

# 온톨로지를 적용한 e-Learning 학습 자료 검색 시스템

김현주<sup>\* 1)</sup> · 설진성<sup>\*\*</sup> · 최현종<sup>\*\*\*</sup> · 김태영<sup>\*\*\*\*</sup>

## 요 약

웹은 양적으로 폭발적인 성장을 이루게 되었지만 맥락적 의미의 결여로 사용자에게 검색에 대한 지적 부담을 높이고 있다. 정보의 양은 많으나 사용자에게 적합한 정보를 얻기 위하여 많은 노력을 기울여 검색 용어를 찾고 검색된 각 웹 문서들을 다시 살펴보아야 한다. 본 연구에서는 시맨틱 웹(Semantic Web)에서 중요하게 다루어지고 있는 온톨로지를 이용하여 특정 도메인 - 컴퓨터 하드웨어 - 에 관한 맥락적 지식을 표현하고, 이를 이용한 e-Learning 학습 자료 검색 시스템을 설계 및 구현함으로써 검색의 주체인 학습자에게 적합한 교수-학습 자료와 그에 연관된 멀티미디어 자료들을 제공하도록 하였다. 또한 유사어나 철자 오류를 보정하여 검색하는 기능, 온톨로지 상의 클래스, 인스턴스, 프로퍼티를 이용하여 검색하는 등 다양한 부가 기능들을 추가함으로써 학습자 중심의 효율적인 검색시스템을 구현하였다.

키워드 : 온톨로지, 시맨틱웹, 지식표현, 학습자료검색, KEM, Metadata

## An Ontology-Applied Search System for Supporting e-Learning Objects

Hyunjoo Kim<sup>\*</sup> · Jinsung Seol<sup>\*\*</sup> · Hyongjong Choe<sup>\*\*\*</sup> · Taeyoung Kim<sup>\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

The Web is evolving quantitatively into an explosive development. However, users usually have heavy burden of searching information because of the absence of contextual meaning on the Web. Due to an enormous amount of information, users have to endure for finding strong cohesive keywords by themselves and read each of the documents with enduring effort. This paper proposes an efficient method of searching more relative documents than current KEM-based searching systems on the Web by using contextual meaning. We designed a domain ontology on computer hardware, and a searching system which was searching those e-Learning objects. Owing to the Ontology-applied search system, information such as educational materials and related multimedia can be easily provided to the users. Further, learners could be informed of relationship of knowledge, e.g., class hierarchy, properties and values, and so on. The request results are semantically related to users' needs, and thus the system provides a learner-centered searching.

keywords : Ontology, Semantic Web, Knowledge representation, KEM, Metadata

## 1. 서 론

팀 버너스리에 의해 1989년에 처음 제안된 웹(Web)은 널리 알려진 클라이언트-서버 개념과 직관적인 표현이 가능한 HTML(HyperText

\* 비 회 원: 선린인터넷고등학교 교사  
 \*\* 정 회 원: 한국교원대학교컴퓨터교육과박사과정  
 \*\*\* 종 신 회 원: 서원대학교 컴퓨터교육과 교수  
 \*\*\*\* 종 신 회 원: 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)  
 논문접수: 2006년 7월 19일, 심사완료: 2006년 11월 23일  
 이 논문은 한국교원대학교 2005년도 기성회계 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음

Markup Language) 덕택에 일반 사용자 누구나 쉽게 인터넷 상의 정보에 접근하거나 새로운 정보를 제시할 수 있게 되었고, 그 결과 폭발적인 양적, 질적 성장을 하게 되었으며[5] 이는 웹을 사용하는 사용자들에게 용이한 정보의 접근을 제공하였다.

그러나 웹에서 제공하고 접근하는 정보들은 맥락적 의미(contextual meaning)가 결여된 상태에서 다루어지고 있다. 만일, 사용자가 파일의 한 종류인 '배'에 대한 정보를 찾고 싶고 키워드 검색을 기반으로 하는 검색 사이트에서 '배'라는 낱말을 입력하면 '배'라는 음절이 있거나 어절이 있는 모든 사이트를 나열해 준다. 이러한 문제는 맥락적 의미의 결여에서 발생하는 것으로써 사용자가 의도하는 의미의 검색을 위해서는 부가적인 정보 즉, '과일', '나무' 등이 포함되어야 할 것이다.

맥락적인 의미를 인간 수준이 아니고 기계 수준에서 가능하게 하고자 하는 것이 시맨틱 웹(Semantic Web)이 추구하는 목표이다. 시맨틱 웹은 현재의 웹의 확장형으로서 인공 지능 분야의 지식 표현 기술인 온톨로지(ontology)를 사용하여 이를 웹 에이전트(Web agent)가 이해하고 추론할 수 있는 형태로 표준화하여 표현함으로써 웹 에이전트 간의 의사소통이 가능하게 하는 것이다.

웹은 시간과 공간의 제약을 받지 않기 때문에 웹상에서 텍스트, 이미지, 음성, 동영상 등과 같은 다양한 멀티미디어 교육 자료를 사용하는 e-Learning이 발전하게 되었다. 이러한 e-Learning에서는 학습자가 능동적으로 자신에게 필요한 교육 자료들을 찾아가며 학습을 진행하게 된다.

KERIS는 16개 시·도 교육청과 학교에서 보유하고 있는 교육 자료를 KEM 메타데이터에 기반하여 서비스하고 있다. 본 연구에서는 다양한 멀티미디어 교육 자료를 KEM으로 기술(description)하고 그 상위 계층에 해당 교과 내용에 대한 지식 구조를 표현하는 온톨로지를 구축하여 자료 검색에 활용함으로써 보다 지능적인 검색을 구현하였다.

