

시맨틱 웹 에이전트에 사용하는 질의 시스템에 관한 연구*

조우상^o, 한상진, 이복주
단국대학교 전자컴퓨터공학과
e-mail: {tulsoon, hansangjin, blee}@dankook.ac.kr

A Study on Query System in the Semantic Web Agent System

Woo-Sang Cho^o, Sang-Jin Han, Bogju Lee
Dept. of Computer Engineering, Dankook University

요 약

본 논문은 시맨틱 웹에서 사용 할 수 있는 질의를 간략히 소개하고, 질의를 이용한 데이터 검색을 간단히 보여준다. 시맨틱 웹에서는 데이터에 대한 의미적 정의를 표현하기 위해서 RDF 와 RDF, DAML+OIL, OWL 을 사용한다. 그리고, 작성된 데이터를 검색하기 위해서 기존의 질의 문보다 표현을 풍부히 할 수 있는 DQL, OWQL, RDQL, 등을 사용하고 있다. 질의 사용자는 텍스트 형태의 질의를 컴퓨터 시스템에 사용하기 위해 N3 모델을 이용해야 한다. GUI 를 이용한 질의시스템의 예를 보여주고, 각 질의를 비교 하였다.

1. 서론

팀 버너스리가 유럽의 입자물리연구소(CERN)에 근무할 때 연구원들 간의 정보전송과 공유를 쉽게 하기 위하여 World Wide Web 제안하였다. 그 후 많은 웹 기술이 만들어졌다. 웹은 전세계 어느 컴퓨터에서나 사용할 수 있고, 그 이점으로 인하여 모든 정보들이 웹으로 수용되고 있다.

시맨틱 웹은 웹과 인공지능의 개념과 기술을 이용하고 있다. 기존의 웹의 진보된 형태로서 시맨틱 웹은 프로그램과 프로그램간의 자료를 재사용할 수 있고 공유할 수 있도록 하기위한 공통된 작업환경을 제공한다[1]. 현재 W3C 를 중심으로 많은 연구가 진행이 되고 있고 시맨틱 웹을 이용한 에이전트 시스템도 연구되고 있다.

우리가 다른 사람에게 생각을 표현하기 위해서는 대화를 하거나 행동으로써 표현 해야 한다. 마찬가지로, 인간과 컴퓨터 시스템간의 의사 소통을 위해서는 컴퓨터 언어를 사용하거나 다른 방법으로 의사표현을

하고 질의를 해야 한다.

기존의 웹에서는 데이터 베이스와 연결하여 정보를 처리하고 정보를 저장, 삭제하였다. 이러한 시스템의 문제점은 우리의 생각, 의문을 자유롭게 표현하지 못한다는 점이다. 그래서 사람과 같이 말하고, 생각 할 수 있는 컴퓨터 시스템에 대한 연구가 진행되고 있다.

시맨틱 웹에서는 RDF(Resource Description Framework)[2], RDFS 를 사용하여 개념을 정의하고, 데이터의 형식뿐만 아니라 의미적인 부분을 표현하여 우리가 생각하는 지식과 질의를 보다 자유롭게 표현하고 있다.

본 논문에서는 시맨틱 웹에서 사용하는 다양한 질의문을 이용하여 정보검색을 시행하고 효율적인 질의 시스템에 대하여 생각해 보려고 한다.

2. 관련연구

시맨틱 웹은 문서의 의미를 명백하고 기계가 이해할 수 있는 형태로 표현하여 컴퓨터가 웹 자원들을

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

효율적으로 관리할 수 있게 하려는 것이다[3].

데이터베이스 시스템에서는 SQL(Structured Query Language)을 사용하여 정보를 이용하고 있다. 즉, SQL을 이용하여 데이터 베이스의 구조를 정의하고 데이터에 대한 질의를 한다.

XQuery(XML Query language)[4]는 XML로 작성되어진 데이터에 대한 정보검색에 사용되는 질의 문이다. XML은 HTML에서 표현할 수 없었던 문서의 구조를 정의할 수 있고, 태그를 사용하여 문서의 내용에 대한 접근을 가능하게 하여 효율적인 검색을 할 수 있는 장점을 가지고 있다.

