한국한의학연구원논문집 12권1호(통권16호), 2006
Korean Journal of Oriental Medicine Vol. 12 No. 1 2006

# OWL 기반의 온톨로지 도구 비교분석

임형신, 황윤영, 엄동명*, 이규철
충남대학교 컴퓨터공학과, * 한국한의학연구원

Abstract

## A Comparison of Ontology Tools Based on OWL

Ihm Hyoungshin, Hwang Yunyoung, Eom Dongmyung*, Lee Kyuchul
Dept. of Computer Engineering, Chungnam National University
* Korea Institute of Oriental Medicine

Recently according to the WIPO's policy of preserving traditional knowledge, constructing the database of traditional knowledge is in progress. To maximize the retrieving power of the knowledge resource systems which will be developed later, it is necessary to construct the ontology for the concepts used by traditional knowledge. In order to construct the ontology systematically, a standardized ontology representation method is needed, and OWL(Web Ontology Language) is the recommendation of W3C(World Wide Web Consortium) and is widely used. Ontology tools can be used to ease the construction of OWL ontology, but no research about the comparison of OWL ontology tools exists. This paper compares the tools of OWL by an objective point of view and with that one can make a decision of using the appropriate tool for constructing OWL ontologies.

**Keywords** : Ontology, OWL, Ontology Tool

## Ⅰ. 서 론

미래 노령화 사회의 도래와 성인병 중심의 질병 구조에 대처하기 위한 한방의료에 대한 체계적 연구가 필요하다. 이와 같이 한의학 연구를 효과적으로 지원하기 위해서는 한의학 임상정보와 연구 결과 등의 체계적인 관리가 매우 중요하다. 그러나 한의학 정보는 오랜 전통을 바탕으로 방대한 자료가 축적되어 있음에도 불구하고 한의학 특성을 살린

* **접수** : 2006년 3월 22일 **수정** : 2006년 4월 4일 **채택** : 2006년 4월 17일
**교신저자** : 이규철, 대전광역시 유성구 궁동 충남대학교 공과대학 컴퓨터공학과.
Tel: 042-821-6658. Fax: 042-822-4997. E-mail: kclee@cnu.ac.kr

지식의 분류와 디지털화가 제대로 이루어지지 않아 한의학 정보서비스가 효과적으로 이루어지지 않고 있다. 기존의 처방 지식자원 검색시스템은 단순한 키워드 기반의 검색을 위주로 하고 있으며, 자모순의 색인어와 문헌의 목차순 구조화 역시 한의학 처방의 개념구조를 충분히 표현하지 못하는 문제가 있다.

이에 따라 본 논문은 한의학 처방 지식자원 검색시스템에 있어서 온톨로지의 추상적 개념구조를 기반으로 하는 용어의 개념, 속성, 관계의 명확한 정의를 통해 보다 합리적이고 효과적인 검색시스템을 구축할 수 있음을 전제로 한다. 즉 온톨로지를 이용하여 처방, 병증, 약재, 작용 분야의 개념, 속성, 관계를 명확히 정의함으로써 한의학 지식자원 검색시스템의 검색 효율을 높일 수 있을 것이다. 그 이유는 온톨로지가 기계와 인간 사이에 명확한 공통의 의미를 제공하여 상호 이해의 기반을 형성하고, 또한 추론을 제공함으로써 정확한 지식표현과 처리 방법을 제공하기 때문이다. 따라서 전통지식 DB를 기반으로 하여 향후 개발될 지식자원 검색시스템의 검색 효율을 높이기 위해서는 전통 지식에서 사용되는 개념에 대한 온톨로지 구축이 필수적이다.

체계적으로 온톨로지를 구축하려면 온톨로지 도구가 필요하다. 온톨로지 도구는 사용자가 쉽게 온톨로지를 특정 온톨로지 언어에 준하는 형태로 모델화할 수 있는 기능을 제공한다. 사용자 입장에서 온톨로지의 여러 특징들을 이용 및 편집할 수 있는 기능, 온톨로지의 도식화 기능, 온톨로지의 검증 기능, 여러 온톨로지의 병합(merge) 기능, 사용자 인터페이스 등을 포함한다. 현재 약 100여개의 온톨로지 도구가 있는데, 한의학 분야에서 앞으로 온톨로지를 구축하여 활용하기 위해서는 충분한 테스트와 조사 및 비교 분석을 통하여 적정한 온톨로지 도구를 선택할 수 있는 기준을 마련하는 연구가 필요한 실정이다.

