

# eLearning based on the Semantic Web

Ljiljana Stojanovic

ZI Research Center for Information Technologies  
at the University of Karlsruhe, 7 131 Karlsruhe, Germany

[Ljiljana.Stojanovic@fzi.de](mailto:Ljiljana.Stojanovic@fzi.de)

Steffen Staab

Institute AI B – University of Karlsruhe and Ontoprise GmbH  
7 128 Karlsruhe, Germany

[Staab@aifb.uni-karlsruhe.de](mailto:Staab@aifb.uni-karlsruhe.de)

Rudi Studer

Institute AI B – University of Karlsruhe, ZI Research Center  
for Information Technologies and Ontoprise GmbH, 7 128 Karlsruhe, Germany

[Studer@aifb.uni-karlsruhe.de](mailto:Studer@aifb.uni-karlsruhe.de)

번역자 : 배일환님([airsanjuk@knit.co.kr](mailto:airsanjuk@knit.co.kr))

선진이러닝 기술표준 연구그룹 운영위원  
지식정보기술(주)

*\*\* 본 문서는 선진이러닝 기술표준 연구그룹 운영위원이신 배일환님께서 개인적으로 번역을 해주신 문서입니다.*

*\*\* 본 문서를 상업적 목적으로 사용하거나, 재편집, 재가공 할 수 없습니다.*

역자주 :

최근 시맨틱 웹과 e-Learning의 접목을 "실험적으로 그러나 반드시 지향해야할 목표처럼" 시도하고 있는 국제적인 환경인 것 같습니다.

이미, IMS, IEEE 등에서 그 시도들이 이뤄지고 있고, 이미 2001년 이전 부터 그 시도들이 조금씩 실험적으로 이뤄지고 있었습니다.

이것은 그러한 실험적 시도 중의 하나로써 나온 짧은 논문입니다. 혹시 참고하시어 도움이 되신다면 ... ^^



(C)선진이러닝 기술표준 연구그룹

## Abstract

사이버 공간에서 더 나은 검색과 탐색을 가능하게 하는 새로운 WWW 아키텍처를 만들려는 “시맨틱 웹”. 시맨틱 웹은 실재적인 eLearning의 요구사항을 충족시키는 기술이다. 이 문서는 시맨틱 웹을 이용한 eLearning 시나리오 구현을 다루고 있다. 주요하게 eLearning의 자원인 콘텐츠, 맥락, 구조(content, context, structure)에 대한 온톨로지 기반의 기술(記述)과 학습 자원(materials)에 대한 제공(providing)과 접근(accessing)에 대한 이점에 기초를 두고 있다.

## Section 1 : Introduction

### 1.1.

학습에 대한 새로운 접근은 모든 산업 영역에서의 새로운 변화임이 분명하다. 학습(learning)이라는 것은 교육(education)의 관점에서가 아니라 새로운 경제적 관점에서 조직의 경쟁력을 키우는 지원 체제의 핵심이다(Drucker 2000). 빠르고, 즉각적이고, 적절한(fast, just-in-time, relevant) 새로운 교육 스타일은 엄청나게 급변하는 오늘날 시장의 요구에 근거한다.

### 1.2.

- 1) 시간(Time)에 있어서 빠르고 즉각적인 교육 프로세스가 필요하다.
- 2) 속도(Speed)는 학습자원의 적합한 내용과 관련된 것이 아니라 그런(적절한 학습 내용의) 학습자원을 조직화하는 파워풀한 메커니즘과 관계 있다.
- 3) 또한 학습자 프로파일과 비즈니스의 요구에 기초한 맞춤형 온라인 교육이어야 한다.
- 4) 일상 작업 환경에 녹아 있어야 하며, 명확한 비즈니스적 경쟁력 향상 목표를 필요로 한다. 즉, 비즈니스의 (의미적) 맥락과 관련되어야 한다.

(Adelsberger et al. 2001)

### 1.3.

eLearning은 기존의 시간/공간/내용(time/place/content)에 있어서의 한정된 학습을 즉각적/일상적/맞춤형/적응적 진행(just-in-time/at-work-place/customized/on-demand process)의 학습으로 대체하는 것이다. 이것은 관리/문화/IT(management/culture/IT)의 개념적 범주에 기반해서 만들어졌다 (Maure&Sapper 2001).

- 1) eLearning은 (학습에 대한 비전과 계획, 일상적 업무와의 통합과 관련한) 관리 지원이 요구된다.
- 2) “아침에 학습하고 오후에 일한다(learn in the morning, do in the afternoon)”는 문화를 정착시키는 조직의 변화를 요구한다.
- 3) IT 기술은 이러한 빠르고, 즉각적이고, 적절한(fast, just-in-time, relevant) 학습을 가능하게 한다.

현재의 웹은 상기의 요구사항을 만족시키지 못한다. 몇 가지의 문제점이 있다.

- 1) 정보의 홍수

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

- 2) 정확한 정보의 부족
- 3) 기계가 이해할(machine-understandable) 수 없는 콘텐츠

### 1.4.

시맨틱 웹이라고 하는 차세대 웹은 eLearning 구현의 미래의 전망 있는 기술이다. 이것은 인간과 에이전트가 의미에 기초하여 통신을 할 수 있는 환경이다(Berners-Lee 2000). 이것의 주요 특징의 하나는 온톨로지(ontology)에 근간한 공유된 이해(shared understanding)이다.

