

시맨틱 웹 기반의 협업적 교육을 위한 문제은행 시스템

오경진^a, 김홍남^a, 배인경^b, 조근식^c

^a인하대학교 공과대학 컴퓨터정보공학과 인천광역시 남구 용현동 253, 402-751
Tel: +82-032-875-5863, E-mail: okjillo@eslab.inha.ac.kr, nami@eslab.inha.ac.kr

^b인천해양과학 고등학교 자원환경과
Tel: +82-032-875-5863, E-mail: vickies@hanmail.net

^c인하대학교 공과대학 컴퓨터공학부 인천광역시 남구 용현동 253, 402-751
Tel: +82-032-860-7440, E-mail: gsjo@inha.ac.kr

Abstract

문제은행 시스템은 학습 평가를 위한 문제를 DB로 구성한 다음, 추후에 인터넷으로 검색하여 재사용하게 하는 시스템이므로 교사 업무의 효율성 및 비용이 절감되며, 사용자에게 제공할 문제 정보들을 체계적으로 관리, 저장, 검색할 수 있는 환경을 제공 한다. 하지만 기존에 구축되어 있는 문제 은행 시스템들의 데이터들은 컴퓨터가 그 의미를 처리할 수 없기 때문에 동의어, 유의어들에 대한 정확한 검색이 어렵고, 단순한 키워드 검색으로 인하여 학생들과 교사들은 수많은 불필요한 검색 결과 속에서 원하는 정보를 다시 재검색해야 하는 시간 낭비를 초래하고 있다. 이러한 문제를 극복하기 위해 본 논문에서는 시맨틱 웹 기반 기술인 OWL을 사용해서 문제은행 시스템의 온톨로지를 구성하고 개념 정의, 구조 및 관계를 명시한다. 그리고 온톨로지 기반위에 OWL 개체를 생성하고, SWRL에 정의된 규칙과 함께 추론 통해 시맨틱 검색을 가능하도록 하였다. 그 결과 데이터의 관계 및 의미 분석을 통한 향상된 검색 결과와 학습자와 교사가 다양하게 문제를 공유하고 재사용함으로써 협업적 학습에 대한 효과를 기대할 수 있다.

Keywords:

문제은행, E-Learning, 시맨틱 웹, 온톨로지

1. 서론

정보 통신 기술을 바탕으로 하는 인터넷의 발달에 따라 교육의 외부 환경뿐만 아니라 교육 근본 패러다임 까지도 바뀌어 가고 있다. 특히 e-Learning 시스템의 대두로 초, 중등학교 교육 현장에서도 학습자 중심의 온라인 교육이 핵심 기술로 발전하고

있다[4]. 이에 다양한 ICT(Information & Communication Technology)활용 교육이 개발되어 왔으며 학습의 결과에 대한 평가를 위한 문제은행 시스템의 개발도 활발히 진행 되어 왔다. 문제은행 시스템은 학습 평가를 위한 문제들을 DB로 구성한 다음, 추후에 인터넷으로 검색하여 재사용하게 하는 시스템으로 문제은행 시스템을 잘 활용하기 위해서는 DB의 관리 및 검색이 아주 중요한 부분을 차지한다. 즉 중복된 문제, 유사성이 있는 문제를 관리, 검색하는 부분이나 수백, 수천개의 문제 중에 학습자 또는 검색자가 원하는 문제를 정확하게 추출해 낼 수 있어야 한다. 그러나, 기존의 문제은행 시스템은 대부분이 검색에 있어서 데이터 구조 기반의 전통적인 키워드 일치 검색방식을 이용함으로써 문제에 대한 정확한 검색에 한계가 있으며 불필요한 검색 결과 속에서 학습자 또는 검색자 스스로 문제에 대한 선별을 다시 해야 함으로써 많은 시간을 허비하고 있다.

이러한 웹상에서 도메인간 정보 공유의 문제점을 해결하기 위해서 시맨틱 웹이 제안되었고, 온톨로지, 메타 데이터, 에이전트, 추론 엔진 등의 구성요소를 통해 웹상에서 의미의 이해를 수반한 정보 공유가 가능해졌다[1 2].

문제은행 시스템에서도 문제들의 정보 공유를 위해 지식을 이루는 개념의 명세인 온톨로지 구성과 이들을 기반으로 데이터를 표현함으로써 컴퓨터가 의미를 이해하고 추론을 비롯한 응용을 할 수 있게 되어 기존의 텍스트 정보 표현, 검색, 공유, 관리의 문제점을 극복할 수 있다.

본 논문에서는 OWL 기반의 온톨로지를 이용하여 온톨로지에서 정의된 문제 은행 시스템을 제안함으로써 문제은행 시스템을 구축하는 데에 시맨틱 웹의 활용의 필요성을 살펴보도록 한다.

