

# RDF 기반의 학습 메타데이터 관리

이 영 석<sup>†</sup> · 조 정 원<sup>\*\*</sup> · 서 영 배<sup>\*\*\*</sup> · 박 정 환<sup>\*\*\*\*</sup> · 김 수 민<sup>\*\*\*\*\*</sup> · 최 병 옥<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## 요 약

웹이 보편화 되고 웹 기반 학습을 관리하고 제공해 주는 학습관리시스템이 늘어남에 따라 이제 학습자는 시공간에 제약을 받지 않는 학습 환경을 체험 할 수 있게 되었다. 하지만 기존의 학습 관리 시스템들은 적합한 학습을 제공하기 위해 유용하고 적합한 메타데이터를 사용하고 있지 않다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 학습관리 시스템에서는 학습자에게 다양한 학습 체험과 향상된 검색 능력을 제공할 수 있도록 학습자의 특성이나 많은 자원에 관한 학습 메타데이터를 자유롭게 정의하고 관리해야 할 필요가 있다.

본 논문에서는 학습관리시스템에서 부가적인 학습 메타데이터를 사용할 수 있도록 하기 위하여 시맨틱 웹의 기반이 되는 언어인 RDF(Resource Description Framework)를 이용한 검색 방법과 학습 메타데이터 제작하고 관리할 수 있는 방법을 두 가지 형태로 제안하였다. 차세대 메타데이터 관리 방법을 통해 교수자는 빠르고 편리하게 차세대 학습 메타데이터를 작성하고 저장할 뿐 아니라 학습자에게 정확하고 확장된 검색방법을 제공한다.

키워드 : 시맨틱 웹, 학습 메타데이터, 학습 관리 시스템, RDF, LOM

## Management of Learning Metadata based on RDF

Youngseok Lee<sup>†</sup> · Jungwon Cho<sup>\*\*</sup> · Young-Bae Seo<sup>\*\*\*</sup> · Jung-Hwan Park<sup>\*\*\*\*</sup>  
SuMin Kim<sup>\*\*\*\*\*</sup> · Byung-Uk Choi<sup>\*\*\*\*\*</sup>

## ABSTRACT

Internet makes it possible to access anytime, anywhere learning and so many LMS(Learning Management Systems) serve web based learning. But LMS has not flexible and qualified metadata to offer customized learning. So we need extensible and flexible techniques which make it possible to define and share advanced learning metadata.

This paper presents an approach for implementing advanced learning metadata in LMS using RDF and the Semantic Web language. So we will first sketch the learning scenario in Semantic Web environment and structure of metadata management. Next we suggest two types of RDF authoring tool and search RDF documents. Advanced metadata management techniques enables the organization of learning materials around small pieces of semantically annotated learning objects. With these metadata learner can customize learning courses, improve retrieval performances.

Key Words : Semantic Web, Learning Metadata, Learning Management System, Resource Description Framework, Learning Object Metadata

## 1. 서 론

웹이 보편화 되고 웹 기반 학습을 제공하는 시스템이 늘어남에 따라 학습자는 언제, 어디서나 웹을 통한 학습을 할 수 있는 환경이 마련되었다. 하지만 아직까지 웹 기반 학습을 제공하는 학습관리시스템들이 제공하는 학습은 학습자의 취향이나 능력에 상관없이 정형화 된 콘텐츠를 일방적으로

제공하는 형태이다[1]. 학습자가 인터랙티브하고, 자신의 선호도와 수준에 맞는 콘텐츠를 자유롭게 탐색하고 학습하기 위해서는 현재의 학습 메타데이터를 확장하고, 학습자 정보와 학습 콘텐츠의 정보를 자유롭게 정의하고 기술할 수 있는 학습 메타데이터 관리 기법을 학습관리시스템에 적용할 필요가 있다.

시맨틱 웹은 지식이나 정보, 개념을 표현하고 공유할 수 있는 방법을 제공하는 기술로서 지능적인 에이전트나 지식 관리 기술이 요구되는 분야에 적합하다[2]. 이러한 시맨틱 웹의 특징들은 학습관리시스템의 요구사항을 만족시키는 기반이 될 수 있다. 즉 학습 메타데이터를 시맨틱 웹의 언어인 RDF(Resource Description Framework)를 사용하여 서

† 준 회 원 : 한양대학교 전자통신컴퓨터공학과 박사과정

\*\* 종신회원 : 제주대학교 컴퓨터교육과 전임강사(교신저자)

\*\*\* 준 회 원 : 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 차세대담당팀

\*\*\*\* 정 회 원 : 제주대학교 교육학과 전임강사

\*\*\*\*\* 정 회 원 : 원광대학교 강사

\*\*\*\*\* 정 회 원 : 한양대학교 정보통신대학 정보통신학부 교수

논문접수 : 2005년 9월 7일, 심사완료 : 2006년 1월 24일

술하고, 이를 바탕으로 검색과 추론을 통하여 보다 지능화된 서비스를 자동으로 제공할 수 있다[3, 4].

시맨틱 웹에 기반한 학습 메타데이터는 학습 자원의 의미와 학습 맥락, 학습 코스내의 학습 자원을 구조화 한 정보와 학습자의 정보, 학습관리시스템에서 원하는 정보를 기술할 수 있는 자유로운 메타데이터 기술 언어를 제공할 뿐 아니라 표준화 된 형식으로 다른 학습관리시스템의 학습 메타데이터를 공유함으로써 광범위한 지식 네트워크를 구축할 수 있다[5]. RDF 파일을 처리해서 얻어진 정보와 학습 메타데이터 제작도구를 통하여 작성된 학습 메타데이터는 내·외부 학습관리시스템의 질의를 처리하는 RDF 저장소에서 관리된다. 학습자는 학습관리시스템 내부의 메타데이터와 공유된 메타데이터를 통합 검색함으로써 다양한 학습 콘텐츠를 체험할 수 있다.