시맨틱 웹에서는 RDF(Resource Description Framework)를 사용하여 지식 또는 데이터를 표현하고 있다. RDF의 표현형식은 XML과 많이 비슷하나, RDF를 사용함으로써 데이터에 대한 의미적인 표현을 할 수 있는 장점을 가지고 있다. W3C에서는 RDF와 RDFS 이외에도 OWL에 대한 표준도 만들고 있다. OWL은 DL(Description Logic)을 기반으로 만들어진 RDF 확장 언어이며, OWL의 axioms은 DAML+OIL의 axioms보다 더욱 풍부한 표현력을 가지고 있다[5].

RDQL(RDF Data Query Language)[6]는 RDF로 표현된 지식에 대한 질의를 하기 위하여 개발된 질의어이다. RDQL은 SquishQL[7]을 기본으로 만들어졌으며, Jena를 사용하였다. RDQL에서는 데이터베이스 시스템의 SQL과 같이 select, from, where, using를 이용할 수 있다. select는 사용자가 원하는 데이터를 선택하고, where에서는 select에서 요구하는 데이터에 대한 조건을 정의하면 된다.

DQL(DAML Query Language)는 DAML+OIL로 표현되어진 지식을 사용하여 질의에 대한 답을 얻기 위해 질의 답변 에이전트를 사용하고 있다[8]. 에이전트간에 정보전달을 지원하는 프로토콜을 사용한다. 서버와 클라이언트 사이에 전달되는 질의와 질의에 대한

```
<owl-ql:queryPattern>
<rdf:RDF><rdf:Description
rdf:about="http://www.w3.org/2003/10/owl-ql-variables#x">
<rdf:type
rdf:resource="http://203.237.228.99:8080/Ant2b#Figure"/>
</rdf:Description>
<rdf:Description rdf:about="http://www.w3.org/2003/10/owl-ql-variables#x">
<tkb:locate
rdf:resource="http://203.237.228.99:8080/Ant2b#France"/>
</rdf:Description>
</rdf:RDF>
</owl-ql:queryPattern>
```

그림 1. OWQL의 질의어

결과는 객체형태로 정의되어 사용하고 있다. 또한 질의간의 관계를 정확하게 서술하는 정형화된 언어를 규약으로 사용하고 있다.

OWQL(OWL Query Language)는 DQL보다는 좀 더 진보된 형식의 질의 언어로서 OWL로 표현된 지식을 검색하는데 사용된다. OWL(Web Ontology Language)는

RDF, RDFS보다 데이터에 대한 의미적인 구조를 표현할 수 있다. [그림 1]은 OWQL을 이용한 질의의 일부분을 보여주고 있다.

MVC(Mode View Control)는 애플리케이션 객체인 Model, 화면에 보여주는 View, 그리고 사용자의 입력 사항에 따라 사용자 인터페이스의 방법으로 되어 있다. 즉, 어떤 작업에 의한 결과를 사용자가 요구하는 사항에 맞추어서 여러 가지의 View를 이용하여 결과를 보여 줄 수 있는 것이다. MVC를 사용하는 이유는 화면디자인 부분과 로직 부분을 나누어서 관리하기 편하도록 하는데 있다. 본 논문에서는 MVC 모델을 위해 View를 웹에서 사용하는 GUI(Graphical User Interface)를 이용하였다.

3. 질의 시스템

시맨틱 웹에서는 지식을 표현하는 온톨로지 부분, 사용자의 질의부분, 지식을 이용하여 질의를 처리하는 Reasoner로 구성되어 있다.

우리가 사용하는 질의를 컴퓨터시스템에 이용하기 위해서는 다른 형태로 변형시켜야 한다. 시맨틱 웹에서는 N3를 사용하고 있다. N3란 주어(subject), 서술어(predicate), 목적어(object)의 3가지 기본 구조를 이용한 표기법이다[9].

3.1 JTP에서의 OWQL

JTP(Java Theorem Prover)는 Stanford 대학의 Knowledge System Laboratory에서 Java로 구현한 객체 지향적 모듈러 혼합형 추론 시스템이다. JTP에서는 DAML+OIL[10]이나 OWL로 작성된 knowledge base를 온톨로지로 사용하고 있다.