또한 기존 문제은행 시스템에서 자료의 관리 및 검색의 한계를 살펴보고 시맨틱 웹을 활용한 문제은행 시스템이 갖는 장점을 설명하고자 한다.

본 논문의 구성을 다음과 같다. 2장에서는 시맨틱 웹의 의미 및 관련 기술인 온톨로지, OWL 등을 살펴보고 관련 연구를 분석한다. 3장에서는 본 논문에서 제시한 온톨로지 기반 문제은행 시스템을 설명한다. 4장에서는 구현 및 실험을 통해 결과 분석을 기술한다. 끝으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. 배경 연구

2.1 시맨틱 웹 (Semantic Web)

시맨틱 웹이란 데이터에 의미를 부여하여 컴퓨터가 이해할 수 있는 언어로 만들어 컴퓨터에 의해 처리될 수 있도록 고안된 차세대 웹의 비전이다[5]. 시맨틱 웹은 컴퓨터 스스로가 웹에 연결된 정보의 의미를 인식하고, 사용자가 필요로 하는 정보를 검색하며 검색된 정보에서 지식을 추론할 수 있는 기능을 제공한다.

시맨틱 웹은 사용자 정의 태그 스키마를 정의할 수 있는 XML과 유연하게 데이터를 표현할 수 있는 RDF를 바탕으로 구축된다[6]. 시맨틱 웹에서는 자원을 유일한 이름(URI)로 지칭하고, 명시적으로 온톨로지를 통하여 표준화된 방식으로 지식을 공유하고 교환할 것을 제안하고 있다. 기계가 정보의 내용을 이해함으로써 정보의 지능적인 분류 및 검색이 가능하다. 또한 기계가 온톨로지에 기반한 추론을 통하여 암묵적으로 내재된 지식도 처리할 수 있다.

2.2 온톨로지 (Ontology)

시맨틱 웹은 컴퓨터가 공유되는 데이터들의 광범위한 개념을 이해하기 위해 정형적인 (formal) 온톨로지에 기반한 구조적인 데이터에 크게 의존하게 된다. 특정 도메인내의 지식들을 개념화하고 이를 명세화 (specification)함으로써 애플리케이션간의 정보 공유와 재사용을 도울 수 있다.

온톨로지에서 사용되는 용어는 매우 신중한 기본적인 개념과 정의를 함으로써 선택됨으로써 의미 있는 높은 지식수준을 만들어주는 잘 구성된 셋을 제공한다[10].

2.3 시맨틱 웹 지식 표현 언어

2.3.1 OWL (Web Ontology Language)

웹 온톨로지 언어(OWL)는 웹에서 정보를 표현하고 애플리케이션이 직접 내용을 처리할 수 있도록 설계된 언어이다. OWL은 기계 또는 에이전트가 처리할 수 있는 풍부한 어휘(vocabulary)와 형식적 의미(formal semantics)를 제공한다. 따라서 어떤 용어의 의미와 용어 사이의 관계를 명시적으로 표현할 수 있다. OWL은 XML, RDF, RDF 스키마보다 풍부한 의미표현이 가능하기 때문에 웹에서 기계가

컨텐츠를 해석하기가 용이하다[8].

2.3.2. SWRL (Semantic Web Rules Language)

SWRL은 OWL의 확장으로 정의되어 있다. SWRL은 규칙(Rules)을 OWL 언어의 확장 요소로 정의하므로, 온톨로지 문서에 OWL 구성 요소 뿐만 아니라 SWRL로 정의된 규칙도 포함시킬 수 있다. SWRL의 규칙은 한 개의 조건부(antecedent)와 결론부(consequent)로 구성된다. 조건부와 결론부는 다시 0 또는 그 이상의 기본식(atom)으로 이루어진다.

2.4 관련 연구

문제은행(Item bank, Item pool)은 ‘이용하기 손쉽게 정리된 상당히 많은 문항들의 집합’이다.

문제은행은 문항분석을 통해 난이도와 변별력 등을 검사한 후 문항을 체계적으로 정리하고 보관하는 등의 문항 관리체제로써 여러 가지 문항을 조직적인 도서관과 같이 사용자가 쉽게 찾아 볼 수 있도록 하는 점이 중요하다.

XML기반의 문제은행 시스템은 데이터의 재사용이 가능하고 다양한 형태의 기능을 지원한다. 학습자 요구형 검색이 가능하여 구조화된 검색과 학습자 수준별 문제 제공이 가능하다[4].