본 논문에서는 학습 메타데이터에 의미적, 주관적 정보를 표현하고 확장성과 연결성을 확보할 수 있도록 하기 위하여 RDF를 이용한 학습 메타데이터 제작과 관리, 검색 방안을 제안한다. 웹에서 주로 사용되는 RDF 문서는 태그 언어의 형태로 작성되며 태그 언어의 특성상 문서를 작성하면서 현재까지 작성된 의미 구조를 파악하기 쉽지 않다. 이러한 단점을 보완하기 위하여 논문에서 제시하는 학습 메타데이터 제작도구는 그래프 형태의 인터페이스와 문서제작환경을 제공함으로써 RDF 문서를 손쉽게 작성하고 작성된 문서를 관리할 수 있도록 하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 차세대 학습 메타데이터

메타데이터는 특정한 자원이 가지는 속성이나 특징, 다른 자원과의 관계를 표현하는 구조화 된 데이터이다. 메타데이터는 자신이 기술하는 자원과는 독립적으로 존재할 수 있으며, 자원을 관리하거나 검색하기 위한 기초가 되는 데이터로 사용된다[6]. 교육의 분야에서는 다양한 학습 객체의 효과적인 관리와 재사용을 위하여 부가적인 메타데이터를 필요로 한다. 일반적으로 학습 객체는 그 자체로도 수행가능하며 다른 곳에서도 참조 가능하도록 세분화 된 단위로 제작되므로 학습 객체에 대한 메타데이터가 적절히 기술되어 있을 경우 학습관리시스템 간에 학습 객체를 공유하고 재사용 할 수 있는 이점이 있다[1].

학습 메타데이터는 자원의 특징에 대한 정보와 교육정보를 위주로 표현하며 Dublin Core, LOM(Learning Object Metadata)과 같은 상위 수준의 메타데이터를 XML(Extensible Markup Language) 문법을 사용하여 표현하고 있다[7, 8]. 최근에는 의미적, 주관적 정보를 메타데이터에 추가하여 사용하고 있으며, 차세대 학습 메타데이터는 주관성, 분산성, 연결성을 구현하는 것을 특징으로 하며, 이를 표현하고 처리하기 위하여 시맨틱 웹과 같은 기술을 활용하는 연구들이 진행되고 있다[3, 4, 9].

### 2.2 LOM과 KEM

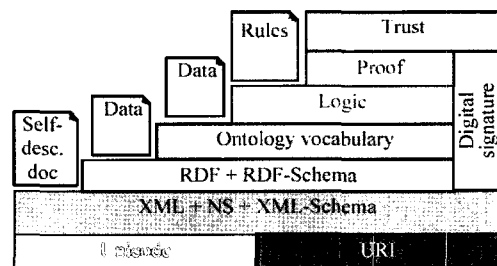
LOM은 IEEE LTSC(Learning Technology Standards Committee)와 IMS[10], ARIADNE[10]에 의해서 제정되었으며 학습 메타데이터의 표준으로 사용되고 있다. LOM은 학습 객체에 대한 메타데이터 인스턴스의 구조를 정의하는 개념적인 데이터 스키마로서 학습자나 교수가 학습 객체를 검색하고 공유할 수 있도록 해준다[10]. LOM은 General Category, Lifecycle Category, Meta-metadata Category, Technical Category, Educational Category, Rights Category, Relation Category, Annotation Category, Classification Category의 9개의 범주로 구분되어 있다[11].

KEM(Korea Educational Metadata)은 국내에서 사용되는 학습 메타데이터의 표준을 정함으로써 서로 다른 학습관리시스템 간에 메타데이터 상호 호환성을 확보하기 위하여 제정된 메타데이터 셋이다. 한국교육학술정보원에서는 2002년 7월에 국제 표준인 LOM을 기반으로 함으로써 국제표준을 지향하면서 국내의 교수-학습환경을 고려한 요소를 추가하여 KEM Ver 2.0을 제작하였다. KEM에서는 eLearnng 표준화 로드맵을 통해 기존의 학습관리시스템이 가진 한계점을 극복하기 위한 기술들과 메타데이터를 표준화하고, 추가로 정의해 나갈 것임을 밝히고 있다. 또한 시맨틱 웹을 통하여 학습 메타데이터를 기술하고 관리함으로써 빠르고, 즉각적이고, 최적화된 학습을 지원한다[1].

### 2.3 시맨틱 웹과 RDF

시맨틱 웹은 웹 상에 존재하는 자원이나 표현하고자 하는 정보에 의미를 부여함으로써 기계가 표현된 의미를 해석하고 자동으로 처리할 수 있도록 하기 위한 기술이다[12]. 또한 시맨틱 웹은 자원이나 정보, 개념 등을 기술할 수 있는 정형화 된 방법을 제공한다. 이러한 특징으로 시맨틱 웹은 자동화 된 에이전트나 서비스를 구성하기 위한 중요한 기반 기술이 될 수 있으며, 지식의 표현과 관리, 검색, 추론이 중요한 분야에서 표준화 된 방법으로 주목을 받고 있다[2, 3, 9]. (그림 1)은 시맨틱 웹의 계층 구조를 나타낸다.

현재는 XML, RDF, RDF 스키마, 온톨로지, Logic 순으로 계층구조를 설정하여 연구가 진행 중이다. RDF는 XML이 가진 의미 표현의 한계를 극복하기 위하여 제시된 시맨틱 웹의 기반구조로서 XML의 문법을 이용하여 표현될 수 있다[13].