본 연구의 과정은 첫째, 특정 도메인 - 컴퓨터

하드웨어 - 에 관련된 교수 학습 자료들을 분석하였다. 둘째, 교과 지식 온톨로지를 설계하고 이를 OWL 구문을 이용하여 구축하였다. 셋째, 멀티미디어 교육 자료들에 대한 메타데이터를 KEM을 사용하여 기술하고 이를 데이터베이스화하였다. 넷째, 온톨로지 검색 모듈과 KEM 검색 모듈에 들어가는 알고리즘을 찾고 두 모듈을 통합한 시스템을 설계 및 구현하였다.

이러한 지능적인 검색 기능을 통하여 학습자들은 유의미적이면서 정확하고 빠르게 관련 교육 학습 자료들을 찾아냄으로써 주도적으로 e-Learning 학습 자료를 효과적으로 찾을 수 있을 것이다.

## 2. 시맨틱 웹과 온톨로지

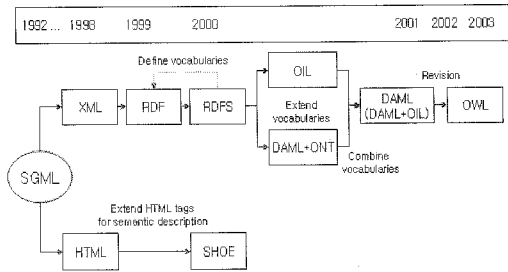
온톨로지는 지식베이스에서 개념유형이나 범주를 분류하는 계층분류(taxonomy)와 동의어로 쓰이기도 한다. 그러나 온톨로지는 이를 확장한 지식 구조로서 '개념'과 '관계'들로 구성되며 특정 도메인에 관련된 단어를 계층구조로 표현하고 추가적으로 이를 확장할 수 있는 '추론규칙'(inference rule)과 '제약조건'(constraint)을 포함한다.

온톨로지와 같은, 도메인(domain)에 근거한 분명한 지식 표현은 웹 에이전트들이 시맨틱 웹의 의미를 사용할 수 있게 한다[8]. 시맨틱 웹 기술에서 웹 에이전트들이 의미를 사용하기 위해서는 표준적인 방식으로 온톨로지가 표현되어야 한다. 대표적인 온톨로지 표현 언어에는 RDF(Resource Description Framework)/RDFS(RDF Schema), DAML+OIL(DARPA Agent Markup Language+Ontology Inference Layer/Ontology Interchange Language), OWL(Web Ontology Language) 등이 있다. (<그림 1> 참조)

OWL은 가장 최근에 W3C에 의해 제안된 것으로, 형식적인 시맨틱을 가진 어휘를 추가함으로써 다른 언어들보다 표현력에서 우수하다고 평가되고 있다[12].

따라서 본 연구에서는 시맨틱 웹의 주요 개념 중에서 XML+NS+XML Schema, RDF+RDF

Schema 계층을 바탕으로 ontology vocabulary



<그림 1> 웹 온톨로지 언어 계통도[6]

계층인 OWL을 이용하여 온톨로지를 표현하고 이를 검색 시스템에서 이용하고자 한다.

### 3. OWL(Web Ontology Language)을 이용한 지식 표현과 그 적용

OWL은 DAML+OIL의 문법 구조와 RDFS의 표현을 추가하여 만든 언어이다. DAML+OIL은 처음 접하는 이용자, 개발자 및 개발도구 지원 등에 용이하지 않고, 어휘의 의미가 혼동될 수 있다. 이에 W3C는 클래스와 속성의 개념 및 그들 사이의 관계가 보다 명료하게 정의되도록 온톨로지 언어 구조를 재정리하여 개정된 언어인 OWL을 만들었다[3][4].

OIL과 마찬가지로 OWL은 OWL Lite, OWL DL(Description Logic), OWL Full 세 가지로 표현력과 어휘의 다양성에 의해 구분된다[13]. OWL Lite는 계층적인 클래스 구조와 간단한 제약 조건들을 담을 수 있고, OWL 언어가 갖고 있는 가장 기본적이고 공통적인 구성자(creator)들을 담고 있다. OWL DL은 술어 논리(description logic)를 표현할 수 있는 어휘와 엄격한 논리를 포함하였다. OWL Full은 OWL DL보다 좀 더 유연성을 제공하여 표현력의 극대화를 추구하였다.

온톨로지 응용에 관한 최근의 연구는 국내외에서 의학, 언어, 전자 상거래 분야에서 활발히 연구되고 있고, 교육 분야에서도 연구가 시작되고 있다. 교육이 개인의 지식을 체계화하는 과정을 돕는 역할을 한다고 볼 때, 교육 분야의 지식 구조를 온톨로지 표현하고 이를 시맨틱 웹 기

술을 적용하여 공유하고자 하는 노력은 가능성이 열려 있으며, 중요한 연구 대상이 될 수 있다.

김민정은 국사 교과의 한 단원을 protégé 온톨로지 생성 프로그램을 사용하여 온톨로지 표현하였다[1].

학습 지원 분야에서의 온톨로지 적용연구로 김태종은 지능적인 학습자 지원 시스템을 구현하기 위하여 온톨로지를 매개로 학습자의 문맥 정보(context information), 예를 들어 학습자의 현재 위치, 행동 및 작업, 감정 상태 등을 표현하고 이를 추론하는 시스템을 설계하였다. 이 연구는 학습내용 뿐만 아니라 학습 환경 지원에도 온톨로지와 시맨틱 웹 기술이 적용될 수 있음을 시사하고 있다[2].