지금까지 온톨로지 도구 비교에 대해서는 "Ontology Building: A Survey of Editing Tools"[1], "Ontology Tools Survey, Revisited"[2], "A Survey on Ontology tools"[3]와 같은 연구들이 수행되었다. 그러나 기존의 비교 연구들은 일반적인 온톨로지 도구들만 대상으로 하였으며, OWL 도구들까지 비교한 연구는 없어서 적정한 OWL 기반의 온톨로지 도구들을 선택하는데 근거로 삼을 수 있는 필요한 자료는 부족한 실정이다.

따라서 본 논문에서는 OWL 기반의 온톨로지 구축을 위해 상용 및 공개된 도구들을 조사하고, 온톨로지 도구의 객관적인 비교항목을 설정하여 여러 온톨로지 도구들을 비교항목에 따라 비교 분석한다. 이를 통해 OWL 기반의 온톨로지 도구 선정에 참고 자료로 활용될 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 온톨로지와 온톨로지 표현 언어 표준인 OWL에 대해서 설명하고, 3장에서는 편집기와 추론기로 사용하는 OWL 기반의 온톨로지 도구들을 조사한 결과를 기술한다. 4장에서는 선정한 조사대상의 도구들의 비교항목을 설정하고, 5장에서는 4장에서 선정한 조사대상의 비교항목별로 도구들을 비교 분석한다. 마지막 6장에서는 비교 분석한 결과를 종합하여 결론을 도출한다.

## Ⅱ. 온톨로지 및 OWL

일반적으로 정보과학에서는 온톨로지(Ontology)를 "특정 영역의 용어들과 그들간의 관계를 명시적이고 정형화한 명세(Explicit formal specifications of the terms in the domain and relations among them)"로 정의한다. 이를 의료영역에 적용하면, 온톨로지는 의료지식을 기록하고 있는 데이터베이스라고 간주될 수 있으며, 지식과 관련된 데이터라는 의미에서 지식베이스(Knowledge-base)라고 할 수 있다. 그러나 온톨로지는 해당영역의 지식을 사실 그대로 표현하기 위해서 표현력이 우수한

언어를 사용하여 만들어진 것으로 전통적인 데이터베이스와 구별된다.

온톨로지는 개념(Concepts), 관계(Relations), 개념의 계층(Concept Hierarchy), 관계를 통한 개념과 개념의 연결로서의 함수(Function), 공리(Axioms) 등 다섯 가지로 구성되어 있다. 또한, 온톨로지는 용도에 따라 상위 온톨로지(Top-level ontologies), 영역 온톨로지(Domain ontologies), 과업 온톨로지(Task ontologies), 응용 온톨로지(Application ontologies)로 나뉜다.

온톨로지는 정보검색시 에이전트가 이용자의 요청에 관련된 정보를 추론하는 지식을 제공하는 역할을 하며 개념-값, 클래스-인스턴스, 상위클래스-하위클래스, 부분-전체와 같은 개념적 관계를 제공하는 기반이 될 수 있다. 인터넷으로부터 정보를 수집, 분류, 재조직하는 시스템에서 온톨로지의 역할은 다음과 같이 정의될 수 있다[4].

- 에이전트가 이용자의 요청에 적합한 정보를 추론하도록 지식 제공
- 정보의 필터링과 분류
- 브라우징을 위한 수집, 분류된 정보 색인
- 인간과 에이전트 사이의 정보 교환을 위해 미리 정의된 용어어휘 제공 (온톨로지는 하나의 어휘와 이론을 구성하는 개념화의 명세)

온톨로지 구축에는 표준화된 언어가 필수적인데, 온톨로지 언어 표준으로는 W3C(World-Wide Web Consortium)의 OWL(Web Ontology Language)이 대표적이다.

OWL 표준은 W3C 웹 온톨로지 워킹 그룹에 의해 개발되었으며, 2004년 2월 10일 발표되었다. OWL 표준은 다음과 같은 6개의 W3C 표준으로 구성된다[5].

- OWL 개요서(OWL Overview) : OWL의 구성 어휘를 나열하고 각각에 대한 간단한 설명을 제공
- OWL 가이드(OWL Guide) : 다양한 예제를 통해 OWL 언어의 활용 방법을 설명을 포함
- OWL 참고서(OWL Reference) : OWL의 모든 모델링 어휘를 설명을 포함
- OWL 의미론 및 추상 문법 명세서(OWL Semantics and Abstract Syntax) : OWL 언어의 형식적인 표준 정의를 제공
- OWL 테스트 케이스 명세서(OWL Web Ontology Language Test Cases) : OWL 언어에 대한 테스트 케이스를 포함
- OWL 용례 및 요구사항 명세서(OWL Use Cases and Requirements) : OWL에 대한 요구사항들을 제공

OWL을 사용하여 구축한 온톨로지는 사람과 컴퓨터가 모두 이해 및 활용이 가능하다. 즉, OWL 온톨로지는 컴퓨터로 직접 처리할 수 있는 애플리케이션을 구현하는데 활용될 수 있도록 설계된 언어이다. OWL은 풍부한 어휘(vocabulary)와 형식적 의미론(formal semantics)을 포함하고 있기 때문에 기계 해석이 가능한 웹 콘텐츠를 저작하는데 있어 XML, RDF 및 RDF 스키마(RDF-S)보다 뛰어나다. OWL은 표현력이 서로 다른 세 개의 하위 언어 - OWL Lite, OWL DL, OWL Full - 로 구성되어 있으며, 후자로 갈수록 표현력이 더 크다.