(그림 1) 시맨틱 웹의 계층 구조

RDF는 자원과 특성, 서술문의 개념으로 구성이 되며 각 자원과 특성에 대한 유일한 구분자로 URI(Universal Resource Identifier)를 사용한다. RDF는 어떤 자원이 가진 특성과 그 값의 형태로 나타내는 서술문을 기본 단위로 하며 이를 A(O, V) 형태로 나타낸다. 즉 RDF의 기본 모델은 이러한 세 요소의 쌍을 RDF Triple이라 한다. RDF Triple은 XML을 기본문법으로 표현하거나, 그래프 형태로 나타낼 수 있다[13].

RDF 스키마는 RDF에서 사용된 속성과 객체에 대한 정의나 사용상의 제약을 기술하는 역할을 한다. RDF 스키마 역시 XML을 사용하여 표현되며 W3C에서 그 문법과 최상위 클래스와 속성을 정의하여 제공하고 있다[8, 14, 15].

### 3. RDF 기반의 학습 메타데이터 관리

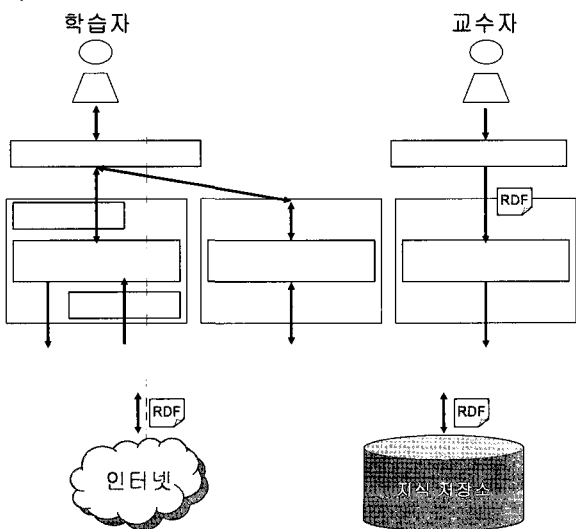
#### 3.1 RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구의 구성도

RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구의 구성도는 (그림 2)와 같다.

교수자는 교육 전문가로서 학습 메타데이터 제작 단계에서 학습 콘텐츠의 물리적인 자원에 대한 정보와 일반적인 교육학적 정보, 학습 자원의 의미, 학습 맥락, 학습 자원의 구조화 정보를 RDF로 제작하여 학습관리시스템에 전송한다.

학습자는 추론 서버를 통하여 학습 메타데이터를 탐색하거나 검색할 수 있다. 메타데이터 검색 과정에서는 학습자가 입력한 질의를 추론 서버로 전송하고 추론 서버에서는 전송된 질의를 바탕으로 학습관리시스템의 지식 저장소와 인터넷을 통해 외부 저장소를 검색하게 된다. 이렇게 수집된 결과는 학습관리시스템에 이미 등록된 학습자에 대한 메타데이터를 참조하여 학습자에게 가장 적합한 순서로 정렬되어 제시된다.

학습 메타데이터 탐색 과정에서는 학습자 자신이 보다 세부적인 검색 조건으로 학습 메타데이터를 탐색할 수 있다. 학습 메타데이터 탐색 과정은 학습자에게 개인화된 검색 결



(그림 2) RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구의 구성도

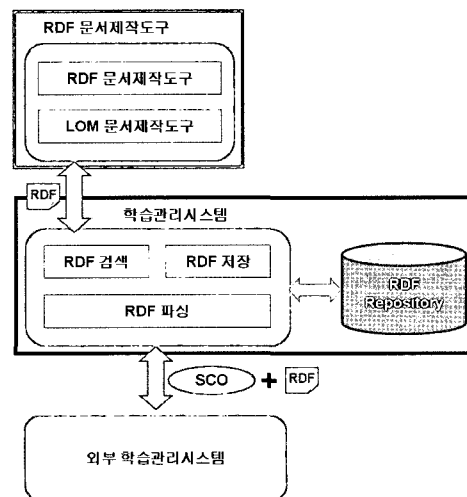
과보다는 학습자에게 보다 다양하고 정확한 결과를 제공해주며 학습자가 보다 능동적으로 학습 콘텐츠를 발견하고 학습할 수 있도록 한다.

#### 3.2 RDF를 이용한 학습 메타데이터 관리

시맨틱 웹 기술을 이용해서 학습 메타데이터를 관리하기 위해서는 RDF로 학습 메타데이터를 서술하는 방법과 RDF로 표현된 학습 메타데이터를 관리하고 외부 학습관리시스템과 공유하는 방법을 정의하여야 한다. 이러한 학습 메타데이터의 관리를 위한 시스템 구조는 (그림 3)과 같다.

학습관리시스템이 관리하는 학습 메타데이터는 관리자에 의해서 직접 작성되는 메타데이터와 외부 학습관리시스템에 존재하는 메타데이터로 구분한다. RDF 문서제작도구는 교수자가 RDF 문서를 직접 작성하는 경우 보다 빠르고 간편하게 RDF 문서를 생성할 수 있도록 RDF 문서제작도구와 LOM 문서제작도구를 제공한다. 또한 외부에 존재하는 학습 메타데이터에 접근하기 위해서 SCO에 포함될 수 있는 RDF 문서를 정의하고, 이 문서에서 학습 콘텐츠를 제작한 학습관리시스템의 학습 메타데이터 저장소에 접근할 수 있는 정보를 포함할 수 있도록 하였다. 학습관리시스템에서는 관리자가 제작한 학습 메타데이터와 SCO를 통해 들어온 외부 학습관리시스템의 접근 정보를 RDF 저장소에서 통합 관리한다. RDF 저장소는 학습 메타데이터를 저장하는 별도의 모듈로서 내·외부 학습관리시스템의 질의를 처리하여 전송하고 학습 메타데이터를 검색할 수 있는 외부의 시스템에 대한 접근 정보도 함께 가지고 있다.