왕 헤이치아(Hei-Chia Wang)과 후 치엔웨이(Chien-Wei Hsu)는 e-Learning 학습 객체를 재사용할 수 있는 온톨로지 적용 시스템을 개발하였다. 이들은 패키지 단위로 배포되고 있는 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)을 따라 웹 학습 객체들의 낱말 하부 객체를 접근할 수 있는 모델을 제시하였다. 이때 온톨로지는 낱말의 학습 객체들과 학습 과정을 연결해 주는 지식베이스의 역할을 한다[14].

나이트(Knight)와 가세빅(Gasevic), 리차드(Richards)는 학습 설계의 단계에서 학습 객체들을 접근하고 사용할 수 있도록 다리 역할을 해주는 온톨로지 프레임워크를 개발하였다. 학습 설계, 학습 객체, 그리고 들을 잇는 매개 객체 이렇게 세 가지를 온톨로지 구성하고 목표하는 학습 설계와 학습 객체의 브리징(bridging)을 구현하였다[11].

본 연구에서는 술어 논리가 추구하는 추론의 기본 요소인 구조적 포함관계(structural subsumption)를 나타내기 위하여[9] OWL의 subClassOf를 사용하여 개념간의 관계를 표현하였다. 본 연구의 구현에서 하드웨어들 간의 관련성을 자세히 나타내기 위하여 속성(property)들을 정의하여 사용하였다. 또한 표현된 포함 관계와 속성 관계를 바탕으로 간단한 추론이 적용된 시스템을 구현하였다. 간단한 추론의 예는 6장에서 설명한다.

#### 4. 교수학습 자료 메타데이터와 KEM(Korea Educational Metadata)

국제적으로 e-Learning 표준화에 대한 활동은 DC(Dublin Core metadata initiative)를 기준으로 본다면 1995년부터 본격적으로 시작되었다[7]. 이후 메타데이터에 대한 연구는 표준화에 대한 하부 연구로써 매우 다양한 기관, 형태로 발전되고 있다. IMS, IEEE LTSC LOM, ISO/IEC SC36 WGs, ADL SCORM 등이 주도적으로 e-Learning 관련 표준화에 대하여 연구하고 있으며 최근의 경향은 학습 객체와 학습자 정보, 학습 디자인 등의 공유와 재활용의 차원에서 많은 연구가 이루어지고 있다.

국내에서도 국내 교육 자료에 적용되어온 메타데이터 형식과 국제적으로 통용되는 메타데이터 형식과의 상호운용을 고려하여 한국교육학술정보원(KERIS)이 2001년 국내의 초·중등 교육 자료를 위한 메타데이터인 KEM 1.0을 발표하였다. 이후 2003년에 KEM 2.0을 발표하였는데, KEM 2.0은 IEEE에서 2002년에 발표한 LOM 1.0을 기반으로 제작되었으며, 기존의 KEM 1.0 및 문헌정보 분야의 표준적인 DC 메타데이터와의 호환성을 고려하여 개발되었다[10]. KEM 표준은 지식 정보 자원 시스템(knowledge information resource system)과 콘텐츠 자원의 활용과 분산 환경 하에서 데이터의 표현과 프로그램의 구현을 돕도록 디자인 되었다. KEM이 표현하고자 하는 대상은 K-12(초·중·고등학교)의 자원(Material, Asset), 강의(Lecture), 단원(Class), 코스(Course)의 교육정보를 표현하는 것이다[7]. KEM 2.0은 80개의 메타데이터 요소로 구성되며, XML로 바인딩 하기 위해 XML Schema를 사용하여 정의하였다.

현재 KERIS는 에듀넷과 16개 시·도 교육청, 학교에서 분산 보유하고 있는 교육 자료에 KEM을 기술하고 이를 통합 검색 할 수 있는 중앙교수학습센터를 운영하고 있다. 현재 KEM을 기반으로 하는 검색 시스템은 키워드 매칭 기반의 정보를 보여 주고 있다.

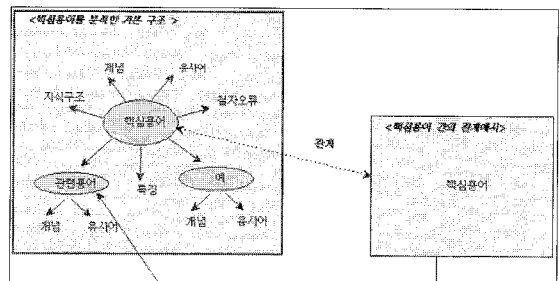
여기에 온톨로지로 표현된 정보가 포함된다면 학습자는 검색을 하는 과정에서 목표하는 것에 대한 정확한 이해와 검색 과정에서 발생하는, 적절한 검색어를 찾기 위한 지적 부담을 줄일 수 있다. 또한, 온톨로지로 표현된 개념의 계층관계를 파악하여 일반화된 검색이나 세부 개념으로 특화된 검색이 가능하게 될 것이다. 온톨로지에서 제공하는 정보가 어떻게 지적 부담을 줄이고 일반화와 특화된 검색이 가능한지는 6장에서 좀 더 자세히 설명한다.