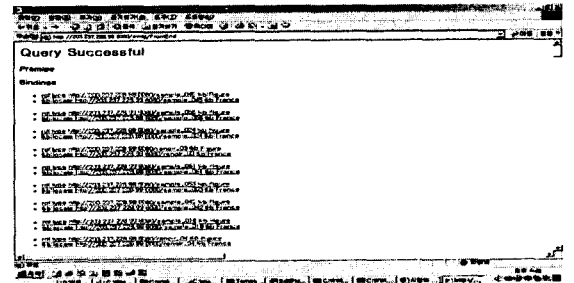


그림 2. 결과 화면

DAML+OIL이나 OWL로 작성된 지식은 추론을 하기 위해서 내부적으로 FOL(First Order Logic)으로 변환을 하고, 내부에 정의되어 있는 RDF, RDFS, DAML+OIL의 axiom을 이용하여 추론을 한다[11].

[그림 1]에서 'France에서 만든 Figure를 찾아라'를 OWQL 형태로 표현하였다. 우선 질의 문을 N3 표기법을 이용하여 표기하면 다음과 같다. (rdf:type ?x tkb:Figure)(tkb:locate ?x tkb:France)이다. 이 질의를 질의 처리 에이전트에게 전송하여야 한다. 즉, OWQL 형식

으로 질의를 변환 한 후 질의처리 에이전트에게 전송하게 된다. [그림 2]는 질의 문에 대한 결과를 보여주는 화면이다. 질의문의 조건을 만족하는 결과를 Reasoner 에서 찾아서 이를 다시 클라이언트 에이전트에게 전송하게 된다. N3 를 사용하여 질의를 한다는 것은 매우 어렵다. OWQL 에서는 에이전트를 사용하여 [그림 1]과 같은 형식으로 질의를 변형하여 사용하였다.

3.2 Sesame 에서의 RDQL

Sesame[12]는 European IST research project 인 On-To-Knowledge 에 네덜란드의 Aduna 에 의해서 개발되었다. JAVA 로 만들어 졌으며, 관계 데이터베이스 또는 객체 지향 데이터베이스를 이용 할 수 있다. Sesame 도 RDF 또는 RDFS 형식으로 작성된 메타 데이터를 검색할 수 있고, RDQL 과 같은 질의어를 사용 할 수 있다. Sesame 에서는 처리해야 할 질의어를 구문부분, 구조부분, 의미부분으로 나누어서 처리하는 구조를 가지고 있다.

```
SELECT ?name, ?nation, ?artwork
WHERE
  (?resource, <rdf:type>, <ai:Image>),
  (?resource, <ai:image_name>, ?name),
  (?resource, <ai:image_artWork>, ?artwork),
  (?resource, <ai:locate>, ?nation),
  (?resource, <ai:locate>, ?a),
  (?a, <rdf:type>, <ai:Europe>),
  (?resource, <ai:attached>, ?x),
  (?x, <rdf:type>, <ai:Emotion>),
  (?resource, <ai:image_creator>, "Renoir")
USING
  rdf FOR <http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#>,
  rdfs FOR <http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#>
```

그림 3. RDQL 질의문 예

[그림 3]의 질의 문은 '유럽에서 르느와르(Renoir)의 그림을 검색하되 그림의 이름, 그림의 소장국가, 그림의 도판을 출력하라'는 RDQL 형식의 질의어이다. SELECT 절 에는 찾고자 하는 정보를 WHERE 절에는 N3 를 사용하여 조건을 작성하면 된다. [그림 3]의 경우 SELECT 절에는 그림 이름, 그림 소장국가와 도판을 나타내는 name, nation, artwork 을 사용하고, WHERE 절에서는 Image 타입이면서, 그림의 소장 장소는 유럽, 찾고자 하는 화가는 르느와르를 선택하였다. Using 절은 URI 를 대신하여 사용 할 정의를 하는 부분이다. 즉, 문장에 대한 이해를 쉽게 하기 위하여 사용한다. [그림 3]에서는<http://www.w3.org/1999/02/22

-rdf-syntax-ns#> 대신에 rdf 를 사용하여 긴 문장을 사용하는 불편함을 줄였다.