네트워크상에서 일반적으로 사용되는 RDF 문서는 태그 형식의 텍스트 파일이다. 따라서 학습 메타데이터 제작자는 RDF 문서를 작성할 때 RDF에 대한 사전 지식이 필요하며, 복잡한 RDF 태그를 해석해야 하는 어려움이 있다[5]. 특히 XML이 나타내는 엘리먼트 간의 계층구조와 RDF 구문이 가진 의미구조는 별개이므로 사용자는 RDF 태그를 작성할 때 현재까지 작성된 의미 구조를 숙지하고 있어야 한다.



(그림 3) 학습 메타데이터 처리 구조

교육 전문가들은 이러한 사항에 대한 어려움을 가질 수 있으므로, 본 논문에서는 학습 메타데이터 작성과정의 시간과 노력을 절감하기 위하여 그래프와 트리 기반의 인터페이스를 제공하는 RDF 문서제작도구와 LOM 문서제작도구를 제안하고, 작성된 학습 메타데이터를 외부 학습관리시스템과 공유, 검색하기 위하여 학습 자원 공유를 위한 표준인 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)에 학습 메타데이터를 함께 공유할 수 있는 방안을 제시하였다.

#### 4. 학습 메타데이터 관리 도구의 인터페이스

##### 4.1 학습 메타데이터 제작 도구

학습 메타데이터 제작자는 RDF 문서를 제작할 때 이미 입력된 구문에 대한 구조를 계속 파악하고 있어야 하는 부담을 가지게 되며, 결과적으로 문서 작성에도 많은 시간과 노력이 소요된다[16, 17]. 학습 메타데이터 제작도구는 이러한 단점을 극복하고 편리하게 RDF 문서를 작성할 수 있는 환경을 제공한다. 학습 메타데이터 제작도구는 RDF 기본 모델인 객체, 속성, 대상을 기본 입력 단위로 한 RDF 문서 제작환경과 문서에 사용된 자원과 의미 구조를 쉽게 파악할 수 있도록 한다. 학습 메타데이터 제작도구는 제작하고자 하는 학습 메타데이터의 종류에 따라 RDF 문서제작도구와 LOM 문서제작도구로 구분된다.

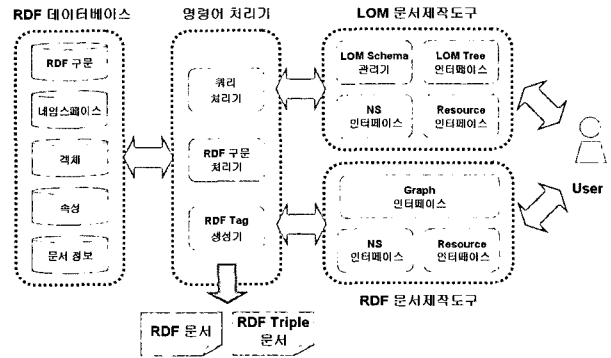
LOM 문서제작도구는 LOM 트리 인터페이스를 기반으로 하여 사용자가 LOM RDF 문서를 제작하게 해준다. LOM 문서제작도구는 LOM에서 정의한 9개의 카테고리과 세부항목들을 트리 형태의 인터페이스로 제공하고, 사용자가 각 항목을 선택할 경우 항목에 대한 설명과 데이터 타입, 사용가능한 객체들을 선택할 수 있게 해준다. LOM의 9개의 카테고리과 사용가능한 자원에 대한 정보는 RDF Schema로 표현되어 있으며, RDF 데이터베이스에 저장되어 사용자가 특정 항목을 선택할 경우 해당 데이터를 제공하는 역할을 한다.

RDF 문서제작도구는 학습 콘텐츠의 의미를 기술하거나 학습 맥락, 학습 콘텐츠의 구조 정보를 표현하기 위하여 사용될 수 있으며, 문서 내용에 대한 제한이 없이 자유롭게 RDF 문서를 제작할 수 있도록 지원한다. 특히 메타데이터 제작자가 작성중인 문서의 의미 구조를 직관적으로 파악할 수 있도록 하기 위하여 그래프 형태의 인터페이스를 제공한다. RDF 문서제작도구는 LOM과 DC, RDF, RDF Schema에서 사용되는 자원과 특성들을 분류하여 리스트로 제공하며, 사용자가 입력한 자원과 특성을 별도로 관리하여 사용할 수 있도록 한다.

##### 4.2 학습 메타데이터 관리 도구의 동작 구조

다음 (그림 4)는 학습 메타데이터 관리 도구의 동작 구조를 도식화 한 것이다.

학습 메타데이터 관리 도구는 학습 메타데이터 제작도구와 명령어 처리기, RDF 저장소를 이용하여 기존의 학습관



(그림 4) 학습 메타데이터 관리 도구의 동작 구조

리시스템에 RDF 메타데이터 처리 능력을 더하였다[16, 18]. LOM 문서제작도구는 LOM 트리, 리소스, 네임스페이스를 관리하는 모듈과 여기에 사용되는 스키마를 관리하는 모듈로 구성된다. RDF 문서제작도구는 그래프, 리소스, 네임스페이스를 관리하는 모듈로 구성된다. 각각의 문서제작도구에서 전달된 사용자 입력은 명령어 처리기에 의해서 RDF 구문으로 변환된다.

명령어 처리기는 사용자의 입력을 바탕으로 RDF 구문을 생성하고 저장하는 역할을 한다. RDF 구문 처리기는 사용자의 입력을 RDF Triple로 변환시켜주는 역할을 하고, 이미 입력된 구문과 중복되는 구문이 아닌지, 이미 사용 중인 객체나 속성의 존재 여부를 검사하게 된다. 중복된 구문에 대해서는 에러코드를 발생하고, 중복된 객체나 속성이 있을 경우에는 동일한 객체나 속성으로 인식하여 처리한다. 쿼리 처리기는 RDF 저장소에 RDF 문서를 저장하거나 RDF Schema, 객체와 속성을 검색할 때 해당 질의문을 생성하고 전송하는 역할을 한다. RDF 태그 생성기는 사용자가 작성한 RDF 구문을 RDF 태그로 변환시켜준다.