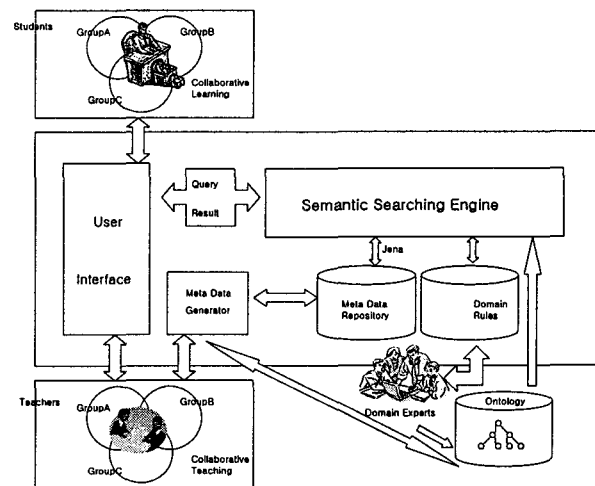
하지만 텍스트 기반 문서 검색으로 데이터 사이의 의미적 관계를 알지 못해 정확한 검색 및 추출이 어렵다.

E-Learning을 위한 OntoEdu시스템에서는 redesign과 recoding없이 새 교육활동을 자동적으로 생성하기 위한 지식표현인 education ontology(EO)를 사용하였다. EO는 지식을 편리하게 증대시킬 수 있고, OWL로 구현되어 있다[1].

본 논문에서는 문제은행 시스템에 온톨로지를 사용하여 데이터 사이의 의미적 관계를 알아내고 정확한 검색 및 추출이 가능하도록 하였다.

3. 시맨틱 웹에서의 문제은행 시스템

3.1 시스템 구조(System Architecture)



[그림 1] 시스템 구조도

본 논문에서 제안한 협력적 교육을 위한 문제은행 시스템의 구조는 [그림1]과 같다.

문제은행 및 관리에 대한 전문적인 지식을 가진 교사들을 중심으로 온톨로지를 정의하고 도메인 룰을 생성한다. 정의된 온톨로지를 기반으로 문제에 대한 메타 데이터 인스턴스를 생성하여 저장한다.

시맨틱 검색 엔진은 이를 바탕으로 학생 또는 교사가 검색하는 요구사항에 대하여 의미적인 추론을 통해 가장 정확하고 탁월한 문제들을 검색하여 제공해준다.

3.2 온톨로지 & 메타데이터

본문의 구현부분에서는 OWL을 기반으로 문제에 대한 온톨로지를 생성하고 그에 따른 인스턴스 OWL 문서를 만들게 된다.

수업에 활용할 평가문항을 효율적으로 검색하며 또한 교사 본인 또는 여러 교사들이 정의된 온톨로지를 기반으로 하는 OWL 개체 메타데이터를 작성하여 이를 시맨틱 검색의 결과로 활용한다.

본 논문에서는 item pool Ontology를 크게 프로파일(profile), 주제(topic), (문제)item, 교과목(curriculum), 정답(answer)로 다섯가지 부분으로 정의한다.

profile은 교사와 학생의 이름, 소속, 이메일 등 여러 가지 정보를 가지고 있다. topic은 시험문제에서 다루어지는 내용을 클래스화 하여 체계적으로 분류될 수 있도록 하였다. item은 문제를 의미하며, selection은 정답의 선택 종류이며, curriculum은 교과목을 의미한다. answer는 정답을 의미한다.

정의된 온톨로지를 기반으로 시맨틱 메타데이터를 생성시키며 이 개체들은 교사와 학생의 검색 및 정보 공유로 활용된다.

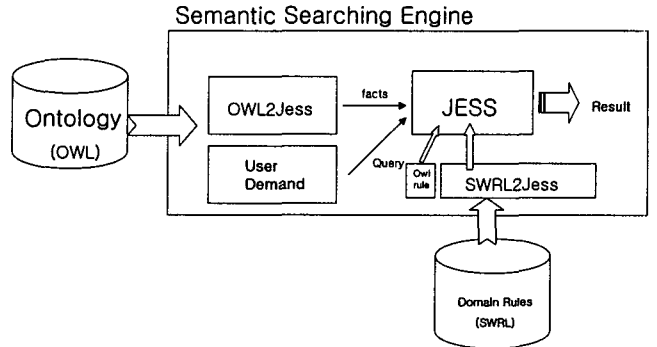
다음 그림은 item 클래스에 대한 owl문서를 보여주고 있다.

```
<owl:Class rdf:about="#questionAnswer">
<owl:disjointWith rdf:resource="#selection"/>
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#Item"/>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="Item"/>
</rdfs:subClassOf>
<owl:disjointWith>
<owl:Class rdf:ID="questionAnswer"/>
</owl:disjointWith>
<owl:Class rdf:ID="description">
<rdfs:subClassOf>
<owl:Class rdf:about="#questionAnswer"/>
</rdfs:subClassOf>
<owl:disjointWith>
<owl:Class rdf:ID="shortAnswer"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
<owl:Class rdf:ID="multipleChoice">
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#selection"/>
<owl:disjointWith>
<owl:Class rdf:ID="truthFalse"/>
</owl:disjointWith>
</owl:Class>
```

[그림 2] item 클래스에 대한 owl 문서

3.3 시맨틱 검색 (Semantic Searching)

온톨로지를 기반으로 하는 학습자는 웹이나 애플리케이션의 사용자 인터페이스를 통해서 자신이 원하는 문제에 대해 단원, 주요 내용을 비롯한 세부 검색 정보를 입력하게 된다. 이들 항목을 통해 JESS Query 생성기에서 쿼리를 생성 및 실행하게 되고 그 결과를 학습자에게 제공하게 된다. 교사 또한 이와 같은 방식으로 문제를 검색, 이용할 수 있다.