#### 5. 교과 지식 온톨로지 설계 및 구축

##### 5.1 교과서 분석

‘실업계 고등학교’에서 가르치는 ‘컴퓨터일반’ 8종 교과서의 하드웨어 관련 교과 내용을 온톨로지의 도메인으로 정하였다. 이 교과서는 주로 실업계의 정보산업계열 고등학교에서 가르치는 교과서로 컴퓨터에 관련된 기초 내용을 가장 자세히 수록하고 있고, 다른 단계에 비교해 볼 때 학습할 정보의 양이 많아 학생들이 개념을 습득하는데 어려움이 있다. 따라서 관련 지식을 구조화하여 온톨로지로 구축하고 이를 검색하도록 하였다.

교과서에 수록된 하드웨어 관련 교과 내용을 온톨로지로 구성하기 위하여 교과 내용을 교과 지식 분석 프레임을 사용하여 분석하였다. (<그림 2> 참조)



<그림 2> 교과 지식 분석 프레임

위의 <핵심 용어를 분석한 기본 구조>에서, ‘핵심 용어’는 교과 내용 구성 상 중요도가 높은

어휘이고, '개념'은 핵심 용어를 설명하는 간단한 문장들이다. '지식 구조'는 상·하 관계처럼 핵심 용어와 관련된 다른 핵심 용어와의 관계를 나타내고, '특징'은 핵심 용어를 규정하는 속성들을 나타낸다.

'유사어'와 '철자 오류'는 검색의 성능을 향상하기 위해 추가된 정보들이다. '관련 용어'는 교과 내용 구성상 중요도가 비교적 낮은 용어이나 '핵심 용어'와 연관을 갖는 용어를 말한다. '예'는 실제로 존재하는 구체물들을 가리킨다.

<표 1>에서는 핵심 용어인 'RAM'을 분석한 결과표를 보여주고 있다. 첫 행의 개념도를 살펴보면 RAM은 주기억장치이면서 SRAM과 DRAM을 포함하는 개념임을 알 수 있다.

<표 1> RAM 핵심용어 분석 결과

RAM의 지식구조			
주기억장치	RAM	SRAM SDRAM DRAM DDRSDRAM	
	PROM	MaskROM EPROM EEPROM 플래시메모리	
개념	현재 실행하고 있는 프로그램이나 데이터를 저장하는 주기억장치		
특징	임의로 접근 가능하다. 수정, 삭제, 기록이 가능하다. 휘발성메모리(전원이 꺼지면 기억되고 있던 프로그램과 데이터가 사라짐)		
R A M  관 련 용 어	가상 메모리	개념	하드디스크의 일정 공간을 마치 램처럼 사용하는 것으로, 부족한 램을 하드디스크의 여유 공간으로 대신 사용하는 것이다.
		유사어	Virtual Memory
	디스크 캐시	개념	하드디스크에서 읽어들인 데이터를 미리 램으로 복사해 두어 그 데이터를 필요로 할 때 빨리 램에서 가져와 사용할 수 있도록 하는 것이다.
		유사어	디스크캐쉬, RAM Disk
	DIMM	개념	.
		유사어	.
램소켓	개념	.	
	유사어	.	
예			
유사어	메모리, 램, Random Access Memory, 임의접근메모리		
철자오류	REM, ram, RAm, rAM, 램		

※ '디스크캐시'관련용어는 '하드디스크'핵심용어와 공유됨

## 5.2 온톨로지 구축

교과서 내용의 분석 결과를 OWL의 클래스 구조와 인스턴스, 프로퍼티로써 표현하였다. '핵심 용어'는 <owl:Class> 컨스트럭터(constructor)를 이용하여 아래와 같이 표현하였다.

```
<owl:Class rdf:ID= "RAM" />
```

'개념'의 표현은 <rdfs:comment />를 이용하여 핵심 용어를 설명하는 간단한 설명을 담았다. 예를 들어 'RAM' 핵심 용어에 대한 설명은 아래와 같이 표현하였다.

```
<owl:Class rdf:ID="RAM">
```

```
<rdfs:comment>
```

현재 실행하고 있는 프로그램이나 데이터를 저장하는 주기억장치이다.

```
</rdfs:comment>
```

```
</owl:Class>
```

핵심 용어들 사이의 '지식 구조'는 클래스의 상·하 관계를 나타내는 <rdfs:subClassOf>컨스트럭터를 사용하여 나타내었다. 다음은 RAM의 지식 구조를 나타내고 있다.

```
<owl:Class rdf:ID="주기억장치">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#기억장치" />
```

```
</owl:Class>
```

```
<owl:Class rdf:ID="RAM">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#주기억장치" />
```

```
</owl:Class>
```

```
<owl:Class rdf:ID="SRAM">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#RAM" />
```

```
</owl:Class>
```

```
<owl:Class rdf:ID="DRAM">
```

```
<rdfs:subClassOf rdf:resource="#RAM" />
```

```
</owl:Class>
```

핵심 용어의 '특징'은 클래스가 가질 수 있는 속성을 미리 정의하고, 속성에 대한 값을 부여함으로써 표현한다. 또한 상위클래스의 속성은 하위클래스가 그대로 상속받기 때문에 하위 클래스에서 재정의할 필요가 없다. 아래와 같이 'hasAccess' 프로퍼티(property)의 도메인

(domain)을 ‘기억장치’ 클래스로 하고 레인지(range)를 ‘Access’ 클래스로 하였다면, ‘RAM’의 인스턴스들은 ‘hasAccess’ 프로퍼티를 상속받으며 값을 가질 수 있다.

```
<!-- 기억장치에 hasAccess 속성 정의 -->
<owl:ObjectProperty rdf:ID="hasAccess">
  <rdfs:domain rdf:resource="#기억장치" />
  <rdfs:range rdf:resource="#Access" />
</owl:ObjectProperty>
<!-- RAM의 인스턴스에 hasAccess 속성값 적용 -->
<RAM rdf:ID="SAMSUNG_256M">
  <hasAccess rdf:resource="#random" />
</RAM>
```

### 5.3 KEM database 설계

본 연구의 초점은 메타데이터의 상위 계층에 온톨로지를 구현하여 지능적인 시맨틱 검색을 구현한 것으로 하부 구조인 KEM database는 자료의 기술들을 담은 구조로 설계하였다. 본 연구에서는 온톨로지에 초점이 있으므로 비교적 간단한 KEM 1.0을 기반으로 메타데이터를 표현하였다.