RDF 저장소는 RDF 문서를 RDF Triple 구조로 저장하고 각 구문에 사용된 객체와 속성, 네임스페이스에 대한 정보를 저장한다. 또한 각 문서에 대한 정보와 외부 학습관리시스템의 접근 정보를 문서정보 테이블에 별도로 저장한다.

##### 4.3 구현 환경

본 논문에서 제안한 학습 메타데이터 관리 도구의 구현 환경은 <표 1>과 같다.

<표 1> 학습 메타데이터 관리 도구의 구현 환경

기능 구분	Hardware	Software
LMS	Intel P-3 866 MHz 512 MB RAM 80G HDD	Windows 2000 server JDK 1.4.2 Sample RTE v1.2.2 Jakarta-Tomcat v4.1.24
학습 메타데이터 제작도구	상동	Visual C++ 6.0 MSXML 4.0 Access 2000
RDF 저장소	상동	Access 2000 Sesame v1.1

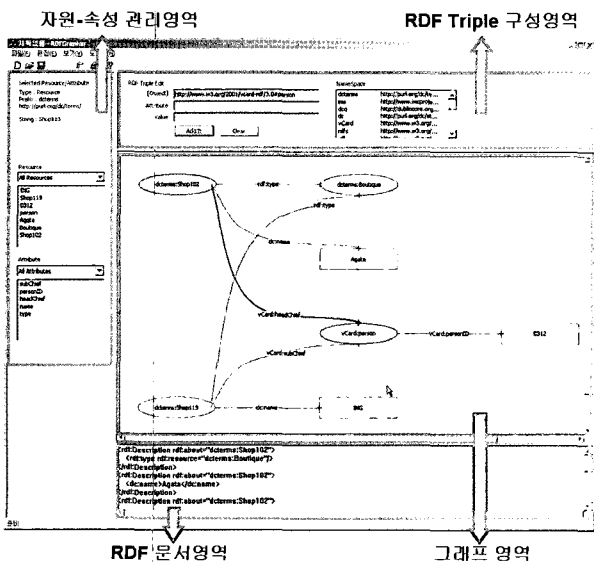
학습관리시스템은 Windows 2000 server 환경에서 ADL 이 제공하는 Sample RTE (Run-Time Environments) v1.2.2[19]를 이용하여 구현하였다. Sample RTE는 SCORM 이 제시하는 요구사항을 모두 구현하여 SCORM 콘텐츠를 시험할 수 있도록 해주는 단순화 된 환경이다. 학습 메타데이터 관리 도구는 Sample RTE 위에 SCO(Sharable Content Object)에 포함된 RDF 문서의 관리를 위한 모듈을 추가로 탑재하고, 기존의 코드 일부를 수정하여 사용하였다. Sample RTE는 Java 기반 웹 서버인 Jakarta-Tomcat 서버를 사용하고 JSP와 Servlet으로 작성되어 있으며, 학습 콘텐츠 관리를 위한 데이터베이스로 Access 2000을 사용한다.

학습 메타데이터 제작도구는 Visual C++ 6.0으로 작성하였으며 내부적으로 객체와 속성, RDF 구문을 관리하기 위하여 Access 2000 데이터베이스를 사용한다. RDF 문서의 파싱과 RDF 문서 작성을 위해서 MSXML 4.0이 사용되었다. RDF 저장소는 MySQL을 기반으로 한 Sesame v1.1[5]을 이용하여 구현하였으며 학습관리시스템과는 독립적인 모듈로 동작함으로써 내·외부 학습관리시스템의 질의에 동일하게 대응한다. RDF 저장소는 HTTP request/response를 통한 RDF 질의 처리를 기본으로 하며 SOAP을 이용한 RDF 질의 처리를 지원한다.

#### 4.4 RDF 문서제작도구의 인터페이스

RDF 문서제작도구의 인터페이스는 (그림 5)와 같다.

RDF 문서제작도구의 인터페이스는 그래프 영역, RDF Triple 구성영역, RDF 문서영역과 자원·속성 관리영역으로 구분된다. 그래프 영역은 사용자가 작성한 RDF 문을 그래프로 변환시켜 의미구조를 시각적으로 확인할 수 있도록 해준다. 그래프 영역은 각 자원을 나타내는 도형과, 자원 사이의 속성을 나타내는 아크로 RDF 문을 표현한다. 즉 그래프에서 아크로 연결된 두 개의 도형이 하나의 RDF 문을 나



(그림 5) RDF 문서제작도구의 인터페이스

타낸다. 사용자가 입력한 RDF 구문에서 객체나 값이 이미 사용된 자원일 경우 하나의 자원이 관계를 추가하는 것을 의미하며 이런 경우는 하나의 도형에서 하나 이상의 아크가 연결되는 형태로 표현된다. 사용자는 그래프 영역에서 도형과 아크를 선택함으로써 해당 자원과 속성의 상세한 정보를 볼 수 있으며, 선택만으로 입력창으로 전송할 수 있으므로 직접 입력하지 않고 RDF 구문을 작성할 수 있다.

RDF Triple 영역은 RDF 기본 모델을 바탕으로 RDF 문을 추가할 수 있도록 해준다. RDF Triple 영역은 객체, 속성, 대상 입력창과 네임스페이스 리스트를 제공하며 각 입력창에 사용자가 직접 문자열을 입력하거나 그래프 영역, 자원과 속성 관리영역에서 선택한 값을 자동으로 입력받을 수 있다. 입력된 구문은 중복 구문이 있는지를 판별하는 과정을 거치고, 사용된 자원과 속성을 자원과 속성 관리영역에 갱신한 다음 그래프 영역에 표시된다.