[그림 3] 추론엔진의 추론과정

3.3.1 Domain Rule

“x라는 학생이 y에 대한 관심을 가지고 있고 z라는 학생도 y에 대해 관심을 가지고 있다면 x와 z는 서로 공통관심사를 가진다” 라는 규칙을 세울 수 있다. 이러한 규칙을 온톨로지에 domain rule이라는 개념으로 정의함으로써 온톨로지를 기반으로 한 검색을 명확하고 의미적으로 분석하여 결과를 추출할 수 있다.

```
Rule-2 hasInterest(?x, ?y) ^ hasInterest(?z, ?y) →
hasSameInterest(?x, ?z)
두 개체(student)가 동일한 topic에 관심 있으면 두
개체는 같은 관심사 (Same Interest)를 가진다.
```

[표 1] Domain Rule의 예

3.3.2 추론엔진(Inference Engine)

본 연구에서는 온톨로지를 기반으로 의미적 검색과 추론이 가능한 JESS를 이용한다. JESS(Java Expert System Shell)은 자바 기반의 룰 기반의 전문가 시스템 Shell이다[12]. JESS언어는 부정, 불린 합, 결합 그리고 특정한 복합 룰, 쿼리, 팩트의 판단 등과 같은 많은 기능을 통해 시맨틱 웹상의 추론엔진의 기능을 수행하게 된다. 제안하는 시스템에서는 JESS를 통해 지속적으로 시맨틱적 요소를 추론엔진을 통해 팩트(fact)를 두고 룰(rules) 묶음을 통해 추론과정을 거치게 된다.

JESS는 owl 및 swrl 표기법을 이해하지 못하기 때문에 파서기를 통해서 JESS의 triple 형식으로 변환해주어야 한다.

```
(assert
(triple
(predicate "http://www.w3.org/2000/01/rdf-schema#subClassOf")
(subject "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#selection")
(object "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#Item")
)
)
(assert
(triple
```

```
(predicate "http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#type")
(subject "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#Item")
(object "http://www.w3.org/2002/07/owl#Class")
)
```

[그림 4] Triple 형태의 owl facts

[그림 5]은 [표1]에 정의된 Domain rule을 JESS의 triple 형태로 변화시킨 것이다.

```
(defrule rule-2
(triple
(predicate "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#hasInterest")
(subject ?z)
(object ?y)
)
)
(triple
(predicate "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#hasInterest")
(subject ?x)
(object ?y)
)
=>
(assert
(triple
(predicate "http://eslab.inha.ac.kr/ITEMPOOL.owl#hasSameInterest")
(subject ?x)
(object ?z)
)
)
)
```

[그림 5] Triple 형태의 Domain Rule

3.4 협업적 교육(Collaborative Education)

협업적 교육은 학습자와 교사의 편익에 맞춰 학습 및 교수 활동에 참여하는 풍부한 양방향 학습환경을 제공한다. 공유를 통해 지식을 구축 할 수 있으며, 교사와 다른 학습자와 함께 실시간 혹은 일 정시간을 통한 상호활동을 통해 학습 할 수 있다. 본 논문에서는 정의된 각 개체간의 관계를 형성함으로써 학생이나 교사가 협업적인 학습 및 교육을 할 수 있는 환경을 마련하였다. 시맨틱 검색에 대하여 추론엔진은 내용을 의미적으로 분석하여 원하는 결과물을 제공하여 준다. 검색된 메타 데이터를 활용하여 정보를 재활용하고, 정보를 바탕으로 협업적 학습을 통하여 학습효과를 증대시킬 수 있다.

4. 문제은행 시스템 구현 및 실험

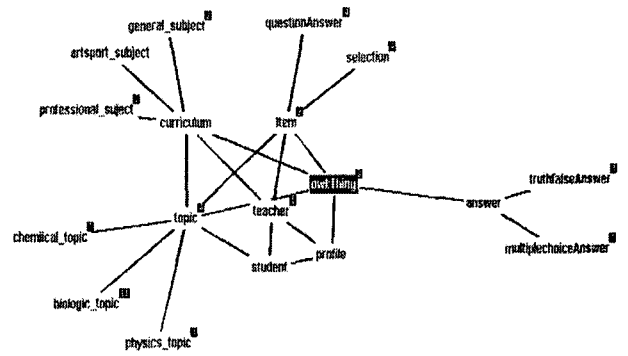
4.1 Item Pool 온톨로지 구축

본 연구에서는 클래스 및 속성간의 도식화된 계층구조를 얻기 위해 Protégé 3.1 온톨로지 에디터를 이용하여 owl 온톨로지를 구축하였다.