온톨로지는 의미적으로 주석이 달려있고(풍부해진) 학습 객체들의 작은 단위들을 학습 자원(learning materials)으로 조직화하는 것을 가능하게 한다(Neidl 2001). 아이템들(Items)은 쉽게 (빠르고 즉각적으로 : fast and just-in-time) 맞춤형 학습 코스(customized learning courses)로 조직화(organized)될 수 있고 그리고 학습자 프로필과 비즈니스 요구에 (적절하게) 따라서 사용자에게 전달될(delivered) 것이다.

### 1.5.

시맨틱 웹이 어떻게 실재적으로 정교하게 eLearning 시나리오를 위한 기술로써 사용될 것인가를 본 문서는 다루고 있다.

- 1) eLearning의 요구사항
- 2) (일반적 의미, 기계가 처리할 수 있고 이해할 수 있는 데이터) 서술 구조(representational structures)를 가지는 시맨틱 웹의 요구사항 분석과 시맨틱 웹의 아키텍처 레이어에 관하여
- 3) eLearning 자원 기술을 위한 온톨로지 이용의 이점
- 4) eLearning 에 대한 온톨로지 기반의 해결책들
- 5) 이야기한 주제의 중요성과 향후 작업 개요에 관해 요약

## Section 2 : eLearning and eLearning requirements

### 2.1.

“eLearning은 매우 빠른 가치 연결고리와 결합되어 있는 즉각적인 교육이다. 실시간으로 맞춤형의, 종합적인, 동적인 학습 콘텐츠를 제공한다(delivery). 전문가와 학습자 및 관련 종사자를 연결시킴으로써 지식 커뮤니티를 만드는 것을 지원한다.(Drucker 2000)

### 2.2.

기존의 학습 과정은

- 1) 중앙집중적이라는 특성이 있다(콘텐츠는 교수자에 의해 선택된다)
- 2) 강한 주입식 전달(교수자가 학생에게 지식을 주입한다)
- 3) 개인화 결핍(콘텐츠가 많은 필요에 두루 만족해야 한다)
- 4) 일직선적이고/정적인 학습 과정(변하지 않는 콘텐츠).

학습의 이러한 조직화는 결국 고비용, 속도의 느림, (문제점과 동떨어져서) 관점이 너무 맞지 않는 학습 과정을 초래한다.

### 2.3.

그러나, 역동적인 비즈니스 환경은 학습 과정의 전혀 다른 시도를 요구한다.

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

- 1) 빠르고(fast)
- 2) 즉각적이고(just-in-time)(저비용의)
- 3) 적절한(relevant)(문제점에 부합하는 : problem-dependent) 학습  
(section 1 에서 언급)

이러한 학습은 분산되고, 학습자 지향적인, 개인화된, 비선형의/역동적인 학습 과정(distributed, student-oriented, personalized, non-linear/dynamic learning process)-즉, eLearning에 의해 가능하다.

### 2.4.

표1은 기존 학습의 특성(단점)과 eLearning환경이 도달해야하는 개선방향을 보여준다. eLearning의 가장 중요한 특징이다.

구분	기존(training)	eLearning
Delivery	Push - 교수자 agenda 결정	Pull - 학생 agenda 결정
응답 (Responsiveness)	예상(Anticipatory) - 문제를 알 것이라고 추정	반응(Reactionary) - 즉각적으로 문제에 대해 반응
접근(Access)	선형(Linear) - 정해진 지식 과정	비선형(Non-linear) - 즉각적으로 상황을 이해하도록 하기 위해 어떤 순차(whatever sequence)에서든 지식에 대한 직접적인 접근을 허락
균형(Symmetry)	불균형(Asymmetric) - 분리된 행위로써 훈련(training)이 발생	균형적(Symmetric) - 학습이 통합된, 연동된 행위로 나타난다.
형태(Modality)	불연속적(Discrete) - 훈련이 시작과 끝이 정해져 있는 큰 덩어리로 이뤄져 있다.	연속적(Continuous) - 일치된 방향으로 순환적으로 멈춤 없이 학습이 이뤄짐
권한(Authority)	중앙 집중식(Centralized) - 콘텐츠는 교수자에 의해 자원 저장소에서 선택됨	분산식(Distributed) - 콘텐츠는 학생 및 참여자들 상호작용에 의해 발생
개인화 (Personalization)	대량 생산(Mass produced) - 콘텐츠가 수많은 필요를 만족해줘야 한다.	개인화(Personalized) - 콘텐츠는 모든 사용자의 필요에 만족하기 위해 개별 사용자의 필요와 목적에 의해 결정된다.
적응형/맞춤형 (Adaptivity)	정적(Static) - 콘텐츠 그리고 조직화/텍소노미(organization /taxonomy)는 환경적 변화의 고려없이 원래 저작된 그대로 유지	동적(dynamic) - 콘텐츠는 사용자의 작용, 경험, 새로운 시도, 비즈니스를 그리고 발견적 교수법(heuristics)에 의해 끊임없이 변화한다.