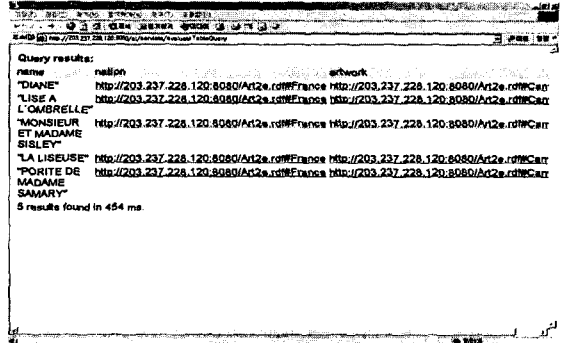


그림 4. 결과 화면

[그림 4]는 RDQL 질의결과를 보여주고 있다. DIANE, LISE A L'OMBRELLE, MONSIEUR ET MADAME SISLEY, LA LISEUSE, PORITE DE MADAME SAMARY 같은 명화가 프랑스에 소장 되어 있음을 알 수 있었다.

만일 사용자가 RDQL 을 사용하여 구체적인 조건을 주어지고 싶다면 어떻게 할 것인가? AND 연산자를 사용하여 타입에 대한 입력조건을 정할 수 있다. 예를 들어 원하는 결과값이 어떤 수 이상을 원할 경우 사용할 수 있다. 위의 결과에서 1900 년 이전 그림을 원할 경우 이런 조건을 사용 하면 된다.

3.3 GUI 를 이용한 RDQL

GUI 이전의 컴퓨터 시스템에서는 명령어를 입력하기 위해 문자를 입력하였다. 그러나 GUI 는 명령어를 문자를 사용하여 컴퓨터 시스템에 입력하기 보다 메뉴바, 툴바, 라디오 버튼, 리스트, 스크롤바 등의 아이콘을 이용하여 입력한다. 사용자는 이 아이콘을 마우스를 이용하여 클릭만 하면 원하는 명령을 실행 할 수 있다. RDQL 을 웹에서 사용 할 수 있게 하기 위해서 HTML 과 JSP 을 사용하였다. 이를 위하여 인터페이스를 위한 개념도가 필요하였다.

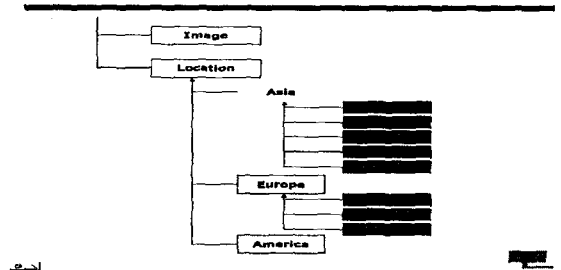


그림 5. 질의 인터페이스를 위한 개념도

[그림 5]의 개념도에서는 장르와 지역과 같은 분류를 하고, 지역의 경우 아시아, 유럽, 아프리카, 아메리카, 오세아니아로 클래스로 정의하였다. 그리고 이 클래스에 포함되는 값으로 세부적인 지역을 포함하게

하였다. 아시아의 경우 Korea, China, Japan, India, Thailand 가 Asia Class 에 포함되었다.

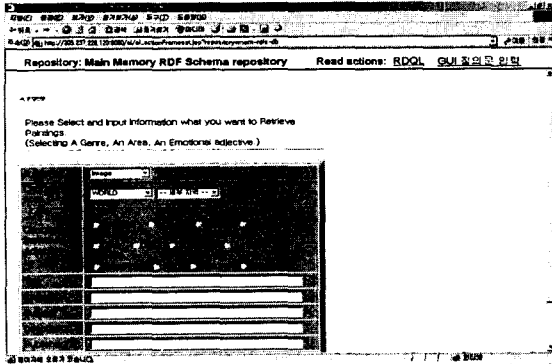


그림 6. GUI 를 이용한 사용자 인터페이스

[그림 6]은 GUI 를 이용하여 사용자 인터페이스를 만든 화면이다. 장르나 지역은 값을 선택할 수 있는 인터페이스를 사용하였다. 지역의 경우 세부적인 검색을 원하면 지역 클래스에 포함되어 있는 부분까지 보여 주도록 하였다. 다른 부분은 선택을 할 수 있거나 직접 값을 입력하여 검색 하도록 하였다.