4.1.1 클래스 정의

[그림 6] 은 item pool 온톨로지의 클래스간 계층 구조를 보여주고 있다.

데이터 모델은 앞에서 설명한 문을 어떻게 표현할 것인가에 대한 방법을 제시한다. item pool 온톨로지의 클래스는 계층적 구조로 표현하면 다음과 같다. owl:thing은 owl:Class타입이고 answer(정답), curriculum(교과목), item(문제), profile(프로필), topic(단원)의 다섯개 클래스를 서브클래스로 가진다.



[그림 6] 클래스의 계층적 그래프

4.1.2 기본적인 개념관계 속성정의

속성은 객체 속성(Object Property)와 데이터 속성(Data Property)으로 나누어진다. 객체 속성은 클래스의 객체 관련된 속성이며 데이터 속성은 데이터 타입과 관련된 속성이다.

Object Property
hasCurriculum(teacher, curriculum)
hasDescriptionAnswer(description)
hasFriend(student, student)
hasInterest(student, topic)
hasMultipleChoiceAnswer(multiplechoice, multiplechoiceAnswer)
hasProfile(item, teacher)
hasSameInterest(student, student) (teacher, teacher)
hasStudent(teacher, student)
hasTeacher(student, teacher)
hasTopic(item, topic)
hasTopicBaseOf(curriculum, topic)
hasTruthfalseAnswer(truthfalse, truthfalseAnswer)
isProfileOf(teacher, item)
isTopicBaseOf(topic, curriculum)
isTopicOf(topic, item)

DatatypeProperty
affiliation
email
example
hasDescriptionAnswer
hasShortanswerAnswer
name
question

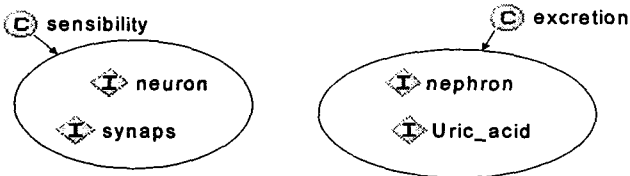
[그림 7] 정의된 기본속성

[그림 8]은 각 클래스에서 생성되는 개체들에 대한 예이다.

answer - multiplechoiceAnswer : one, two, three, four, five
- truthfalseAnswer : truth, false
curriculum - artSport_subject : art, sport, music
- general_subeject - science biology, chemistry earthscience, physics
item - questionAnswer - descriptionanswer : descriptionanswer_1
- shortanswer : shortanswer_1
- selection - multiplechoice : multiplechoice_1
- truthfalse : truthfalse_1
profile - student : Kang_dae_kil
teacher : Bae_in_kyung
topic - biologic_topic : excretion - uric_acid

[그림 8] 클래스에서 생성된 개체들의 예

[그림 9]은 클래스안의 개체들을 그림으로 보여 주고 있다.

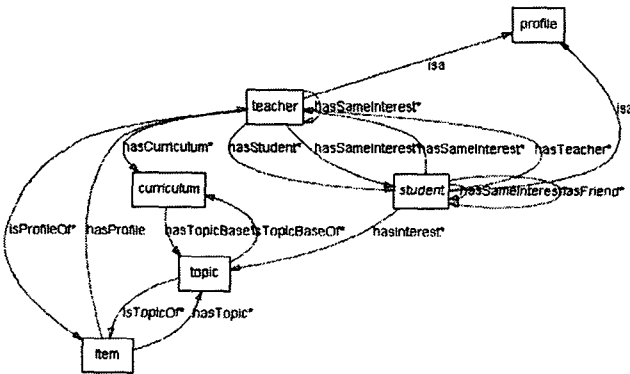


[그림 9] 클래스와 개체

온톨로지 언어를 이용해 개념(클래스 및 속성) 간의 관계를 명시하면 명시적으로 표현되지 않은 개념간에 추론을 가능하게 해주어 보다 확장된 시스템 운용을 용이하게 해준다.

1) object property

- relationship : 한 개 이상의 individual 들이 각각의 특성에 맞게 관계를 맺는다.(0...n, n...m)
- inverse property : individual끼리 역의 관계를 가진다. 역속성을 명시하는 이유는 쌍방향으로 정보를 저장하는 것이 중복성을 갖기 때문이며, RDF를 비롯한 온톨로지에서는 중복성을 철저히 배제해야 올바른 추론을 할 수 있게 된다[14].
- transive properties
만약 A와 B가 친구관계이고 B와 C가 친구관계이면 A와 C도 친구관계라는 것이 성립된다.