표1. training과 eLearning의 차이점(Drucker 2000)

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 2.5.

eLearning의 숨은 특징은 일을 수행하기 위해 필요한 툴이나 지식이 작업수행자에게로 옮겨온다는 것이다-그것이 무엇이든 누구이든 간에. 이것은 학교교육 환경과 같은 전통적 학습 방식이 학습 주위로 사람들을 끌어 모으는 방식과 완전히 대조된다. eLearning은 자동화된 교육 시도, 임금을 받는 교수자 대체, 자기 주도 학습(self-paced learning) 개발이라는 CBT(computer-based training)에 기원한다. 그러나, eLearning의 초점은 교육(CBT에서 처럼 기록 교육, recorded education)이 아니라 거리, 시간, 사용자와 비즈니스 요구에 맞춤형으로 접근하는데 있어서의 장벽들을 제거하는 데에 있다(Barker 2000). 성공의 핵심은 학습 순환 시간을 감소시키고 그리고 사용자나 비즈니스에 학습 콘텐츠의 크기와 양식(content, size and style)을 적응(adopt) 시키는 것이다.

## Section 3 : Semantic Web architecture – XML, RDF and Ontologies

“시맨틱 웹(Semantic Web)”이라는 말은

- 1) 정형화된 의미(formal semantics)를 가진 콘텐츠를 지원한다는 새로운 WWW 아키텍처를 만들겠다는 의도를 포함하고 있다.
- 2) 이 말은 인간이 사용하려는 콘텐츠와 반대되는 자동화된 시스템이 사용하기에 알맞은 콘텐츠를 의미한다.
- 3) 이것은 자동화된 에이전트가 웹 콘텐츠를 추론할 수 있다는 것이며, 예측하지 못한 상황에 지능적인 응답을 생성해 내는 것이 가능하다는 것이다.

### 3.1. Layers of the Semantic Web

#### 3.1.1.

“의미 표현”은 시맨틱 웹에서 매우 중요하다. 그러기 위해서 몇 개의 계층이 필요한데, 그림 1에 표현되어 있다.(Berners-Lee 2000)

- XML 계층 : 데이터를 표현
- RDF 계층 : 데이터의 의미를 표현
- Ontology 계층 : 데이터의 의미에 대한 정형화된 공통의 동의를 표현
- Logical 계층 : 의미 있는 데이터에 대한 지능적 추론을 가능하게 함

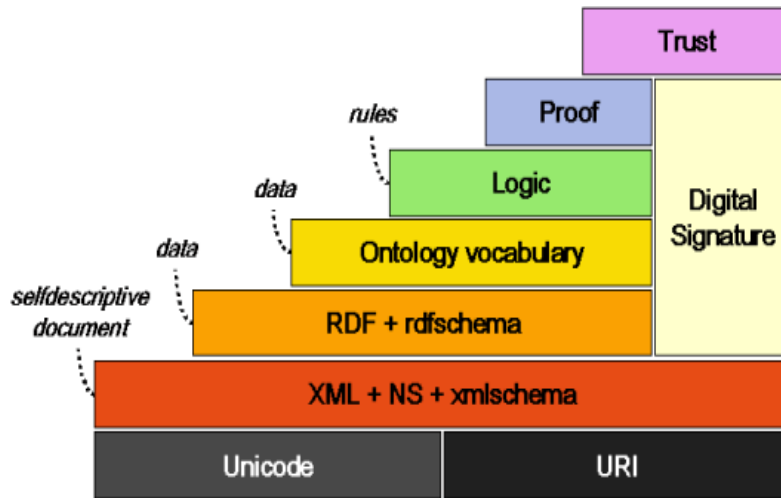


그림 1. 시맨틱 웹 아키텍처 레이어

### 3.1.2.

시맨틱 웹의 실제적인 힘은 사람들이 여러 소스로부터 웹 콘텐츠를 수집하고, 정보를 처리하고, 다른 사람이나 기계 에이전트의 처리 결과를 교환하는 여러 시스템들을 만들 때 현실화된다는 점은 주의해 볼 만하다. 그 결과, 더 기계가 잘 읽을 수 있는(machine-readable) 웹 콘텐츠와 자동화된 서비스(다른 에이전트를 포함하는)가 가능해질 때 시맨틱 웹의 영향력은 현격히 증가할 것이다. 에이전트 간의 통신 수준은 “증명(proofs)”의 변화가 요구된다. 시맨틱 웹의 2개의 중요한 기술은 이미 존재한다 : XML, RDF(eXtensible Markup Language, Resource Description Framework).

### 3.1.3.

XML(<http://www.w3.org/XML>)은 모든 사람들이 웹 페이지나 페이지에 있는 텍스트의 부분을 표현하기 위한 자신만의 태그를 생성할 수 있게끔 한다. 프로그램은 정교한 방식으로 이러한 태그들을 사용할 수 있다, 그러나 프로그래머는 페이지 작성자가 각각의 태그를 무엇을 위해서 사용했는지 알아야 한다.

간단히 말해서, XML은 사용자에게 자신의 문서에 자신만의 구조(structure)를 만들도록 해주기는 하지만 그 구조의 의미에 대해선 아무런 설명을 하지 못한다(Erdmann & Studer 2000). XML 문서의 의미는 영역 어휘(domain terms)들로 되어 있는 “의미 있는(semantic)” 마크-업과 태그이기에 직관적으로 명료하다. 그러나, 컴퓨터는 직관적 지식을 가지고 있지 않다. 태그 이름은 원래 그 자체가 의미를 지원하진 않는다.