KEM 1.0은 23개의 기본요소와 기본요소에 따른 51개의 하위요소로 구성되었고, 기본요소들은 7개의 필수 요소와 12개의 선택요소, 4개의 선택(선택적 필수) 요소로 나누어진다. <표 2>에서 각 메타데이터의 엘리먼트 이름을 필드로 하여 관계형 테이블을 만들고 ontology, related\_ontology 필드를 추가하여 온톨로지와의 관련성을 나타내었다. KEM은 국내에서 개발된 표준화를 겨냥한 메타데이터이므로 이러한 수정에는 당연히 적합한 과정이 있어야 하겠으나 연구의 편의상 변용하였다.

추가한 2개의 필드들은 온톨로지와 KEM메타데이터를 연결하는 고리 역할을 담당하는 것으로 학생이 입력하는 학교급, 학년, 교과, 학기, 단원과 같은 KEM 메타데이터 정보와 온톨로지 정보의 교집합에 의한 검색이 가능하도록 한다.

ontology 필드는 대상 자료가 온톨로지 상의

어떤 클래스와 직접 연결되는지를 나타낸다. 입력된 검색어는 온톨로지 검색 모듈을 거친 후, 온톨로지 검색 모듈은 키워드에 대한 해당 클래스를 KEM 검색 모듈에 반환하고, 클래스 이름과 ontology 필드의 매칭 SQL에 의해 관련 학습 자료를 선택하게 된다. related\_ontology는 대상

<표 2> KEM database 필드

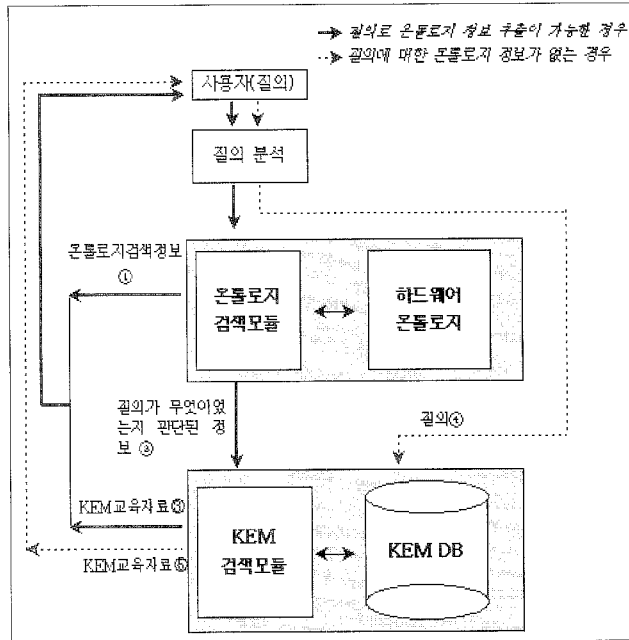
필드 요소	필드 설명	비고
data_no	주키	
title	자료의 표제	필수요소
format	자료의 형태(포맷)	필수요소(IMT기술 스킴)
type	자료의 종류	필수요소(KEMType 기술 스킴)
creator	자료의 저자	필수요소
organization	저자의 소속기관	creator의 하위 요소
email	저자의 이메일	creator의 하위 요소
identifier	자원에 접근하거나 식별 위한 정보	필수요소
publisher	발행처에 관한 정보	필수요소
date	자료등록일	필수요소
courseName	교과명	선택요소 교과목(LearningArea)의 하위요소로 KEMSLA기술 스킴 반영
subjectName	교과목	
courseLevel	교과구분	
largeUnitName	대단원	
middleUnitName	중단원	
smallUnitName	소단원	
school	학교	선택요소 이용대상자(Audience)의 기술 스킴인 KEMUserLevel에서 기술하는 내용을 메타데이터 항목으로 표현
grade	학년	
term	학기	
keyword	검색키워드	KEM Thesaurus
description	자료의 내용에 대한 개요	선택요소
thumb	썸네일(간략그림)	
ontology	교육자료와 직접적인 관련이 있는 온톨로지 정보	본 연구에서 정의
related_ontology	관련지식에 해당하는 교육자료의 온톨로지 정보	본 연구에서 정의

자료가 온톨로지 상의 어떤 클래스들과 부분적으로 연관되는지를 나타내는 것으로, 온톨로지의 계층 구조와 상호 보완적으로 작동하여 검색의 재현율을 높인다.