[그림 10] profile에 대한 객체 속성의 예

[그림 10]에서 속성 'hasStudent'는 owl:ObjectProperty로 선언된다. 'hasStudent'의 제약조건을 나타내기 위해 domain 제약 사항을 이용하여 'hasStudent'의 주체는 'teacher'이어야 한다.

2) datatype property

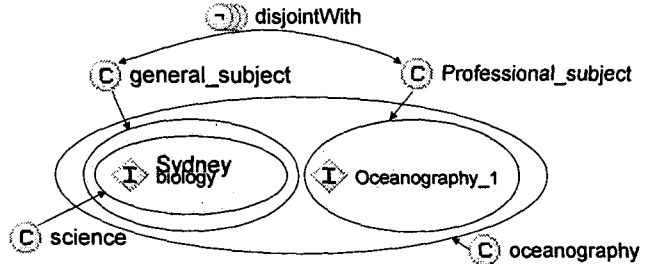
데이터 속성은 모두 하나의 값을 갖는 Unique property로 선언된다. 속성 모두 취할 수 있는 값을 xsd:string으로 지정하였다.

3) Range and Domain

속성의 특징을 의미한다.

- Domain : 제시된 속성이 속하는 클래스이다. (Destination)
- Range : 제시된 속성이 가져야 하는 클래스이다. 데이터타입 속성에서는 integers, floats, strings, booleans 등을 가진다.

4) class disjointness



[그림 11] class disjointness

general_subject와 , artspport_subject, professional_subject의 관계를 disjoint로 정의한다면 general_subject의 서브클래스와 professional_subject의 서브클래스는 서로 disjoint 관계가 정의될 수 없으며, 따라서 둘을 공통으로 하는 하위클래스는 존재할 수 없다. 따라서 general_subject와 professional_subject를 동시에 부모로 갖는 하위클래스를 시스템에서 생성할 경우 시스템은 에러를 추론해 시스템 운용의 오류를 제공할 수 있다.

4.1.3 속성 제약

OWL은 클래스 인스턴스마다 속성을 다른 방식으로 사용할 수 있도록 하는 제약(restriction) 관련 어휘를 제공한다. 제약 어휘에 대한 구체적 내용을 정의한다. owl:Restriction는 wpcdir 대상 속성을 지시하는 데 사용한다[16].

- allValuesFrom : AllValuesFrom 제약은 임의의 클래스와 연계하여 속성에 대해 기술한다.
- SomeValuesFrom : someValuesFrom 제약은 임의의 클래스와 연계하여 속성에 대해 기술한다.

4.1.4 Item Pool Rule 정의

원활한 정보 검색 및 추론을 위해 규칙을 SWRL 형식으로 표현한다. SWRL의 규칙은 전제(antecedent, body)와 결과(consequent, head)간의 관계를 표시하는 형태를 갖는다. 다음 [표 2]는 본 논문에서 정의한 몇가지의 규칙들의 예이다.

Rule-1	$hasTeacher(?x, ?y) \wedge hasTeacher(?z, ?y) \rightarrow hasFriend(?x, ?z)$ 두 개체(student)가 동일한 teacher를 가지면 두 개체는 친구(hasfriend)이다.
Rule-2	$hasInterest(?x, ?y) \wedge hasInterest(?z, ?y) \rightarrow hasSameInterest(?x, ?z)$ 두 개체(student)가 동일한 topic에 관심 있으면 두 개체는 같은 관심사(Same Interest)를 가진다.
Rule-3	$hasTopic(?x, amylase) \rightarrow hasTopic(?x, catalyst)$ $enzyme(?x) \wedge isTopicOf(?x, ?y) \rightarrow isTopicOf(catalyst, ?y)$ 문제(item)가 아밀라아제(amylase)에 관련된 문제이면 그 문제는 촉매(catalyst)에 관련된 문제이다.
Rule-4	$hasTeacher(?x, ?y) \wedge hasFriend(?x, ?z) \rightarrow hasTeacher(?z, ?y)$ x가 y란 teacher를 가지고 z란 friend를 가지면 z도 y란 teacher를 가진다.