DTD는 문서의 내용을 구조화 하는 것이 가능하도록 한다. 그러나, 구조(structure)와 의미(semantics)가 언제나 일치하는 것은 아니며, 서로 대립적으로 어긋날 수도 있다. DTD는 의미어(semantic language)로서 알맞지 않다. XML은 의미 모델로는 부족하다, 단지 tree형식의 “표현적인 모델(surface model)”이다. 그래서, XML은 시맨틱 웹을 통해서 의미를 전파하고 전달하는 해결책이 될 수 없다. 그것은 기계가 쉽게 처리할 수 있는(machine-processable) 데이터 포맷이라는 “전달 메커니즘(transport mechanism)”으로써의 역할(role)을 가지고 있다.

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 3.1.4.

RDF(<http://www.xml.com/xml/pub/98/06/rdf.html>)는 문서에 의미를 더하는 방법을 제공한다. RDF는 (이후에 기술할) 구조화된 메타데이터를 기호화하고(encoding), 교환하고, 재사용하는 것을 가능하게 하는 기반구조이다. 대개, 정보는 기계가 이해할 수 있는 RDF 문장의 형태로 저장되어 있다. 검색 엔진, 지능형 에이전트, 정보 중개자, 브라우저 그리고 사람은 의미적 정보(semantic information)를 이해하고 사용할 수 있다. RDF는 구현 독립적이고 XML의 연장이다(구문이 XML로 정의되어 있다.). 의미적 정보가 웹 문서에 추가되는 처리 과정을 의미 부여(semantic annotation)라 부른다(Handschuh et al. 2001). RDFS(<http://www.w3.org/TR/PR-rdf-schema/>)와 짝을 이루는 RDF는 필요에 따라 확장할 수 있는 모델링 근원어(modeling primitives)를 제공한다. 기본 클래스의 계층적 구조와 클래스와 객체간의 관계는 RDFS로 표현 가능하다.

그러나, 모델이 직관적이지 않기에 객체와 메타 레벨의 구별이 힘들다. 일반적으로 RDF(S)는 예러발생을 적절히 처리하도록 모델링 근원어를 어떻게 사용할 지 판단하도록 하는 것과 같은 모델링 근원어에 대한 정형화된 의미들이 부족하다.

### 3.1.5.

이 문제에 대한 해결책은 온톨로지(ontology)라고 하는 시맨틱 웹의 세번째 기본 컴포넌트에 의해 제공된다. 철학적으로 온톨로지는 존재에 관한 이론이다 ; 학문분야로서의 온톨로지는 존재하는 것들이 어떤 형태인지와 같은 그러한 이론들을 공부하는 것이다. 인공지능과 웹 연구가들은 자신들의 전문어에 그 어휘를 흡수하였다, 그리고 특정 흥미 영역의 정형화되고, 공유될 수 있는 개념들을 온톨로지로 기술하였다.

### 3.1.6.

온톨로지는 어떤 영역(domain)을 기술하기 위해 사용하는 개념과 유사한 어휘들을 모아 놓은 어휘집(vocabulary)에 관한 스펙이다(Gruber 1993). 온톨로지는 웹에서 발견되는 이중의, 분산되어 있는, 반(半)구조화된 정보 소스를 기술하기에 안성맞춤이다. 공유된 공통의 영역에 관한 의견을 정의함으로써, 온톨로지는 구문(syntax)이 아니라 의미 교환을 지원하는 방식을 통해서 사람과 기계가 간단히 통신하도록 한다. 그러므로, 웹에서의 어떤 의미가 명확하게 설명되어 있는 온톨로지에 기반한다는 것은 중요하다. 이런 방식으로 (시맨틱 웹을 이용하는) 소비자나 생산자를 위한 에이전트는 검토가 필요한 어휘집을 제공하는 온톨로지를 교환함으로써 공유된 이해에 도달하게 된다.

### 3.1.7.

일반적으로 온톨로지는 영역(domain)에 적절하게 관련된 개념들, 그리고 개념들간의 관계, 개념과 관계간의 원리에 관한 정의들로 구성되어 있다. 현재 몇 개의 온톨로지 표현 언어들과 시스템들이 정의되어 있다.

1) RDF와 RDFS를 확장한 최근의 제안은 OIL(Ontology Interchange Language)이다(Fensel et al. 2001). OIL은 (1)인식하기 좋은 풍부한 모델링 근원어의 구조(frame)와 (2)정형화된 의미 그리고 (3) 기술(記述) 논리(logic)에 관한 효과적인 추론 지원 그리고 (4)표준 웹 메타데이터 언어 제안과 연계될(mapping) 수 있도록 단일화 되어 있다.

2) DAML+OIL 언어(<http://www.daml.org/2001/03/reference.html>) 역시 XML과 RDF의 확장으로써 개

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

발되어 지고 있다. 이것은 웹 자원을 기술하고 자원에 관한 추론을 지원하는 표현 언어이다. 이것은 온톨로지를 만들고 온톨로지 마크업을 위한 풍부한 구성 개념들을 제공하며, 이는 기계가 읽을 수 있고 이해할 수 있다.

### Section 4 : Semantic Web & eLearning

#### 4.1.

시맨틱 웹 아키텍처의 핵심 특성은(공통적으로 공유하는 의미, 기계가 처리할 수 있는 메타데이터 : common-shared-meaning, machine-processable metadata), eLearning 요구사항(빠르고, 즉각적이고, 적절한 학습)을 만족시키기 위해 충분히 파워풀한 적절한 에이전트들의 집합에 의해 가능하다.