## 6. 온톨로지 적용 검색 시스템 구현

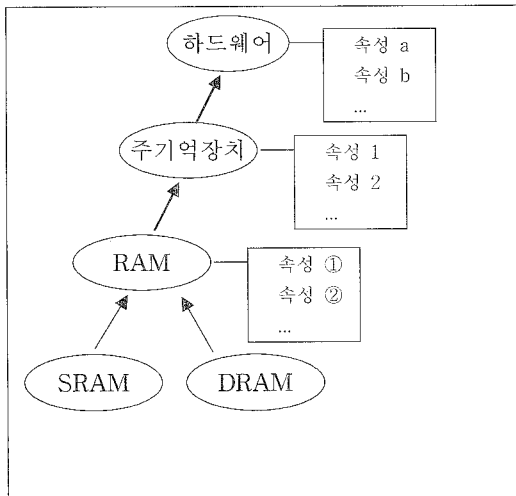
### 6.1 시스템 개요

사용자의 질의 분석 결과, '온톨로지 정보 추출이 가능한 경우'는 ①과 같이 온톨로지 검색 모듈을 통해 질의와 관련된 연관지식 정보를 사용자에게 제공한다. 이때 반환되는 정보로는 목적 클래스 혹은 인스턴스를 포함하는 클래스의 계



<그림 3> 검색 시스템의 전체적인 구조

시스템의 전체적인 제어 흐름은 <그림 3>와 같다.



<그림 4> RAM 클래스의 상·하위 계층 구조

층 정보와 그 클래스의 속성 정보를 포함한다.

온톨로지 검색을 위하여 Jena 2.1을 사용하였다. Jena 2.1은 OWL구문으로 작성된 온톨로지를 검색할 수 있는 API와 모델을 제공해준다[13].

온톨로지 검색모듈에 사용된 간단한 추론 능력은 추가적인 정보를 제공한다. 사용자가 'RAM'이란 키워드를 입력하였을 때 온톨로지 검색 모듈은 첫 번째로 온톨로지 데이터베이스를 검색하여 <표 1>의 첫 번째 행과 같은 계층 구조를 결정한다.

여기서 나타나는 각 클래스는 RAM 클래스를 포함하는 것으로 추론 모듈에 의하여 <그림 4>와 같이 각 클래스들의 속성 또한 검색된다. 이때 "RAM" 클래스는 속성 a, b, 1, 2, ①, ② 모두를 포함한다. 따라서 RAM 클래스의 인스턴스들은 각 속성에 해당하는 값을 가지게 되고 이를 사용자에게 보여지게 된다. 여기서 나타나는 모든 속성 값들은 <표 1>의 형태를 갖는다.

사용자들은 RAM을 검색함으로써 이것의 일반화된 개념이 주기억 장치임을 알게 된다. 따라서 보다 넓은 범위의 학습자료 검색을 위해서 “주기억 장치”나 “하드웨어”라는 검색어를 입력할 수도 있다. 이것은 검색어의 일반화라 할 수 있다. 또한, SRAM과 DRAM은 RAM의 세분화된 개념으로서 사용자는 좀더 자세한 정보를 위해 “SRAM”이나 “DRAM”을 검색어로 입력할 수도 있다. 이것은 검색어의 세분화라 할 수 있다. 획득된 계층 정보와 속성 정보는 추상자료구조의 형태로 사용자 인터페이스로 반환된다.

또한 ②와 같이 온톨로지 검색 모듈은 클래스 검색과 인스턴스 검색으로 구분하여 사용자의 질의가 무엇이었는지 결정하고 클래스 검색, 인스턴스 검색으로 구분한다. 만약 사용자의 검색이 클래스 검색이라 판단된다면 검색 키워드는 KEM 검색 모듈에 넘겨진다. KEM 검색모듈은 <표 3>에 표현된 KEM DB 메타데이터 테이블에서 ontology와 related\_ontology 필드를 대상으로 매칭 질의를 수행하여 ③과 같이 질의와 연관된 KEM 메타데이터와 교육 자료를 온톨로지 정보와 함께 사용자에게 제공한다.

제공된 정보 속에는 대상 개념의 일반화된 개념이 담겨 있으므로 사용자는 좀더 넓은 범위의 검색을 하기 위하여 상위 클래스의 이름을 검색어로 사용할 수 있고, 대상 개념의 속성들을 파악하여 깊은 이해를 도모할 수 있을 것이다.

‘온톨로지 정보를 추출할 수 없는 경우’는 ④와 같이 사용자의 질의가 KEM 검색 모듈에 바로 넘겨져 ⑤와 같이 질의와 메타데이터를 키워드 매칭된 교육 자료를 사용자에게 제공한다.

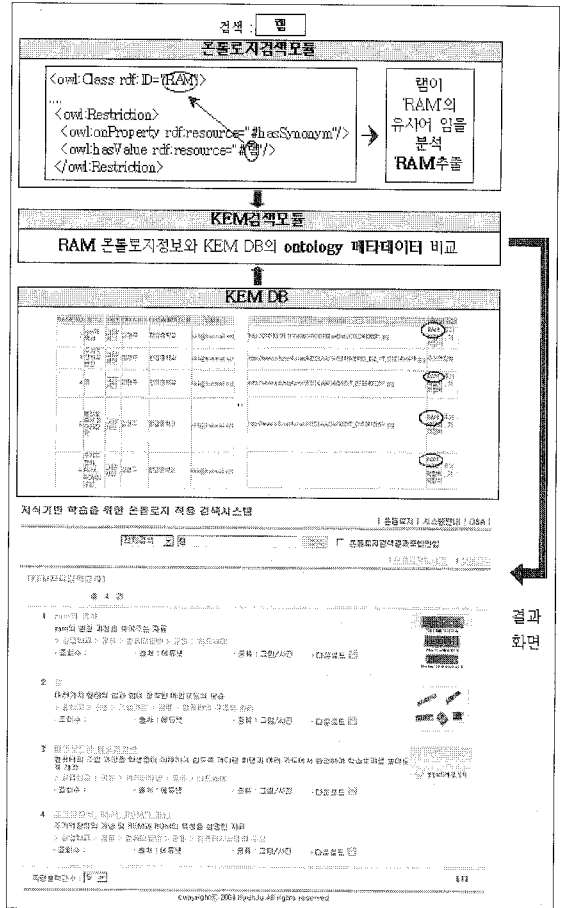
## 6.2 온톨로지와 KEM database 검색

### ■ 핵심용어, 지식구조, 유사어 검색

<그림 5>에서는 검색 키워드로 ‘램’을 입력 창에 입력하였을 때 검색 프로세스를 보여주고 있다.