## Ⅲ. OWL 온톨로지 도구 조사

### 1. 조사대상 도구 선정

OWL 기반의 상용 및 공개된 대표적인 도구는 Altova's SemanticWorks, Protégé, SMORE, ezOWL, JTP, RACER, 보쌈, Jena/HP, Euler 등이 있다. 이들은 크게 편집기와 추론기로 구분할 수

있다. 온톨로지 편집기는 사용자가 온톨로지를 손쉽게 생성, 수정, 편집할 수 있는 기능을 제공하고, 추론기는 편집기로 생성된 온톨로지 상에서 자원들 사이의 관계 정의를 기반으로 이들의 관계 추론 기능을 제공한다.

OWL 기반 온톨로지 편집기 조사 결과는 다음과 같다.

Table 1. OWL 기반 온톨로지 편집기 조사 결과

| 편집기 명 | 확보가능여부 | 참고 사이트 |
|---|---|---|
| Construct | X | http://cerebra.com/products/construct_business.html |
| ezOWL | X | http://iweb.etri.re.kr/ezowl/ |
| OntoTrack | X | http://www.informatik.uni-ulm.de/ki/ontotrack/ |
| Protege(3.1) OWL Plug-in(2.1) | O | http://protege.stanford.edu/plugins/owl/download.html |
| Altova's SemanticWorks 2006 | O | http://www.altova.com/download_xmlsuite.html |
| RDF-OWL Editor | X | http://www.c-come.co.kr/ |
| Swoop | O | http://www.mindswap.org/2004/SWOOP/downloads/ |
| SMORE 5.0 | O | http://www.mindswap.org/2005/SMORE/#Downloads |

Construct, ezOWL, OntoTrack, RDF-OWL Editor는 확보할 수 없어 조사대상에서 제외되었다. 따라서 편집기 조사대상으로 Protege, Altova's SemanticWorks, Swoop, SMORE 편집기를 선택하였다. 이 중 Altova's SemanticWorks를 제외한 나머지 편집기들은 공개된 도구이다.

OWL 기반 온톨로지 추론기 조사 결과는 다음과 같다.

Table 2. OWL 기반 온톨로지 추론기 조사 결과

| 추론기 명 | 확보가능여부 | 참고 사이트 |
|---|---|---|
| FaCT++ 0.99.6b | O | http://owl.man.ac.uk/factplusplus/ |
| Pellet 1.3 beta2 | O | http://www.mindswap.org/2003/pellet/download.shtml |
| Jena 2.3 | O | http://jena.sourceforge.net/downloads.html |
| RacerPro 1.9.0 | O | http://racer-system.com |
| SWI-Prolog Semantic Web Library 5.4.x | X | http://www.swi-prolog.org/ |
| F-OWL | X | http://sourceforge.net/project/showfiles.php |

SWI-Prolog Semantic Web Library, F-OWL 추론기는 확보할 수 없어 조사대상에서 제외되었다. 따라서 추론기 조사대상으로 FaCT++, Pellet, Jena, RacerPro 추론기를 선택하였다.

## 2. OWL 온톨로지 도구간 연계성 분석

특정 편집기는 특정 추론기와 연계가 잘 되는 경우도 있지만, 반대의 경우도 있기 때문에 편집기와 추론기 사이의 연계성을 분석할 필요가 있다. 연계시 지원되는 추론기의 기능을 비교함으로써 연계성을 검사하였다.

다음 표는 편집기와 추론기 연계 이용 현황이다.

Table 3. 편집기와 추론기 연계 이용 현황

| 편 집 기 | 추 론 기 |
|---|---|
| Protégé(3.1) OWL Plug-in(2.1) | RacerPro |
| Altova's SemanticWorks 2006 | 내장 추론기 |
| Swoop | Pellet |
| SMORE 5.0 | Pellet |

Protege 편집기는 RacerPro 추론기와 연계되어 사용되고 있으며, Maryland 대학의 MINDSWAP에서 개발한 Swoop과 SMORE 편집기는 같은 곳에서 개발한 Pellet 추론기와 연계되어 사용되어진다. Altova사의 SemanticWorks 편집기 같은 경우 내장 추론기를 가지고 있어 연계되어 사용된다.