- 1) 학습 자원은 의미 부여(semantic annotation)가 되어 있고,
- 2) 새로운 학습 요구에 부응하기 위해 쉽게 새로운 학습 코스로 조합되어 져야 한다.
- 3) 학습자 취향에 따라서, 사용자는 유용한 학습자원을 쉽게 발견할 수 있어야 한다.
- 4) 처리(process)는 뒷단에서 온톨로지가 기능함으로 인해, 학습자원에 대한 의미적 질의(query)와 탐색(navigation)에 기반해야 한다.

#### 4.2.

사실, 시맨틱 웹은 eLearning 시스템 구현을 위한 매우 적절한 플랫폼으로 간주될 수 있다. 왜냐하면,

- 1) (eLearning) 온톨로지 개발,
- 2) 학습 자원에 대한 온톨로지 기반의 주석 부여(annotation),
- 3) 학습 코스에서의 조합
- 4) 그리고 eLearning 포탈을 통한 학습 자원의 (pro)active delivery(능동적인 또는 2차적인 전달)

를 위한 모든 방법들을 제공한다.

#### 4.3.

ELearning 시나리오에 관한 추가 사항은 다음 섹션에서 제공한다. 표2는 eLearning 요구사항을 현실화하기 위해 시맨틱 웹을 사용했을 때의 가능성에 대한 요약이다.

요구사항	eLearning	Semantic Web
Delivery	Pull - 학생 agenda 결정	지식아이템들(학습 자원)은 웹에 분산되어 있다, 그러나 그것들은 공통적으로 동의한 온톨로지(들)에 연결되어(link) 있다. 이것은 관심있는 주제에 대한 의미적 질의(semantic querying)에 의해, 사용자 특성에 맞는(user-specific) 코스의 구성을 가능하게 한다.



## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

응답 (Responsiveness)	반응(Reactionary) - 즉각적으로 문제에 대해 반응	시맨틱 웹 상의 소프트웨어 에이전트는 에이전트들간의 공동작업과 그리고 해당하는 문제의 전체적인 맥락하에서 학습자원의 2차적인 전달(proactive delivery)을 가능하게 하는, 공통적으로 동의한 서비스 언어를 사용할 것이다. 각 사용자는 다른 에이전트와 의사소통을 하는 개인화된 에이전트를 가질 전망이다.
접근(Access)	비선형(Non-linear) - 즉각적으로 상황을 이해하도록 하기 위해 어떤 순차(whatever sequence)에서든 지식에 대한 직접적인 접근을 허락	사용자는 즉시 상황을 설명할 수 있고(학습 목표, 선행 지식...) 그리고 알맞은 학습 자원을 위한 의미적 질의를 수행할 수 있다. 사용자 프로파일 또한 고려되어진다. 지식에 대한 접근은 의미적으로 정의된 탐색에 의해 더욱 확장될 것이다.
균형(Symmetry)	균형적(Symmetric) - 학습이 통합된, 연동된 행위로 나타난다.	시맨틱 웹(시맨틱 인트라넷;semantic intranet)은 조직에서의 모든 비즈니스 프로세스(교육행위를 포함하는)를 위한 통합 플랫폼이 될 수 있는 가능성을 제공한다.
형태(Modality)	연속적(Continuous) - 일치된 방향으로 순환적으로 멈춤 없이 학습이 이뤄짐	(개인화된 에이전트 기반의) 정보의 능동적 전달(active delivery)은 동적인 학습 환경을 창출한다.
권한(Authority)	분산식(Distributed) - 콘텐츠는 학생 및 참여자들 상호작용에 의해 발생	시맨틱 웹은 가능한한 분산되어 있을 것이다. 이것은 효과적인 협동 콘텐츠 관리를 가능하게 한다.
개인화 (Personalization)	개인화(Personalized) - 콘텐츠는 모든 사용자의 필요에 만족하기 위해 개별사용자의 필요와 목적에 의해 결정된다.	(개인화된 에이전트를 사용하는)사용자는 자신의 필요에 맞춰진 학습자원을 검색한다. 온톨로지는 사용자의 필요와 학습자원 특성들을 연결한다.
적응형/맞춤형 (Adaptivity)	동적(dynamic) - 콘텐츠는 사용자의 작용, 경험, 새로운 시도, 비즈니스 를 그리고 발견적 교수법(heuristics)에 의해 끊임 없이 변화한다.	시맨틱 웹은 콘텐츠에 대한 의미부여를 통해서 다양한 형태로 제공되는 지식의 사용을 가능하게 한다. 시맨틱 웹의 분산성은 학습자원의 지속적인 개선을 가능하게 한다.

표2. eLearning 기술로써 시맨틱 웹을 사용했을 때의 이점

## Section 5 : Metadata & eLearning

이 장은 현재의 eLearning 메타데이터 표준, 이러한 협약에 의한 메타데이터(및 메타데이터의 확산)를

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

사용할 때 발생하는 공유된 이해(shared-understanding)의 문제점에 대해 개괄할 것이며, (다음 장에서는) 우리의 eLearning 시나리오에 적용한 온톨로지 기반의 해결책(온톨로지 기반의 메타데이터)의 사용에 대해 알아볼 것이다.