‘RAM’의 유사어인 ‘ram’, ‘램’, ‘메모리’ 등 다양한 단어를 사용해 키워드를 입력하였을 때, 온톨로지 검색 모듈은 온톨로지 상에 표현된 유사

어를 사용하여 ‘RAM’을 찾아낸다. ‘RAM’과 관련된 상·하위 지식구조와 속성 등의 관련 개념을 찾아낸 후 이를 KEM 검색 모듈에 제공한다.



<그림 5> 온톨로지와 KEM 검색 과정

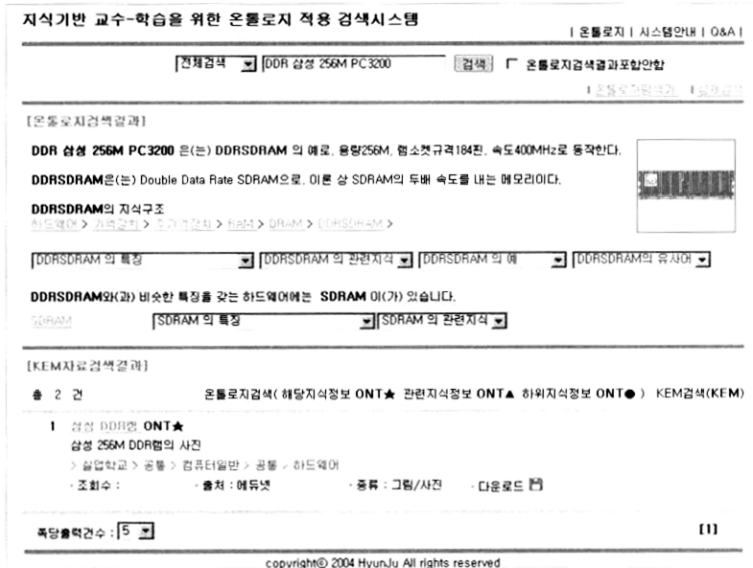
이 온톨로지 정보는 KEM 검색 모듈에 넘겨져 KEM database의 ontology, related\_ontology 필드와 비교하여 일치하는 레코드를 검색한다. KEM 검색 모듈은 온톨로지 검색 모듈이 제공한 관련 클래스나 인스턴스를 KEM DB에서 찾아낸다. 인터넷 상에 분산되어 저장되어 있는 해당 멀티미디어 교수학습 자료들을 URL을 사용하여 사용자에게 제공하는 형태로 검색서비스를 구현하였다.



▪ 인스턴스 검색

<그림 6>은 RAM의 인스턴스인 'DDR 삼성 256M PC3200'을 검색한 화면을 보여준다. 온톨

owl:ObjectProperty, owl:Restriction과 같은 OWL vocabulary를 검색하여 'virtual memory'로 명명된 속성과 관련된 공변역(domain)과 변역(range)을 찾는다.



<그림 6> 인스턴스 검색의 예

로지 검색 모듈로부터 인스턴스와 인스턴스에 해당하는 핵심 용어로 정의된 클래스 이름이 온톨로지 정보로 추출된다. 추출된 RAM 클래스의 이름은 KEM 검색 모듈에 넘겨져 KEM DB의 ontology, related\_ontology 필드와 비교하여 매칭 검색을 수행한다.

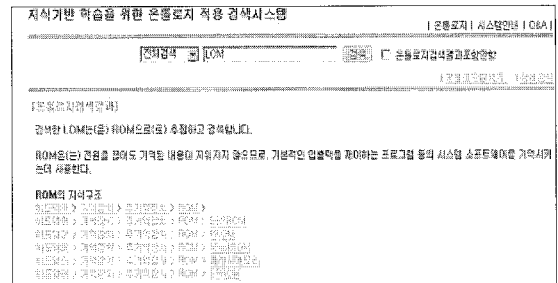
핵심용어 검색 과정과 마찬가지로 온톨로지 지식 구조와 KEM 검색 모듈의 검색 정보는 사용자 인터페이스에 반환되어 <그림 6>과 같은 화면을 보여지게 된다.

▪ 속성 검색

속성은 각 개념과 개념을 연결하는 것으로 예를 들어, 'virtual memory'를 검색어로 입력했을 때, 온톨로지 상에 표현된 'virtual memory'라는 속성을 갖는 모든 클래스들을 검색한다. 이때 온톨로지 검색모듈은 owl:DatatypeProperty,

▪ 철자 오류 검색

<그림 7>은 잘못 입력된 키워드에 대한 검색을 보여준다. 사용자가 잘못 입력한 철자오류인 'LOM'에 대해 온톨로지 검색모듈이 추출한 온톨로지 정보는 온톨로지에 정의된 클래스 이름인 'ROM'으로 추정하며, 'ROM'에 대한 온톨로지 정보와 KEM DB 정보를 검색하여 사용자에게 보여준다



<그림 7> 철자 오류 검색의 예

## 7. 결 론

웹의 빠른 기술 발전이 정보가 생명인 정보화 사회를 이끌어 간다고 해도 과언은 아닐 것이다. 그러나 현재의 웹의 모습으로는 사용자가 웹상의 수많은 자료 중에서 의미 있는 정보를 정확하고, 신속하게 검색하는 것은 쉽지 않다. 이는 웹이 수많은 자료를 가지고 있긴 하지만, 사람처럼 이 자료가 무엇인지를 이해하는 지능은 가지고 있지 않기 때문이다.

