에 대한 룰은 시맨틱 웹 기반의 추론엔진에서는 많은 부분 자신의 시스템에 내장 되어 있어 우리는 우리가 작성된 도메인에 특화된 룰을 작성하여 추론에 사용하였다.

3.3 추론 영역

추론 엔진은 온톨로지에 있는 정보를 기반으로, 질의가 들어왔을 때, 추론 과정을 통해 사용자에게 추론 결과를 보여주는 부분이다. 다시 말해서 knowledge base에 사실과 규칙을 저장하고 사용자가 질의를 하면, 주어진 knowledge base를 이용하여 질의에 대한 답을 추론 하게 되어 있다.

본 논문에서는 jena에서 제공하고 있는 추론 모듈을 사용하여 간단한 검색추론을 하여 나온 결론들을 data 저

장 모듈에 저장하였다.

```

type Art Class
type Painting Class
type Sculpture Class
subclassOf Painting Art
subclassOf Sculpture Art
subPropertyOf paints creates
.....
type sample_005.jpg Painting
type artist_001 Painter
paints sample_005.jpg artist_001
.....
rule1 - subclassOf
If subclassOf(?csub ?csuper) and type(?X, ?csub)
then type(?X, ?csuper).
rule2 - subPropertyOf
If subPropertyOf(?subP ?superP) and ?subP(?X ?Y)
then ?superP(?X, ?Y).

conclusion
rule1 => type sample_005.jpg Art
rule2 => creates sample_005.jpg artist_001
    
```

그림 3. Triple 형태로 저장된 data

[그림 3] 은 온톨로지 부분과 RDF metadata 는 triple 형태로 저장 되어 있는 모습과 룰의 일부를 나타낸 것이다. 추론엔진은 추론을 수행하기 위해서 온톨로지과 metadata 그리고 저장되어 있는 룰(rule)을 적용하여 'type sample_005.jpg Art' 와 'creates sample_005 artist_001' 같은 새로운 triple들을 유도 해 낸다. 또한 추론엔진을 통해 유도된 metadata들과 기존의 metadata 들은 metadata 저장소에 저장 되어 검색을 수행 하게 된다. 검색 질의 언어로는 RDQL(RDF Data Query Language)이라는 RDF metadata에 질의 언어를 사용하였다.

3.4 시스템 아키텍처

우리가 작성한 지식기반 미술 작품 검색 시스템은 온톨로지와 룰 그리고 메타데이터가 저장되어 있는 지식 베이스 와 지식을 획득 하고 메타데이터를 작성할 수 있는 annotation 모듈, 지식 베이스에 있는 metadata를 이용하여 새로운 metadata를 획득하는데 사용되는 추론엔진 모듈, 사용자가 좀더 쉽게 검색 할 수 있도록 한 사용자 인터페이스 모듈로 구성된다.

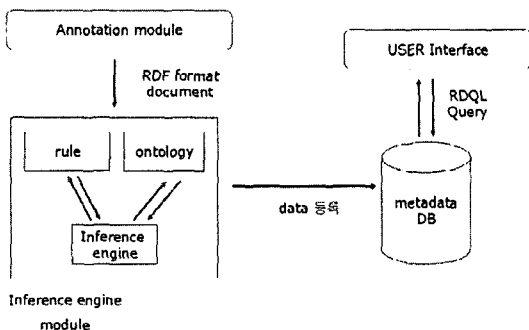


그림 4. 시스템 구조도

[그림 4]는 우리가 제안한 시스템에 대한 구조도이다.

이 그림에서 metadata DB는 RDF로 작성된 메타데이터와 추론 모듈에서 추론이 행해져서 추가적으로 파생된 metadata가 데이터베이스에 저장 된다. [그림 5]은 metadata가 triple 형태로 저장되어 있는 모습을 나타낸 그림이고 [그림 6]은 RDQL을 사용하여 질의 시 검색결과를 나타낸 화면이다.



그림 5. Metadata DB 에 저장된 data

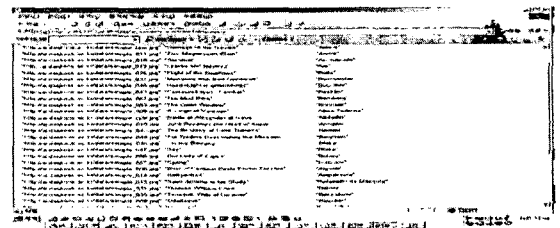


그림 6. 결과

4. 결론 및 향후 과제

본 논문은 시맨틱 웹이 제안하는 온톨로지 기반의 프레임워크를 사용하여 지식 기반의 검색 시스템을 제안하였다. 하지만 본 논문이 제안한 시스템을 지식 기반 검색 시스템의 가장 기본적인 구조만을 구현한 것으로 앞으로 검색결과와 유사도를 측정, 사용자에게 편리한 유저 인터페이스의 제공, 또는 룰을 활용한 부가적인 검색 서비스의 제공등과 같은 지식 기반을 이용한 부가적인 검색 서비스들의 개발이 필요성이 요구된다.

5. 참고 문헌

- [1] 최중민, "시맨틱 웹의 개요와 연구동향", 정보과학회지 제 21권 제 3호 pp 4-5, 2003
- [2] Berners-Lee, T., Hendler, J. and Lassila, O., "The Semantic Web", Scientific American, 2001
- [3] T. R. Gruber. A translation approach to portable ontologies. Knowledge Acquisition, 5(2):199-220, 1993
- [4] E. Hyvonen, M. Junnila, S. Kettula, S. Saarela, M. Salminen, A. Syreeni, A. Valo. K. Viljanen, "Publishing Collections in the 'Finnish Museumson the Semantic Web' Portal", Museums and Web Conference (MW 2004), March 31 - April 1, 2004
- [5] Laura Hollink, Guus Schreiber, Jan Wielemaker and Bob Wielinga, "Semantic Annotation of Image Collections" Workshop on Knowledge Markup and Semantic Annotation, KCAP'03, Florida, October 2003