앞에서 비교대상으로 선정된 추론기 중 Jena와 FaCT++는 비교대상에서 제외하였다. 그 이유는 Jena의 경우 비교대상으로 선정된 편집기들과 연동되어 사용되는 경우가 없기 때문이며, FaCT++와 같은 경우 [Table 4]에서 볼 수 있듯이 기존 W3C Entailment 테스트 결과 저조한 성능을 보였기 때문이다.[7]

Table 4. FaCT++의 W3C Entailment Test 결과

| Implementations Test | FaCT |
|---|---|
| Tests by Function: 44 Approved (# of passed tests) | 2% (1) |
| Tests by Issue: 15 Approved (# of passed tests) | 6% (1) |
| Description Logic Tests: 13 Approved (# of passed tests) | 15% (2) |
| Total: 72 Approved (# of passed tests) | 5% (4) |

# Ⅳ. OWL 온톨로지 도구들간 비교 항목 설정

OWL 기반의 온톨로지 도구들을 일관성 있게 비교하기 위해서 도구들의 어떤 특성을 비교할 것인지 비교항목을 설정해야 한다. 온톨로지 도구로써 반드시 가져야 할 필수적 기능들을 파악하여 중요한 비교항목을 결정하였다.

비교항목에는 OWL 기반 온톨로지 도구로서 온톨로지의 컴포넌트 생성, 편집 기능 등 필수 기능의 제공 여부가 포함된다. 지금까지의 편집기 비교 연구로서 "Ontology Building: A Survey of Editing Tools"[1], "Ontology Tools Survey, Revisited"[2], "A Survey on Ontology tools"[3]들이 있는데, 이들 연구에서 대상으로 한 비교한 항목을 모두 포함하였다.

OWL 온톨로지 도구들의 비교는 편집기와 추론기로 나누어서 각각을 비교한다.

## 1. 편집기 비교항목

편집기의 주요 비교항목에는 다음과 같은 항목을 포함하였다.

- 버전 (Version) : 편집기의 최종 버전을 나타낸다.
- 출시 날짜 (Release Date) : 최종 버전이 출시된 날짜를 명시한다.
- 도구 제작 업체 / 기관 (Source) : 편집기를 만든 업체 또는 기관을 나타낸다.
- 모델링 특징 (Modeling Features/Limitations) : 본 편집기 사용하여 온톨로지를 구축할 때 다른 도구들에 비해 부각되는 특징을 기술한다.
- 웹 지원 (Web Support & {Use}) : 웹상에서의 온톨로지 접근 방법에 대한 내용을 포함한다.
- Import/Export 포맷 (Import/Export Formats) : 본 편집기가 지원하는 온톨로지의 import /export 포맷을 나타낸다.
- 그래픽 뷰 (Graph View) : 본 편집기가 그래픽 뷰 상에서 생성, 편집, 디버그 기능이 지원 여부에 대한 내용을 포함한다.
- 일관성 검사 (Consistency Checks) : 본 편집기의 구문, 참조, 논리적 정확성 검사 지원 정도를 나타낸다.
- 렉시컬 지원 (Lexical Support) : 어휘들 사이의 관계 처리 범위와 검색에 대한 내용을 포함한다.
- 비고 (Comments) : 본 편집기에 대한 일반적인 정보를 포함한다.
- 추가 정보 (More Information) : 관련 웹 사이트 주소를 나타낸다.
- 문의 정보 (Contact) : 추가 정보를 위한 문의처를 나타낸다.

### 2. 추론기 비교항목

추론기의 비교항목은 W3C OWL Web Ontology Language Test Cases[6]의 항목들을 기준으로 하였다.

OWL Test Cases의 항목들은 크게 세 부류로 나뉜다. "By Function" 부류는 OWL에서 제공하는 클래스, 프로퍼티들이 OWL 표준에 맞게 추론이 되는지에 대한 내용을 담고 있다. "By Issue" 부류는 OWL 추론기들이 공통적으로 가졌던 문제점들에 관한 내용을 포함한다. "Description Logic Tests" 부류는 Description Logic에 관한 검사를 포함한다. 또한, Disjoint Concept들이 포함된 온톨로지 상에서의 올바른 추론을 검사하는 항목들을 포함한다.

위에서 설정한 비교항목들을 기준으로 각 OWL 기반의 온톨로지 도구들을 비교 분석하였다. 설정된 비교항목들에는 각 분석대상들의 온톨로지 관리, 운용환경, 사용자 지원 기능 등 다양한 측면을 포함시킴으로써 이 비교항목에 의해 비교된 결과를 통해 각 온톨로지 도구들의 온톨로지 관리 측면에서의 기능, 사용자 입장에서 온톨로지 관리의 용이성 등을 비교하였다.