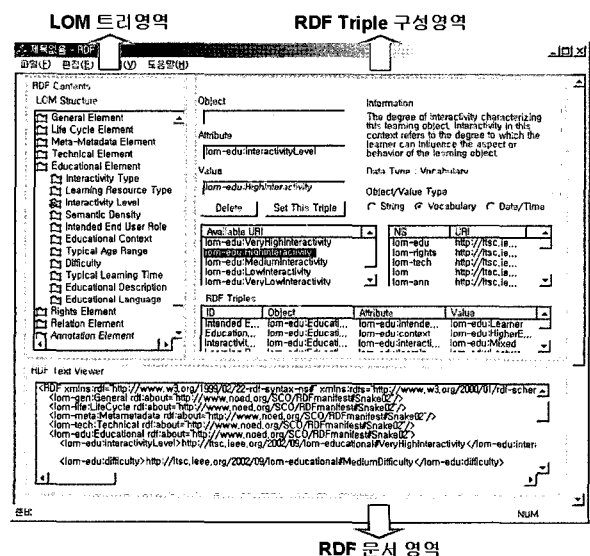
RDF 문서영역은 작성된 RDF 문을 RDF 태그로 변환한 내용을 보여주며, 사용자가 RDF 문을 추가할 때 자동으로 해당 태그를 생성한다. RDF 문서영역에 표시되는 태그는 실제 저장되는 RDF 문서와 일치한다.

자원과 속성 관리영역에서는 문서에 사용된 자원과 속성 리스트와 다양한 표준안에서 제공하는 자원과 속성 리스트, 사용자가 선택한 대상에 대한 상세정보를 제공한다. 이 영역에서는 LOM, DC, RDF, RDF Schema에서 제공하는 자원과 속성리스트를 제공하며, 해당 자원과 속성을 선택할 경우 입력창에 자동으로 전송된다. 이를 통해 자원과 속성의 리스트를 관리하고 선택할 수 있다.

#### 4.5 LOM 문서제작도구의 인터페이스

LOM 문서제작도구의 인터페이스는 (그림 6)과 같다.

LOM 문서제작도구는 크게 LOM 트리영역과 RDF Triple 구성영역, RDF 문서영역으로 구분된다. LOM 트리영역에서는 LOM에서 정의한 9개 카테고리과 세부항목을 트리형태로



(그림 6) LOM 문서제작도구의 인터페이스

제공하며, 여기서 각 항목을 선택하여 해당 항목에 대한 RDF 문을 작성할 수 있다. 사용자는 상위의 9개 카테고리에서 하나를 선택할 경우 각 카테고리에 속한 세부 항목과 정보를 볼 수 있다. 세부 항목이 선택되었을 경우에는 각 항목에 대한 RDF 문을 완성할 수 있도록 RDF Triple 구성 영역이 갱신된다.

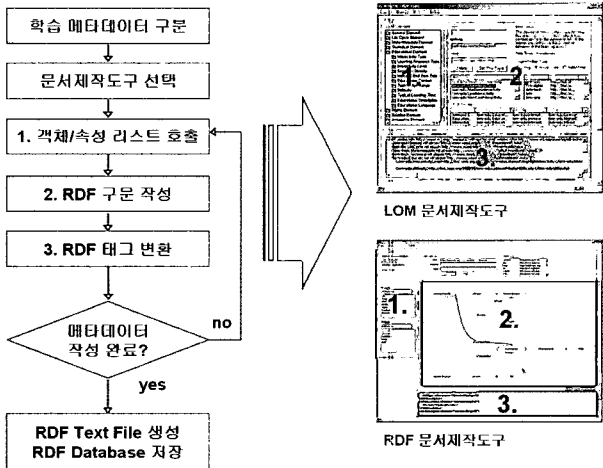
RDF Triple 구성영역은 실제 RDF 문을 완성하는 영역으로 LOM 트리영역에서 선택된 항목에 대한 설명과 사용 가능한 데이터 타입을 출력하고 선택 가능한 자원, 네임스페이스를 리스트로 제공해준다. RDF Triple 구성영역에서 출력되는 정보와 리스트는 선택된 항목에 대한 LOM RDF Schema에서 추출된 정보에 의해 갱신된다. LOM 트리영역에서 항목을 선택할 경우 객체와 속성 값은 자동으로 입력이 된다. 선택한 항목의 데이터 타입이 Vocabulary일 경우 해당 항목은 이미 정의된 자원 중에서 하나를 선택하여 입력할 수 있으며 그 외의 경우에는 네임스페이스 리스트와 출력된 정보를 참조하여 직접 입력하여 RDF 문을 작성할 수 있다. 완성된 RDF 문을 입력하면 RDF Triple 리스트에 추가 되고, 추후에 해당 항목을 선택할 경우 이미 입력된 내용을 출력해준다.

RDF 문서영역에서는 추가된 RDF 문을 RDF 태그로 변환하여 보여준다. RDF 문서영역에 출력된 태그는 RDF 문서로 저장하거나 데이터베이스에 저장할 수 있다.

4.6 RDF 문서제작 과정

학습 메타데이터 제작도구는 객체와 속성, 대상을 하나의 문으로 인식하는 RDF Triple 구조를 기본 단위로 처리한다. RDF 문서제작과정은 RDF 기본 모델을 계속 추가해 나가는 과정으로 객체, 속성, 대상 입력창에 해당 값을 입력하면 RDF Triple 리스트가 갱신되고 해당 RDF 태그가 자동으로 생성된다.