### 5.1. Conventional Metadata for eLearning(eLearning 협약에 의한 메타데이터)

#### 5.1.1.

교수자가 학습자와 학습자원의 중개 역할을 수행하는 전통적인 학습과 eLearning에서의 학습 시나리오를 비교해보면 확연히 틀리다 : 교수자는 더 이상 학습 자원의 전달(delivery)를 관리하지 않는다, 학습자는 자신의 코스에서 학습자원을 조합하는 것이 가능하다. 그래서 학습 자원의 콘텐츠는 자원 내부에 있어야 한다. 그러나, 시간과 비용을 제한한다면 향상된 훈련(training) 자원을 만들 수 있으나, 그 콘텐츠가 쉽게 검색되고 인덱싱 될 수 없다면 쓸모는 없을 것이다. 이 점이 학습 콘텐츠의 양과 종류를 증가시킨 주지의 사실이다.

#### 5.1.2.

한 가지 해결책이 메타데이터에 있다. 메타데이터는 도서관사서들이 책과 다른 인쇄물을 분류하기 위해 전통적으로 사용해왔던 정보에 대한 인터넷 세대(internet-age)의 어휘이다. 가장 기본적인 차원에서, 메타데이터는 (메타데이터를 누가 생성하고, 어떤 툴이 사용하고, 어디에 저장되는가는 논외로 하고)어떤 자원(resource)에 적용될 수 있는 태그의 공통의 집합이다. 본질적으로 태그는 데이터를 설명하는 데이터이다. 메타데이터 태그는 자원을 기술하고, 인덱싱하고, 검색하기 위해 조직화된다고 그리고 자원에 대한 재사용이 핵심이다.

#### 5.1.3.

eLearning community에는 eLearning 자원을 기술하기 위해 3개의 메타데이터 표준이 가시적으로 드러나고 있다 :

- IEEE LOM(<http://ltsc.ieee.org/doc/wg12/LOM3.6.html>),
- ARIADNE(<http://ariadne.unil.ch/Metadata/>)
- IMS([http://www.imsproject.org/metadata/imsmdvlp2/imsmd\\_infovlp2.html](http://www.imsproject.org/metadata/imsmdvlp2/imsmd_infovlp2.html)).

이러한 메타데이터는 어떻게 학습자원이 상호운용되는 방식으로 기술되어 질 수 있을까를 정의하고 있다. 자원을 기술하기 위해 필요한 모든 메타데이터 요소(element)들을 자원을 바라보는 독특한 관점에 따라 몇 개의 범주로 나눌 수 있다.

예를 들어, LOM 표준은 다음과 같은 메타데이터 계층을 가지고 있다.

- general - 자원(resource)에 대한 의미적 서술자(敘述子)를 더한 문맥 독립적인 모든 특성에 관한 그룹
- lifecycle - 자원의 수명과 연결된 특성들의 그룹
- meta-metadata - 문서를 색인하는 메타데이터를 기술하는 데이터 요소(element)들의 그룹
- technical - 문서의 기술(技術)적 특성들을 설명하는 데이터 요소들의 그룹
- educational - 자원을 위한 교육적, 교수법적 데이터 요소들의 그룹

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

- rights - 자원의 사용 조건과 관련한 데이터 요소들의 그룹
- relation - 주제와 다른 자원들간을 연결을 설명하는 데이터 요소들의 그룹
- annotation - 자원의 교육적 사용에 관한 주석을 허락하는 데이터 요소들의 그룹
- classification - 존재하는 분류 시스템에서의 자원의 지위를 설명하는 데이터 요소들의 그룹

### 5.1.4. 이종간의 교육 표준의 상호호환성의 결여

다른 커뮤니티들은 자신의 특색에 맞는 자신들만의 표준 메타데이터 어휘들을 개발하고 있다. 그러나, 그런 메타데이터 표준 중에서 최고인 것도 정형화된 의미(formal semantics) 측면에서는 부족하다. 이런 표준들이 영역(domain)내에서의 상호운용성을 가능하게 한다 할지라도, 서로 엇갈리는 영역에 걸쳐있는 이종의 다른 요소들로 되어있는 메타데이터 서술 또는 스키마 간의 상호 호환성이 없는 문제를 야기한다.

## 5.2. 온톨로지 기반의 메타데이터

온톨로지의 역할은 사용되는 어휘(vocabulary)의 공유된 의미를 정형적으로 표현하는 것이다(기호(symbol)들의 집합). 사실, 온톨로지는 기호와 의미간의 맵핑을 가능하게 하는 집합을 강제한다.

그러나 eLearning에서의 공유된 이해의 문제(shared-understanding problem)는 그림 2 에서 묘사되어 있는 것처럼 몇 개의 관점을 설명하는 직교하는 접촉면들에서 발생한다.

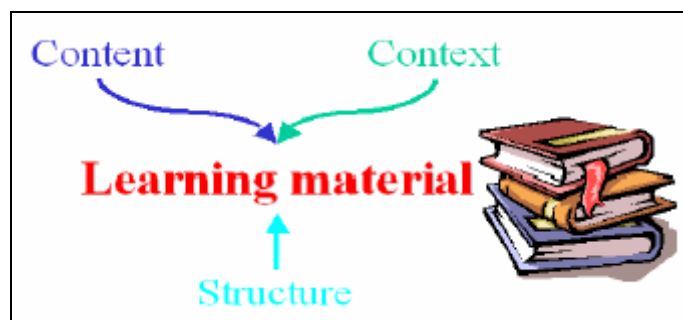


그림 2.