## V. 비교 항목에 따른 OWL 온톨로지 도구 비교분석

### 1. OWL 기반 온톨로지 편집기 비교 결과

OWL 기반 온톨로지 편집기를 앞에서 설정한 비교항목에 따라 비교 분석한 결과는 [부록 1]에 수록되어 있다.

편집기 비교결과를 종합하여 보면 다음과 같다.

Protege 편집기는 Class, Property, restriction, logical class expression, enumeration, individual 등을 쉽게 정의할 수 있는 기능들을 제공하여 사용자에게 친숙한 환경을 제공한다. Swoop 편집기와 같은 경우 기존의 웹상에서 OWL로 기술된 온톨로지를 import 할 목적으로 설계되었으며 인터페이

스 또한 웹과 유사한 형태를 갖고 있다.

각 편집기가 지원하는 Import/Export 포맷으로는 조사대상의 모든 편집기가 OWL, RDF/XML 포맷을 지원한다. 하지만 Protege와 같은 경우 OWL, RDF/XML 포맷뿐만 아니라 DAML+OIL, UML 등을 제공하여 다른 편집기들보다 폭 넓은 포맷을 지원한다.

Altova's SemanticWorks 편집기는 그래픽 뷰 측면에서 다른 편집기들 보다 좋은 성능을 보였다. 툴바를 사용자가 원하는 데로 설정을 바꿔 적용할 수 있으며 윈도우창 형태의 도우미 기능도 제공한다. Protégé 편집기는 모델링 측면에서 볼 때 OWL의 다양한 엘리먼트들을 사용자 요구사항에 맞게 잘 정의할 수 있게 해 주고, 또한 다양한 플러그인을 통하여 원하는 기능들을 추가시킬 수 있는 확장성도 겸비한 좋은 편집기라 할 수 있다. 그러나 대용량 온톨로지 편집시에 시스템이 느려지는 경향이 있고, 그래픽 뷰에서의 편집환경이 좋지 않은 단점이 있다. Swoop 편집기의 경우 웹 환경과 비슷한 인터페이스를 제공하지만 모델링 측면에서 Protege와 SemanticWorks 보다 낮은 성능을 보인다. SMORE 편집기는 메뉴 기반의 인터페이스를 제공하는데, 이 기능은 다른 편집기들도 포함하는 기능이기 때문에 특별히 다른 편집기에 비해 부각되는 점이 적었다.

결론적으로 온톨로지 도구로서 필요한 기능을 고루 갖춘 편집기는 Protege와 SemanticWorks 편집기라고 할 수 있다. Protege는 공개도구라는 장점을 가지고 있으나, 그래픽 뷰 환경에서의 온톨로지 편집 작업 및 대규모 온톨로지 편집이 필요한 경우에는 Altova's SemanticWorks 편집기가 더 적합하다고 할 수 있다.

## 2. OWL 온톨로지 추론기 비교 결과

OWL기반 온톨로지 추론기를 앞에서 설정한 비교 항목에 따라 비교 분석한 결과는 [부록 2]에 수록되어 있다.

비교대상의 추론기들은 모두 편집기와 함께 테스팅 된 것이다. SemanticWorks 편집기 같은 경우 내장 추론기를 가지고 있지만, Pellet 추론기는 Swoop 편집기와 함께 연동한 것이며, RacerPro 추론기는 Protégé 편집기와 연동하였다.

다음은 비교대상의 추론기들을 비교분석한 결과 요약이다.

By Function 부분에서 다른 결과를 보인 항목은 owl:AnnotationProperty, owl:sameAs 항목이다. Pellet은 owl:AnnotationProperty의 추론을 잘 지원하지만 RacerPro와 SemanticWorks와 같은 경우 잘 지원되지 않았다. 그리고 RacerPro는 owl:sameAs를 잘 지원하지만 Pellet과 SemanticWorks는 잘 지원하지 않았다. owl :AnnotationProperty는 클래스의 부가 정보를 명시하는 프로퍼티이고, owl:sameAs는 두 인스턴스가 동일한 인스턴스인지를 검사하는 항목이다. owl:sameAs는 온톨로지 편집할 때 반드시 필요한 기능이므로 owl:sameAs 기능은 완벽히 지원되는 것이 좋다. 따라서 이 기능을 지원하는 RacerPro 추론기가 Pellet, SemanticWorks 내장 추론기보다 기능면에서 우수하다.