(그림 7)은 RDF 문서 제작 과정을 나타내는 순서도이다. 학습 메타데이터 제작도구의 동작 방식은 다음과 같다. 먼저 초기화 단계에서 사용자는 작성하고자 하는 문서의 종류



(그림 7) RDF 문서제작과정

를 구분하고, 해당하는 문서제작도구를 실행한다. 문서제작도구는 초기화 단계에서 사용가능한 자원과 특성을 가져와 리스트로 사용자에게 보여준다. 사용자는 제시되는 자원이나 특성을 선택하거나 새로운 자원과 특성을 입력함으로써 RDF Triple을 완성할 수 있다. 완성된 RDF Triple은 문서제작도구에 입력되고 자동으로 RDF 태그로 변환되어 그 결과를 RDF 문서와 그래프로 사용자에게 제시한다. 새로 입력된 자원이나 특성이 발견될 경우 문서제작도구는 해당 자원과 특성을 분류하여 갱신한다. 이러한 과정은 RDF 문서가 완성될 때 까지 반복되어 최종적으로 RDF 파일이나 RDF Triple 파일 또는 데이터베이스에 저장할 수 있다.

5. RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구의 분석

본 논문에서 구현한 RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구와 이와 유사한 다른 시스템들의 성능을 정성적으로 비교 및 분석하면 <표 2>와 같다.

IsaViz[20]은 RDF 모델을 탐색하고 저작하기 위한 목적으로 개발된 도구이다. IsaViz는 그래프 내에서 자원을 탐색하는 기능을 제공하며 자원들을 종류에 따라 다양한 형태의 노드로 표현이 가능하지만 각 노드를 그리거나 편집하기 쉽지 않아 RDF 관련 문서 제작이 불편하다는 문제점을 가지고 있다. Protégé-2000[21]은 온톨로지와 같은 지식 관리 언어를 표현하고 관리하기 위한 도구로 개발되었으며, 다양한 플러그인들을 통해 기능이 추가된다. 하지만 Protégé-2000은 RDF 저작보다는 온톨로지 저작에 목적을 두고 있기 때문에 RDF를 이용하여 웹 자원을 기술하기에는 복잡한 입력 작업과 제약이 따르게 된다.

본 논문에서 제안하는 RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구는 Protégé-2000에 비해서 교육용 웹 자원에 적합한 학습 메타데이터를 효율적으로 제작 및 관리하기 위한 RDF 구문을 그래프로 표현해 줄 뿐만 아니라, 사용자가 그래프 방식의 입력을 할 경우 자동적으로 RDF 구문을 생성할 수 있는 인터페이스를 구성하여 쉽고 간편한 입력이 가능하도록 하였다. 또한 자체 DB를 이용한 자원 관리를 지원함으로써 RDF 문서 제작의 효율을 높이고 있다. 또한 IsaViz나 Protégé-2000에 비해 교육용 메타데이터를 제작하기 위한 관련 네임스페이스와 사용가능한 자원을 제공함으로써 학습 메타데이터의 작성에 특화되어 있다고 할 수 있다.

<표 2> RDF 기반의 학습 메타데이터 관리 도구의 성능 분석 결과

관리도구	기능	그래프 표현	자원 관리	RDF export	RDF DB
IsaViz		△	×	○	×
Protégé-2000		△	○	○	○
RDF 문서제작도구		○	○	○	○

## 6. 결 론

현재 웹 기반 학습을 제공하는 학습관리시스템은 학습자에게 개인화 된 학습 콘텐츠를 제시하지 못하고 제공되는 콘텐츠도 제한적인 단점이 있다. 이러한 단점을 개선하기 위해서는 학습 콘텐츠의 다양한 정보와 학습관리시스템이 요구하는 학습 메타데이터를 자유롭게 표현할 수 있는 표준적인 메타데이터 관리 기법이 필요하다. 시맨틱 웹은 이러한 차세대 메타데이터를 표현하고 관리하기 위한 표준적인 방법으로 유용하게 활용될 수 있다.

본 논문에서는 현재의 학습관리시스템에서 사용하는 학습 메타데이터를 주관적, 의미적이며 자유로운 표현이 가능한 차세대 학습 메타데이터로 전환하기 위하여 시맨틱 웹의 기반언어인 RDF(Resource Description Framework)를 이용하였다. 여기에 학습관리시스템에서 제작된 학습메타데이터를 외부의 학습관리시스템과 공유하여 검색능력을 향상하기 위한 학습메타데이터 관리 방법을 제시하였다.

특히 텍스트 형태의 RDF 태그가 가진 복잡함으로 인하여 문서 제작시 사용자가 현재 작성된 의미 구조의 파악이 힘들고 사용된 객체와 속성을 관리하기 힘든 점을 개선하기 위하여 그래프 기반의 RDF 문서제작도구와 트리기반의 LOM(Learning Object Metadata) 문서제작도구를 지원한다. 또한 학습 메타데이터 공유를 위하여 학습 콘텐츠 공유를 위한 표준안인 SCORM(Sharable Content Object Reference Model)에 학습 메타데이터 공유를 위한 방법을 정의하고, 이를 통하여 외부 학습 메타데이터를 검색이 가능하도록 제안하였다.