4. 결론 및 향후과제

위에서 연구 한 바와 같이 질의를 사용자가 직접 입력하는 방법, 에이전트를 사용하여 질의를 하는 방법, GUI 를 사용하여 사용하는 방법을 보여 주었다. GUI 를 사용하여 질의를 하면 편리하지만, 원하는 질의를 자유롭게 할 수 없는 반면, 사용자가 직접 질의를 하면 사용하기에는 불편하지만, 사용자의 생각을 가장 잘 표현 할 수 있었다. 또한 질의와 같이 데이터를 이용하려면 데이터의 구조를 어느 정도 알고 있어야 했다.

RDQL 과 OWQL 과 같은 질의 언어는 정보에 대한 검색만 될 뿐 삽입과 삭제는 되지 않는다. 이러한 질의들은 N3 형식을 사용하고 있어서 아직까지는 사용자가 쉽고 자연스럽게 사용하지 못 한다.

그래서, 우리가 현재 쓰고 있는 언어를 표현 할 수 있는 지식 표현의 방법을 개발하거나, N3 형식을 쉽게 표현할 수 있는 방법을 개발할 필요가 있는 듯 하다. 어디에서나 사용할 수 있는 질의어가 필요한 듯 하다.

그리고 Reasoner 에 따라 사용 할 수 있는 질의어가 정해져 있다. JTP 에서는 DQL 이나 OWQL 만이 사용할 수 있었다. 반면에 Sesame 에서는 RDQL 이나 RQL 을 사용할 수 있었다. 즉, DQL 이나 OWQL 은 사용할 수 없다는 것이다. 어떤 Reasoner 에서도 사용할 수 있는 질의 언어를 연구 할 필요가 있는 듯 하다.

인간은 대부분의 정보를 시각과 청각으로 받아 들인다. 반면 컴퓨터는 대부분의 정보를 사용자 인터페이스를 통하여 받아들인다. 그 중 GUI 는 사용자에게 편

리성을 제공하고, 직관적으로 사용 할 수 있어서 많이 사용 되고 있다.

향후 본 연구는 사용자 인터페이스에 대한 연구, 인간 공학적 인간 기계 인터페이스, 그래픽 사용자 인터페이스에 대하여 연구 해야 할 것이다. 더불어 인터페이스를 통하여 얻은 질의를 에이전트를 통한 보다 효율적인 질의처리, 기존의 데이터를 이용하여 추론에 가까운 질의어의 개발 및 질의방법에 대한 연구를 해야 할 것이다.

참고문헌

- [1] <http://www.w3.org/2001/sw/>
- [2] Graham Klyne, Jeremy J. Carroll, Brain McBride, "Resource Description Framework (RDF) : Concepts and Abstract Syntax", W3C Recommendation 10 February
- [3] 신호필, "지식기반으로서의 온톨로지와 시맨틱 웹", 정보처리학회지 제 11 권 제 2 호, March, 2004. pp64-75
- [4] Boag, S., Chamberlin, D., Fernandez, M., Florescu, D., Robie, J., Simeon, J., "XQuery 1.0: An XML Query Language", W3C Working Draft 23 July, 2004.
- [5] 이미경, 박천수, 손주찬, "OWL Web Ontology Language 를 위한 Ontology Parser 의 설계", 한국정보처리학회 21 회 추계학술대회, 11 권 1 호, 2004. pp573-576
- [6] Andy Seaborn, "RDQL - A Query Language for RDF", W3C Member Submission 9 January, 2004.
- [7] <http://swordfish.rdfweb.org/rdquery/squish-bnf.html>
- [8] Fikes, R., Hayes, P., and Horrocks, I., DQL-A Query Language for the Semantic Web. Stanford University Knowledge Systems Laboratory, 2002
- [9] "Primer : Getting into RDF & Semantic Web Using N3", 2004.
- [10] Ouellet, R., Ogbuji, U., "Introduction to DAML : Part I", January 30, 2002.
- [11] Fikes, R., Jenkins, J., and Frank, G., JTP A System Architecture and Component Library for Hybrid Reasoning. Stanford University Knowledge Systems Laboratory, 2003
- [12] Dieter Fensel, James Hendler, Henry Lieberman, and Wolfgang Wahlster, "Spinning the Semantic Web", The MIT Press, 2003, p197-220