By Issue 부분에서 다른 결과를 보인 항목은 "Uniform treatment of literal data values", "drop-disjointUnionOf" 항목이다. "Uniform treatment of literal data values" 항목은 literal 값의 취급에 대한 항목이다. RacerPro는 총 두 항목 모두 만족하였으며, Pellet과 SemanticWorks는 각각 한 가지 소 항목을 만족하였다. "drop-disjointUnionOf" 항목은 인스턴스 사이 mutual disjointness를 검사하는 항목이다. Pellet은 총 두 항목 모두 만족하였으며, RacerPro와 SemanticWorks는 각각 한 가지 소 항목을 만족하였다. 따라서 By Issue 항목을 기준으로 각각의 기능을 제공하는 Pellet과 RacerPro 추론기가 SemanticWorks 내장 추론기보다 우수하다고 할 수 있다.

By Description Logic Test 부분에서 다른 결과를 보인 항목은 "Extended Satisfiability Test", "Heinsohn's Tests"[8], "The 3 SAT Problem", Difficult OWL Lite Tests", Extended Cardinality Testing" 항목이다. "Extended Satisfiability Test"는 disjoint한 개념들의 satifiability를 검사한다. 총 35개의 소 항목 중에서 Pellet은 30개, RacerPro는 31개, SemanticWorks는 28개의 소 항목을 만족하였다. "Heinsohn's Tests"는 총 11개 소 항목 중에 Pellet, RacerPro는 8개, SemanticWorks는 9개의 소 항목을 만족하였다. 나머지 항목의 비교결과는 [부록 2]에서 확인할 수 있다. By Description Logic Test의 Difficult OWL Lite Tests 항목은 OWL Lite 상에서의 disjointness에 따른 일관성을 검사를 포함하는 중요한 항목이다. 따라서 Description Logic Test 결과, Pellet 추론기가 RacerPro와 SemanticWorks 보다 좋은 성능을 보인다고 할 수 있다.

비교한 결과를 볼 때, 세 추론기 모두 각 항목에서 비슷한 성능을 보였다. 하지만, By Function 부분에서 RacerPro를 제외한 두 추론기는 owl:sameAs 추론이 완벽하게 지원되지 않았다. By Issue, By Description Logic Tests 부분에서 추론기 사이에 성능차이가 있지만, owl:sameAs 항목은 온톨로지 구축상 기본적이면서도 중요한 기능이기 때문에 RacerPro 추론기가 온톨로지 도구로서는 좋은 성능을 가진다고 판단할 수 있다.

## Ⅵ. 결 론

본 연구에서는 OWL 기반의 온톨로지 구축을 위해 상용 및 공개된 도구들을 조사하였다. 또한, 온톨로지 도구의 객관적인 비교항목을 설정하여 여러 온톨로지 도구들을 비교항목에 따라 비교 분석하였다. 온톨로지 도구는 크게 편집기와 추론기로 나눌 수 있다. 편집기와 추론기 각각의 비교항목을 설정하였고, 설정된 비교항목으로 편집기와 추론기 각각을 비교분석 하였다.

Altova's SemanticWorks 편집기는 그래픽 뷰 측면에서 다른 편집기들 보다 좋은 성능을 보였다. 반면, Protégé 편집기는 모델링 측면에서 볼 때 OWL의 다양한 엘리먼트들을 사용자 요구사항에 맞게 잘 정의할 수 있게 해 주고, 또한 다양한 플러그인을 통하여 원하는 기능들을 추가시킬 수 있는 확장성도 겸비한 좋은 편집기라 할 수 있다.

비교대상의 추론기들은 모두 편집기와 함께 테스팅 된 것이다. SemanticWorks 편집기 같은 경우 내장 추론기를 가지고 있지만, Pellet 추론기는 Swoop 편집기와 함께 연동한 것이며, RacerPro 추론기는 Protégé 편집기와 연동하였다. 추론기들을 비교분석한 결과 Description Logic Test 부분에서는 Pellet이 좋은 성능을 보였지만, Function 부분에서의 owl:sameAs 항목은 온톨로지 구축상 기본적이면서도 중요한 기능이기 때문에 RacerPro 추론기가 적정한 추론기라고 판단하였다.

결론적으로 공개된 도구이면서 편집 및 추론 기능 모두에 충실한 도구를 원한다면 Protege +RacerPro 도구조합 사용을 권장하고, 대규모이면서 그래픽 환경에서의 온톨로지 편집이 효율적인 경우에는 Altova사의 SemanticWorks를 권장한다. 후자의 경우 SemanticWorks의 내장 추론기가 아직은 RacerPro와 Pellet 추론기보다 안 좋은 성능을 보이기 때문에 온톨로지 편집은 SemanticWorks로 하되 온톨로지 구축 후 RacerPro 추론기를 사용하는 것이 바람직할 것으로 생각된다.