[표 2] 정의된 rule의 예

규칙 4를 전제와 결론 간의 추상적 문법(Abstract syntax)으로 표현하면 다음과 같다.

```

Implies(Antecedent(hasTeacher(|-variable(x1) |-variable(y1))
hasFriend(|-variable(x1) |-variable(z1)))
Consequent(hasTeacher(|-variable(z1) |-variable(y1)))

```

[그림 12] 규칙 4의 추상적 문법 표현

위와 같이 추상적으로 표시된 규칙을 SWRL을 이용하여 XML 기반으로 표시하면 다음과 같다.

```

<swrl:Imp rdf:ID="Rule-4">
<swrl:head>
<swrl:AtomList>
<rdf:rest>
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
</rdf:rest>
<swrl:IndividualPropertyAtom>
<swrl:argument2>
<swrl:Variable rdf:ID="y"/>
</swrl:argument2>
<swrl:argument1>
<swrl:Variable rdf:ID="z"/>
</swrl:argument1>
<swrl:propertyPredicate rdf:resource="#hasTeacher"/>
</swrl:IndividualPropertyAtom>
</rdf:rest>
</swrl:AtomList>
</swrl:head>
<swrl:body>
<swrl:AtomList>
<rdf:rest>
<swrl:IndividualPropertyAtom>
<swrl:propertyPredicate rdf:resource="#hasTeacher"/>
<swrl:argument1>
<swrl:Variable rdf:ID="x"/>
</swrl:argument1>
<swrl:argument2 rdf:resource="#y"/>
</swrl:IndividualPropertyAtom>
</rdf:rest>
<swrl:AtomList>
<rdf:rest>
<swrl:IndividualPropertyAtom>
<swrl:argument2 rdf:resource="#z"/>
<swrl:argument1 rdf:resource="#x"/>
<swrl:propertyPredicate rdf:resource="#hasFriend"/>
</swrl:IndividualPropertyAtom>
</rdf:rest>
<rdf:rest>
rdf:resource="http://www.w3.org/1999/02/22-rdf-syntax-ns#nil"/>
</swrl:AtomList>
</rdf:rest>
</swrl:AtomList>
</swrl:body>
</swrl:Imp>

```

[그림 13] SWRL로 표현된 rule

4.3. 실험 평가

4.3.1 데이터 집합

본 논문의 실험은 시험문제 데이터를 온톨로지 기반의 메타 데이터 형태 (A)와 기존 DBMS 형태(B)를 바탕으로 이들의 검색 결과를 비교하였다.

10명의 교사가 생물관련 문항을 50문항씩 총 500문제를 출제하여 온톨로지 기반 메타데이터와 MS-Access를 이용한 DBMS 데이터로 각각 저장하였다. 그리고 다양한 query를 동시에 적용하여 검색 및 요구에 대한 검색 결과를 비교한다.

4.3.2 실험 평가 기준

본 논문에서는 제안하는 시스템으로 검색되어진 결과가 얼마나 정확하게 예측 되어졌는가를 알아보기 위해 정보 검색(Information Retrieval)에서 사용되는 재현율(Recall)과 정확도(Precision)를 사용하였다[12]. 검사 데이터(test set)에 대한 매칭 데이터(hit set)의 비율인 재현율(recall)은 다음과 같다.

$$Recall = \frac{|Test \cap result|}{|Test|} \quad (1)$$

(Test : 관련있는 검사 데이터의 , result : 검사 결과) 검사 데이터중 실제 검색조건과 관계되는 결과의 비율인 정확도(Precision)는 다음과 같다.

$$Precision = \frac{|Test \cap result|}{N} \quad (2)$$

(Test : 관련있는 검사 데이터의 , result : 검사 결과, N : 검사 결과 갯수)

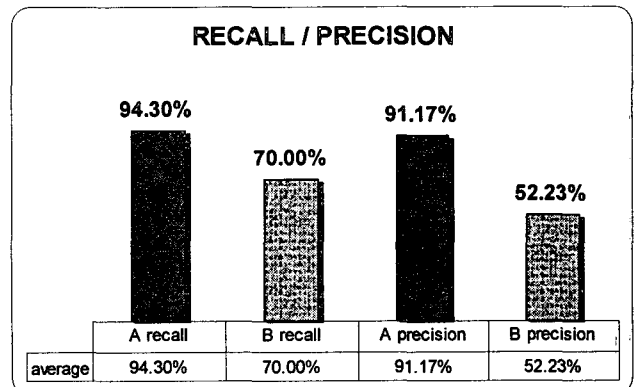
4.3.3 실험 결과

다음 표와같은 유형의 50개의 쿼리문을 생성, 테스트 하여 그 결과를 통한 재현율과 정확도의 평균을 구하였다.

No.	Query	Class	property
1	생물과목을 가르치는 선생님을 찾아라.	item	hasCurriculum
2	생물과목을 가르치는 선생님이 출제한 문제를 찾아라	multipleChoice	hasProfile hasTopic
3	alrosteric 토막에 관심 학생을 가르치는 선생님을 찾아라	teacher student	hasStudent hasInterest
4	"에스트로겐"에 관련된 문제를 찾아라.	multipleChoice	question
5	배인경선생님과 공통관심사를 가지고 있는 선생님을 찾아라	teacher	hasSameInterest

[표 3] 사용된 Query의 예

[그림 14]는 A와 B시스템에 대한 실험 결과를 그래프로 보여주고 있다. 제안한 시스템은 의미적 추론을 통하여 데이터들의 관계 분석을 통한 결과 검색이 가능하여 데이터들간의 관계를 의미적으로 검색함으로써 B시스템에서 검색해낼 수 없는 부분까지 검색해낼 수 있었다.