그 한 예로써 현재 중앙교육학습센터의 검색 방법은 메타데이터인 KEM에 기반한 검색으로, 이것은 사용자가 입력한 검색어와 각 자료에 기술된 메타데이터와의 키워드 매칭에 의한 검색 방법이다. 그러나 이 검색방법은 아무리 사용자가 찾고자 하는 정보와 연관된 자료일지라도 그 자료에 대해 기술된 메타데이터와 검색어가 서로 매칭되는 부분이 없다면 결과로 검색되지 않는다는 단점이 있다.

이에 본 연구에서는 KEM으로 통합, 공유된 교육자료 검색시스템의 상위 단계에 시맨틱 웹의 온톨로지를 구축하여 해당 교과가 갖고 있는 지식을 컴퓨터에 표현하고, 이 지식구조에 기반하여 사용자에게 보다 정확하고 풍부하게 자료를 검색하여 자기주도적인 e-Learning 학습을 지원해줄 수 있는 검색 시스템을 설계 및 구현하였다.

본 연구는 질의어와 관련된 맥락적인 의미를 검색 엔진에 부여하여 사용자에게 부가적이거나 합당한 정보를 제공할 수 있음을 보여주고 있고, 향후 온톨로지의 교육도메인의 활용에 많은 시사점을 준다고 할 수 있다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김민정, 사회과 문제해결학습을 위한 온톨로지 구현, 한국컴퓨터교육학회 2005 하계 학술대회, 9(2), pp. 440-444, 2005
- [2] 김태중, 온톨로지를 이용한 지능적인 학습자 지원시스템. 한국컴퓨터교육학회 2005 동계 학술대회, 9(1), pp. 447-453, 2005
- [3] 오삼균, Web Ontology Language와 그 활용에 관한 연구, 데이터베이스연구회, 18(3), pp. 63-79, 2002
- [4] 정도현, 시소러스를 기반으로 한 온톨로지 시스템 구현에 관한 연구, 연세대학교 대학원 석사학위논문, 2003
- [5] 최종민, 시맨틱 웹의 개요와 연구동향, 정보과학회지, 21(3), pp. 4-10, 2003
- [6] 하영국, Information Retrieval System for the Semantic Web, CS774 Term Project Report, KAIST, 2003
- [7] 한국이러닝산업협회, e-Learning 관련 국제 표준화 조사, 2003, [online] <<http://www.kelia.org>>
- [8] Berners-Lee, Tim, Hendler, James and Lassila, Ora, The Semantic Web, Scientific American, May 2001, [online] <<http://www.sciam.com/article.cfm?articleID=00048144-10D2-1C70-84A9809EC588EF21>>
- [9] Baader, Franz, Calvanese, Diego, McGuinness, Deborah, Nardi, Daniele and Patel-Schneider, Peter. The Description Logic Handbook, Cambridge, pp. 9, 2003
- [10] ISO/IEC WG4, KEM(Korea Educational Metadata) Application in K-12 Education in Korea, 2005, [online] <[http://mdlet.jtc1sc36.org/doc/SC36\\_WG4\\_N0137.pdf](http://mdlet.jtc1sc36.org/doc/SC36_WG4_N0137.pdf)>
- [11] Night, C., Gasévić, D., Richards, G., An ontology-based framework for bridging learning design and learning content, Educational Technology and Society, 9(3), pp. 27-42, 2006
- [12] McGuinness, L., Deborah and Harmelen, van, Frank, OWL Web Ontology Language Overview, 2004, [online] <<http://www.w3.org/TR/owl-features/>>
- [13] Seol, Jinsung, Design of an Efficient OWL Query Model Using Query Ontology, Master thesis, pp. 49-52, 2006
- [14] Wang, Hei-Chia, Hsu, Chien-Wei, Teaching-Material Design Center: An ontology-based system for customizing reusable e-materials, Computer & Education, pp. 258-470, 2006

### 김 현 주



1994 광주중앙여자 고등학교 졸업  
 1999 전남대학교 전산학과 학사 졸업  
 2005 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

2005~현재 서울선린인터넷고등학교 재직 중  
 관심분야: 정보교육, 시맨틱 웹  
 E-Mail: khj3813@hotmail.com

### 김 태 영



1985 한양대학교 산업공학과  
 1990 Texas A&M University 컴퓨터과학과 (공학석사)  
 1994 Texas A&M University 컴퓨터과학과 (공학박사)  
 1994. 9.~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수  
 관심분야: 데이터베이스, 지식처리, 컴퓨터교육  
 E-Mail: tykim@knue.ac.kr

### 설 진 성



1994 서울교육대학교 졸업  
 2000 서울배봉초등학교 재직  
 2006 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)

2006~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육학과 박사과정 재학 중  
 관심분야: 교육정보 활용교육, 시맨틱 웹  
 E-Mail: sjs98ed@hanmail.net

### 최 현 종



1993 공주교육대학교 졸업  
 2001 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)  
 2005 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학박사)

2005~현재 서원대학교 컴퓨터교육과 교수  
 관심분야: 컴퓨터교육, 시맨틱 웹  
 E-Mail: blueand@seowon.ac.kr