본 연구를 통해 한의학 전통지식 온톨로지 구축이 활성화될 수 있을 것으로 기대된다.

**검색어** : 온톨로지, OWL, 온톨로지 도구

## 참 고 문 헌


1) Michael D. (2002. 11. 6), 「Ontology Building: A Survey of Editing Tools」. XML.com. <http://www.xml.com/pub/a/2002/11/06/ontologies.html>. (2005. 11. 15)

2) Michael D. (2004. 7. 14), 「Ontology Tools Survey, Revisited」. XML.com. <http://www.xml.com/pub/a/2004/07/14/onto.html>. (2005. 11. 15)

3) OntoWeb Consortium. 「OntoWeb : Ontology -based Information Exchange for Knowledge Management and Electronic Commerce」. 『OntoWeb Consortium』. 2002.

4) Iwazume M., Takeda H. and Nishida T., 「Ontology-Based Information Gathering and Text Categorization from the Internet」. 『Proceedings of the Ninth International Conference in Industrial and Engineering Applications of Artificial Intelligence and Expert Systems (IEA/AIE-96)』. 1996;305-314.

5) W3C. (2004. 2. 10), 「Web Ontology Language (OWL)」. <http://www.w3.org/2004/OWL/>. (2005. 11. 03)

6) W3C. (2004. 2. 10), 「Web Ontology Language Test Cases」.<http://www.w3.org/TR/owl-test/>. (2005. 11. 08)

7) 하영국. (2003. 12. 27), 「Information Retrieval System for the Semantic Web」. Artificial Intelligence & Media Lab. KAIST. <http://mind.kaist.ac.kr/6_cour/2003cs774/YKHa/final_YKHa.doc>. (2005. 12. 15)

8) Heinsohn J., Kudenko D., Nebel B., and Profitlich H.-J. 「An Empirical Analysis of Terminological Representation Systems」. 『Artificial Intelligence(AI)』. 68(2):367-397. (1994)

9) 이현실, 이두영. 「온톨로지 기반 한의학 처방 지식 관리시스템 설계에 관한 연구」. 『정보관리학회지』. 2003;20(1):341-371.

10) Racer Systems. 「Racer」. <http://www.racer-systems.com/> (2005. 11. 20)

부록 1. OWL 기반 온톨로지 편집기 비교 결과

| 도 구 | Protege<br>Protege OWL 플러그인 | Swoop | SMORE | Altova's SemanticWorks |
|---|---|---|---|---|
| 버 전 | 3.2 베타<br>2.1 | 2.2.3 베타 | 5.0 | 2006 |
| 출시 날짜 | 2005-10-17 | 2006-01-04 | 2005-04-08 | 2006 |
| 도구 제작 업체 / 기관 | Stanford 대학의 Stanford Medical Informatics, | Maryland 대학의 MIND lab. | Maryland 대학의 MIND lab. | Altova사 |
| 모델링 특징 | OWL 클래스, 프로퍼티, 제약사항등을 쉽고 정확히 표현<br>현재 인스턴스에 다중 타이핑은 지원 안함 | 단축버튼을 이용한 Syntax 부여<br>구축된 온톨로지를 쉽게 편집할 수 있는 기능을 제공 | 기존 버전은 RDF 기반 도구였으나, 현 버전은 OWL 온톨로지 편집을 위해 설계됨<br>생성된 온톨로지에 다른 온톨로지를 import하는 기능을 가짐 | 클래스, 프로퍼티, 인스턴스별로 그룹화하여 한눈에 알아볼 수 있는 overview 기능을 제공 |
| 웹 지원 | URI | URI | URI | URI |
| Import/ Export 포맷 | RDF, RDFS, DAML+OIL, XML, OWL, Clips, UML | RDFS, DAML+OIL, OWL, RDF/XML | RDF/XML, OWL, triples | RDF/XML, OWL, triples |
| 그래픽 뷰 | OntoViz, TGViz와 같은 여러 가지 플러그인을 통하여 도식화함 | 웹과 비슷한 환경을 제공<br>온톨로지 네임스페이스를 입력하는 주소창, history 기능, 나중 참조를 위해 책갈피 기능을 가짐 | 버튼을 이용한 OWL 온톨로지를 편집<br>또한 드래그 앤 드롭 기능 제공, 메뉴 기반의 인터페이스로 구성됨 | 툴바에 customization 기능 제공<br>바로가기 기능 및 윈도우 형식의 엔트리 헬퍼 기능 제공 |
| 일관성 검사 | RacerPro 추론기를 통하여 검사 | Pellet 추론기 플러그인 | Pellet 추론기 플러그인 | 내장 추론기 지원 |
| 렉시컬 지원 | Query tab을 이용하여 검색<br>플러그인을 통한 WordNet 기능 제공 | (복합 키워드 질의를 위한 검색 플러그인 개발 중) | 엘리먼트 타입을 이용하여 온톨로지 검색 | |
| 비 고 | 여러 플러그인을 통한 온톨로지 확장을 제공<br>플러그인은 온톨로지 통합, 추론의 기능 등을 가짐<br>Unicode를 지원 | 온톨로지를 생성, 디버그, 편집할 수 있는 폼 기반의 인터페이스 제공<br>독립적인 온톨로지 상에서 관계된 개념간 하이퍼링크 지원 | | RDF, RDFS, OWL 온톨로지를 사용자가 쉽게 편집할 수 있도록 외부 인터페이스를 구성 |
| 추가 정보 | http://protege.stanford.edu/plugins/owl/index.html | http://www.mindswap.org/2004/SWOOP/ | http://www.mindswap.org/2005/SMORE/ | http://www.altova.com/products_semanticworks.html |
| 문의 정보 | protege-help@smi.stanford.edu | Aditya Kalyanpur swap_adityak@yahoo.com | Aditya Kalyanpur swap_adityak@yahoo.com | professional-services@altova.com |