[그림 14] Recall과 Precision의 비교 그래프
검색시 사용자가 원하는 것을 의미적으로 분석하고 추론하여 정확한 정보를 제공해주고 있다.

또한 메타 데이터의 형식에 다양한 관계 속성을 정의함으로써 학생 사이의 친구관계, 학생 과 교사 사이의 관계까지도 파악해 넘으로써 공통 관심사를 가지는 동료 또는 친구를 쉽게 검색함으로써 정보 공유 및 협업적 학습을 유도 할 수 있었다.

단순 데이터의 저장 및 관리가 아니라 데이터를 의미적으로 저장하고 데이터간의 관계를 정의함으로써 의미적 분석 및 관계를 바탕으로 한 새로운 사실을 생성하여 이를 효과적인 정보 추출 및 재사용이 가능하였다.

이를 활용하여 검색된 데이터를 바탕으로 토픽에 대한 공통 관심사를 가진 학생 및 교사들의 협업적 학습 및 교육을 위한 자료공유가 가능하였다.

5. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 기존의 문제은행 시스템의 한계를 해결하기 위해 시맨틱 웹 기반의 문제은행 시스템을 제안하였다. 시맨틱 웹 기반의 문제은행은 기존의 문제은행 시스템과는 다르게 정의된 온톨로지를 기반으로 데이터의 관계 및 의미를 분석하여 질의에 대한 결과를 제공 함으로써 보다 향상된 검색 결과를 제공해 준다는 점을 실험 확인하였다.

컴퓨터가 의미를 이해 가능하고 개념간의 관계를 매칭할 수 있기 때문에 보다 세부적인 요구에도 정확한 문제를 제공해 주었으며, 문제 즉 메타데이터에 정의된 정보를 바탕으로 개체간의 관계를 이해하고 분석함으로써 요구하는 질의에 대한 응답을 정확하게 제공하여 주었다. 또한 이에 대한 결과를 학생 또는 교사가 공유하며 재사용 함으로써 협업적 학습에 대한 효과를 기대할 수 있다.

향후 연구로는 교육과정에 대한 보다 명확하고 체계적인 온톨로지 정의와 도메인 통합시 지능형 에이전트를 통해 자동화 하며, ontology learning을 기반한 자동화된 온톨로지 매핑 연구가 필요하다.

Reference

- [1] Cui Guangzuo, Chen Fei, Chenhu, Li Shufang, "OntoEdu: Ontology-based Education Grid System for e-Learning", Modern Education Technology Center at Peking University 100871
- [2] 최근황외, "XMDR을 이용한 지능형 검색 온톨로지 서버 구축", 한국통신학회논문지 '05-8 Vol.30 No.8B", 2005
- [3] 한국전산원, "웹 온톨로지 개발지침 연구", 2004
- [4] 김영기의 "XML을 이용한 문항 DTD 정의 및 문제은행 시스템 설계", 인천교육대학교 『The Journal of Education』, Vol.19, 2004
- [5] 박현근, "OWL 시맨틱웹 기반 온톨로지 상에서의 규칙-사실 생성에 관한 추론" 중앙대학교 석사학위 논문, 2004

[6] 이정희, "시맨틱 웹의 개요와 현황" 수원대학교 교수, 2004

[7]

<http://mknows.etri.re.kr/translations/REC-owl-features-20040210-ko-v01.html>

[8] 하영국, "Information Retrieval System for the Semantic Web", KAIST CS774 Term Project, 2003

[9] Moreale, E. & vargas-vera, M., "Semantic Services in e-Learning : an Argumentation Case Study" Educational Technology @ society, 7(4), 112-128, 2004

[10] 정은경 외, "시맨틱 웹 환경에서의 온톨로지 기반의 정보 검색", J. of Basic Sciences, Cheju Nat'l Univ, 2003

[11] 한국전산원, "지능형 웹 서비스 표준 기술 동향 및 국내 도입 방안 연구", 2003

[12] "Design and implementation of a Comparison Shopping Software tools based on Semantic Web - A Case Study", Lecture Notes in Computer Science, Springer--Verlag, 2003

[13] Ian Horrocks, Peter F. Patel-Schneider, Harold Boley, Said Tabet, Benjamin Groszof, and Mike Dean, SWRL: A Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML, Version 0.5 of 19 November 2003

[14] Yuanbo Guo, Zhengxiang Pan, and Jeff Heflin, "An Evaluation of Knowledge Base Systems for Large OWL Datasets", Computer Science and Engineering Department, Lehigh University, Bethlehem, PA18015, USA