학생의 관점에서 가장 중요한 것은 학습 자원을 검색하는 것이다 :

- 1) 무엇에 관한 학습 자원인지(content)
- 2) 어떤 형태로 주제가 표현되었는지(context)
- 3) structure는 학습 자원이 분리되어 나타나지 않은 채 학습 코스에서 학습자원의 집합을 포함하기 위해 필요하다.

### 5.2.1. 학습 자원의 content를 기술하기 위한 메타데이터

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 5.2.1.1. 공유된 이해의 문제점

eLearning에서의 공유된 이해의 문제는 학습 자원을 제공하기 위한 과정뿐만 아니라 특정학습자원에 대한 접근(검색을 위하여)을 처리하는 과정에서, 학습문서의 content를 정의하려고 할 때 발생한다.

eLearning 환경에서 두 명의 저작자가 같은 주제를 다른 방식으로 표현하는 커다란 위험 요소가 있다. 이것은 의미적으로 동일한 개념(예를 들어, eLearning-content의 주제)이 다른 키워드로 표현될 수도 있다는 것을 의미한다. 예를 들어, 의미적으로 “Agent”와 동일한 어휘들인 ‘agent, actor, contributor, creator, player, doer, worker, performer’ 등을 사용할 지도 모른다.

### 5.2.1.2. 해결책

이 문제는 영역 온톨로지(domain (content) ontology)를 사용해서 해결할 수 있다, 그것은 공통적으로 동의한 어휘들속에서 영역 어휘들을 맵핑하는 것이 여러모로 정의 되어 있다(예를 들어, agent, actor, contributor, creator, player, doer, worker, performer들은 실 세계에서 사용되는 것이며 그것들은 영역 온톨로지에서 Agent라는 개념과 맵핑되어 있다). 또한, 정보 제공 과정에서 온톨로지 공리(axioms)는 중요한 역할을 수행한다. 예를 들어, 두개의 관계가 서로 반대되는 관계라는 것을 나타내는 공리는 제공되는 정보의 일관성을 확인하기 위해 사용된다. 다음 장에서 기술하겠다.

### 5.2.1.3. 단순 키워드 검색의 문제점

사용자의 관점에서 보면 학습 자원을 검색하려고 할 때 어떤 어휘나 키워드를 사용할 것인가라는 문제가 있다. (1) 단순 키워드 질의는 사용자가 무엇을 찾는지를 명확히 알고 있고 그리고 정보가 잘 정의 되어 있는 상황에서는 가치가 있다. 저작자나 사용자의 학습자원에 대한 관점이나 지식 수준이 완전히 차이가 나는 경우에 공유된 이해를 만드는 어떤 메커니즘이 필요하다, 그러나 eLearning은 그것을 가지고 있지 못하다. (2) 단순 키워드 검색은 질의의 맥락을 언급하는 것은 둘째치고서라도 동의어 (“Agent”와 “Actor”), 약어(“World Wide Web”과 “WWW”), 언어가 다를 경우(영어의 “house”와 독일어의 “Haus”) 그리고 심지어 형태상의 어미변화(“Point-to-Point Network”와 “Point to Point Network”)조차도 잡아낼 수 없다.

### 5.2.1.4. 해결책

이러한 문제는 영역 온톨로지에서도 (예를 들어, 유사어와 약어에 대한) 상응하는 관계를 정의함으로써 해결될 수 있다. 온톨로지식 관계는 학습 자원에 대한 탐색을 처리할 때도 사용될 수 있다(예, “Network”이라는 주제로부터 “Protocol”이라는 주제로 “Jump”를 유추할 수 있다).

## 5.2.2. 학습자원의 문맥(context)을 기술하는 메타데이터

학습자원은 다양한 학습 맥락하에서 표현되어진다 : 도입, 분석, 토의로써 ; 또는 맥락 표현의 다양한 방식으로 : 예를 들면 그림 등을 이용해서. 맥락을 기술하는 것은 사용자의 선호도에 근거하여 학습자원에 대해 맥락과 적절히 관련된 것을 검색 가능하게 한다. 예를 들어, 만약 사용자가 어떤 주제에 대해 더 추가적인 설명을 요구한다면, 주어진 주제의 예들을 설명하고 있는 학습 자원을 찾기 위한 추론이 가능하다. 맥락 어휘(context vocabulary : 예, intro 또는 introduction)의 의미에 관한 공유된 이해에 도달하기 위해서 맥락 온톨로지(context-ontology)가 사용된다.

### 5.2.3. 학습자원의 구조(structure)를 기술하기 위한 메타데이터

#### 5.2.3.1.

eLearning은 거의 자기 주도(self-paced) 환경이기에, 훈련(training)은 개인적 기술 격차를 맞출 수 있고 그리고 필요에 따라 전달(delivery)될 수 있는 정보의 작은 조각들을 분해할 필요가 있다("lego" 학습). 이런 지식 덩어리들은 전체 코스를 생성하기 위해 연결되어야 한다. 학습 자원은 대개 길다란 산문보다도 구조(structure)상 더 복잡하다, 그래서 학습자원의 디자인과 표현에 있어서 세심한 주의가 요구된다. 학습 자원의 대개는 즉 연속해서 읽혀지는 것이 아니다. 사용자의 유형, 지식 수준, 선호도 그리고 선수 학습 자원에 의존적이기에 학습 자원의 구조는 고정적인 한 개가 아니다. 그러나, 사용된 어휘에 대한 공유된 이해를 다시 정하는 것은 학습 코스의 구조를 기술하기 위해 역시 필요하다.