RDF를 이용한 학습 메타데이터 관리 방법을 통하여 교수자는 빠르고 편리하게 차세대 학습 메타데이터를 작성하고 저장할 뿐 아니라 학습자에게 정확하고 확장된 검색방법을 제공하고, 다양하고 개인화 된 학습 체험이 가능하게 해준다. 향후 연구로는 RDF의 상위언어인 온톨로지를 이용한 학습 메타데이터 추론 엔진에 관련된 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

- [1] 서영석, 조용상, 김연희, "e-Learning 표준화 로드맵", 한국교육학술정보원, 2003.
- [2] 최중민, "시맨틱 웹의 개요와 연구동향", 정보과학회지, 제21권 제3호, 2003.
- [3] Michael G. Panteleyev, Dmitry V. Puzankov, Pavel V. Sazykin, Denis A. Sergeev, "Intelligent Educational Environments Based on the Semantic Web Technologies," Proceedings of the 2002 IEEE International Conference on Artificial Intelligence Systems(ICAIS'02), 2002.
- [4] Nilsson, M., "The Semantic Web: How RDF will change learning technology standards," Centre for Educational Technology Interoperability Standards (CETIS), 2001.
- [5] Jeen Broekstra, Arjohn Kampman, and Frank van Harmelen "Sesame: A Generic Architecture for Storing and Querying RDF and RDF Schema," International Semantic Web Conference, 2002.
- [6] Dan Brickley, "The Power of Metadata," <http://www.openp2p.com/pub/a/p2p/2001/01/18/metadata.html>, 2001.
- [7] Dublin Core Metadata Initiative, "Dublin Core Metadata Initiative: a Simple Content Description Model for Electronic Resources," <http://purl.org/DC/>, 2004.
- [8] Knowledge Management Research Group, RDF binding of LOM Metadata, <http://kmr.nada.kth.se/el/ims/metadat a.html>, 2003.
- [9] Jan Brase, Wolfgang Nejd, "Ontologies and Metadata for eLearning," Springer Verlag, 2003.
- [10] IMS Global Learning Consortium, "IMS Enterprise Specification", <http://www.imsproject.org/specifications.html>, 2002.
- [11] F. Farance, J. Tonkel, "Draft Standard for Learning Object Metadata (LOM) specification," Proposed Draft 6.1, Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., [http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM\\_WD6-1\\_1\\_without\\_tracking.pdf](http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM_WD6-1_1_without_tracking.pdf), 2001.
- [12] Tim Berners-Lee, "What the Semantic Web can represent," <http://www.w3.org/DesignIssues/RDFnot.html>, 1998.
- [13] Decker S., Melnik S., van Harmelen F., Fensel D., Klein M., Broekstra J., Erdmann M., Horrocks I., "The Semantic Web: the roles of XML and RDF," Internet Computing, IEEE, Vol.4, 2000.
- [14] Ora Lassila, Ralph R. Swick., "Resource Description Framework (RDF) Model and Syntax Specification," W3C Recommendation, <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>, 1999.
- [15] W3C, RDFS website, <http://www.w3c.org/TR/rdf-schema>, 2004.
- [16] 서영배, 이영석, 조정원, 최병욱, "학습 콘텐츠의 제작과 공유를 위한 학습 메타데이터 관리 서비스 설계", 정보처리학회 춘계학술발표대회 논문집 제11권 제1호, 2004.
- [17] Alexandru Telea, Flavius Frasinca, and Geert-Jan Houben Eindhoven, "Visualisation of RDF(S)-based Information," <http://citeseer.ist.psu.edu/685990.html>, 2003.
- [18] 서영배, 이영석, 조정원, 최병욱, "학습 메타데이터의 작성과 검색을 위한 RDF 문서 관리 도구", 한국컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문집, 제8권 제2호, 2004.
- [19] Bohl O., Scheuhase J., Sengler R., Winand U., "The sharable content object reference model (SCORM) - a critical review," Proc. Intl Conf. Computers in Education, 2002.
- [20] Graph Stylesheets (GSS) in IsaViz, <http://www.w3.org/2001/11/IsaViz/gss/gssmanual.html>, 2005.
- [21] Protégé, <http://protege.stanford.edu/>, 2005.



**이영석**

e-mail : yslee38@mlab.hanyang.ac.kr  
1998년 서울교육대학교 초등교육과 (교육학사)  
2001년 서울교육대학교 컴퓨터교육과 (교육학석사)  
2003년~현재 한양대학교 전자통신 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야: 모바일 학습, 지능형 교육 시스템, 멀티미디어 콘텐츠 처리, 온톨로지



**박정환**

e-mail : edu114@cheju.ac.kr  
1992년 원광대학교 교육학과(교육학사)  
1994년 원광대학교 교육학과(교육학석사)  
2001년 한국교원대학교 교육학과 (교육학박사)  
2004년~현재 제주대학교 교육학과 전임강사

관심분야: WBI, e-Learning



**조정원**

e-mail : jwcho@cheju.ac.kr  
1996년 인천대학교 정보통신공학과 (공학사)  
1998년 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)  
2004 한양대학교 전자통신전파공학과 (공학박사)

2004년~현재 제주대학교 컴퓨터교육과 전임강사

관심분야: 멀티미디어 정보검색, 콘텐츠 처리 및 보안, 컴퓨터교육



**김수민**

e-mail : ksumin0115@naver.com  
1990년 전북대학교 지구과학교육과(학사)  
2000년 전북대학교 교육대학원 (교육학석사)  
2005년 원광대학교 교육학과(교육학박사)  
현재 원광대학교 강사

관심분야: e-Learning, 교수학습설계, 적응적학습



**서영배**

e-mail : youngbed.suh@samsung.com  
2003년 한양대학교 기계공학부(공학사)  
2005년 한양대학교 정보통신대학원 정보통신공학과(공학석사)  
2005년~현재 삼성전자 정보통신총괄 통신연구소 차세대단말팀

관심분야: 시맨틱 웹, 온톨로지, 멀티미디어 정보검색



**최병욱**

e-mail : buchoi@hanyang.ac.kr  
1973년 한양대학교 전자공학과(공학사)  
1978년 일본 경응의숙대학(KEIO) 전기공학과(공학석사)  
1981년 일본 경응의숙대학(KEIO) 전기공학과(공학박사)

1981년~현재 한양대학교 정보통신대학 정보통신학부 교수

2000년~2002년 한양대학교 총무처장

2002년~2004년 한양대학교 정보통신대학/대학원 학장/원장

관심분야: 영상처리, 멀티미디어 공학, 웹 기반 시스템