부록 2. OWL 기반 온톨로지 추론기 비교 결과

| Test Cases | | Pellet | RacerPro | Altova Semantic Works |
|---|---|---|---|---|
| By Function | owl:AllDifferent | O | O | O |
| | owl:AnnotationProperty | O | X | X |
| | owl:Class | O | O | O |
| | owl:DatatypeProperty | O | O | O |
| | owl:FunctionalProperty | O | O | O |
| | owl:InverseFunctionalProperty | O | O | O |
| | owl:Nothing | O | O | O |
| | owl:Ontology | O | O | O |
| | owl:Restriction | O | O | O |
| | owl:SymmetricProperty | O | O | O |
| | owl:Thing | O | O | O |
| | owl:TransitiveProperty | O | O | O |
| | owl:allValuesFrom | O | O | O |
| | owl:backwardCompatibleWith | O | O | O |
| | owl:cardinality | O | O | O |
| | owl:complementOf | O | O | O |
| | owl:differentFrom | O | O | O |
| | owl:disjointWith | O | O | O |
| | owl:distinctMembers | O | O | O |
| | owl:equivalentClass | O | O | O |
| | owl:equivalentProperty | O | O | O |
| | owl:imports | O | O | O |
| | owl:intersectionOf | O | O | O |
| | owl:inverseOf | O | O | O |
| | owl:maxCardinality | O | O | O |
| | owl:oneOf | O | O | O |
| | owl:sameAs | X | O | X |
| | owl:someValuesFrom | O | O | O |

| Test Cases | | Pellet | RacerPro | Altova Semantic Works |
|---|---|---|---|---|
| By Function | owl:unionOf | O | O | O |
| By Issue | Qualified Restrictions | 3 / 3 | 3 / 3 | 3 / 3 |
| | UnambiguousProperty | 1 / 1 | 1 / 1 | 1 / 1 |
| | UniqueProp BadName | 1 / 1 | 1 / 1 | 1 / 1 |
| | InverseOf | 2 / 2 | 2 / 2 | 2 / 2 |
| | EquivalentTo | 6 / 6 | 6 / 6 | 6 / 6 |
| | Uniform treatment of literal data values | 1 / 2 | 2 / 2 | 1 / 2 |
| | Language Compliance Levels | 8 / 8 | 8 / 8 | 8 / 8 |
| | drop-disjointUnionOf | 2 / 2 | 1 / 2 | 1 / 2 |
| | IF-or-IFF-property-properties | 4 / 4 | 4 / 4 | 4 / 4 |
| | OWL DL Sytntax | 9 / 9 | 9 / 9 | 9 / 9 |
| | Semantic-Layering | 9 / 9 | 9 / 9 | 9 / 9 |
| | List syntax or semantics | 7 / 7 | 7 / 7 | 7 / 7 |
| | Datatypes | 17 / 17 | 17 / 17 | 17 / 17 |
| | Unnamed Individual Restrictions | 1 / 1 | 1 / 1 | 1 / 1 |
| By Description Logic Test | Extended Satisfiability Tests | 30/35 | 31/35 | 28/35 |
| | Heinsohn's Tests | 8/11 | 8/11 | 9/11 |
| | The 3 SAT Problem | 3/3 | 3/3 | 2/3 |
| | Difficult OWL Lite Tests | 38/41 | 36/41 | 37/41 |
| | Extended Cardinality Testing | 8/10 | 9/10 | 7/10 |