#### 5.2.3.2.

기본이 되는 학습 자원들간의 관계를 구조화하는 몇 가지 방법이 정해질 수 있다. 그것들은 "Prev, Next, IsPartOf, HasPart, References, IsReferencedBy, IsBasedOn, IsBasisFor, Requires, IsRequiredBy" 등이다. 공리으로써 정해진 이러한 관계들간에는 의미적 연결이 있다 : 예를 들면, IsPartOf 와 HasPart 는 서로 반대되는 관계이다. 이러한 일치된 공리는 정보를 검색하는데 도움이 된다. 반대되는 관계의 정의를 제외한 정보 검색은 메타데이터 정보 제공 전략에 의존적일 것이다. 만일, "X"라는 학습 자원이 "Y"라는 학습자원에 대해 "IsBasedOn" 관계를(X IsBasedOn Y) 누군가가 정의한다면, "Y IsBasisFor"한 학습 자원 모두를 찾는 것은 (프로그래밍 또는 정확한 스펙 없이는) 불가능하다.

### 5.2.4. 소결

독자들이 이러한 메타데이터의 3가지 측면은 전통적인 메타데이터 모델에서도 나타난다고 말할 지도 모른다(cotent = classification metadata, context = educational/pedagogical metadata, structure = relational metadata). 그러나, 우리의 메타데이터는 온톨로지 기반의 메타데이터이고 그리고 데이터가 아니라 (공리를 포함하는) 모든 영역을 기술하고 있다. 앞에서 언급했듯이, 중요한 것은 (의미적인 방식에 있어서) 학습 자원을 더 잘 기술할 수 있고 그리고 사용자의 선호도에 근거해서 더 유용한 자원을 검색할 수 있다는 것이다. 우리의 온톨로지 기반의 접근은 모든 전통적인 메타데이터 수준(예를 들어 일반적 기술(technical))에서 (온톨로지 기반 방식으로) 학습자원의 주석 부여를 사용하려는 상황에 매우 쉽게 확장할 수 있다.

## Section 6 : Semantic Web-based eLearning scenario and preliminary experiences

### 6.1. Architecture

앞 장에서의 논의를 근거로 하여, 이 장에서는 온톨로지 기반의 eLearning 시나리오 전체 아키텍처를 표현해보자. 그림 3 은 시스템 아키텍처이다. Knowledge warehouse 는 메타데이터 레파지토리로써 작용하고 그리고 Ontobroker system(Decker et al. 1999)는 주요 추론 메커니즘이다.

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 6.2. Course ontology

시스템의 중요 요소는 표 3 에서 표현된 코스 온톨로지이다. 온톨로지 정의는 적절한 영역 개념의 is-a 계층구조, 개념들간의 가능한 관계, 게다가 개념들의 특성(property : 값의 범위를 가진 속성), 그리고 새로운 지식을 추론하는 파생 룰(rule)들을 포함하고 있다.

- 1) 가장 왼쪽 칼럼은 is-a 계층구조에서 조직화된(organized) 영역의 개념을 보여준다. 예를 들어, “PhDStudent”는 “Student” 개념의 하위 개념이다. 개념들의 속성들과 관계들은 하위 개념으로 상속된다. 다중 상속은 개념이 텍소노미의 다른 부문과 조화를 이룰 때는 허용된다.
- 2) 개념의 속성과 관계는 표 3 의 가운데 있는 칼럼인 다른 개념들을 참조하는 ‘Relation’에 나타나있다, “Document” 개념과 “Author” 개념의 관계를 나타내는 “has Author” 개념과 같은.
- 3) 가장 오른쪽 칼럼은 코스 온톨로지의 룰을 보여준다. 예를 들면 표 3 의 4번째 룰은 어떤 문서가 하위 문서를 가진다면 “child document” 또한 특정한 문서인 “parent document”를 가진다. 이런 종류의 룰들은 지식을 완성하고 그리고 다른 곳에서의 개발을 절약하기 위해 똑 같은 정보를 제공하거나 노력을 계속하는 지식제공자를 자유롭게 해준다.

온톨로지 표현 언어는 F-Logic(Kifer et al. 1995)이다. 간단히 설명해보면, ConceptX::ParentX 와 ConceptX[relationXY=>>ConceptY] 라는 문장(statement)은 각각 ConceptX 는 ParentX 개념의 하위개념이고 그리고 ConceptX는 ConceptY와 relationXY 라는 관계하에 있다 라고 읽으면 된다.

### 6.3. Content ontology within course ontology

코스 온톨로지는 앞장에서 언급한 것처럼 content, context, structure ontology로 구성되어 있다. Content ontology는 “Protocol”, “Service”, “Topology” 처럼 영역 어휘를 기술(記述)에서 보인다. “hasTopic”과 같은 관계와 처음 두 개의 룰은 또한 content ontology의 부분이다. 처음 룰은 “hasTopic” 관계의 타동사적 특성을 결정한다(Maedche et al. 2000). 예를 들어, 처음 룰과 그리고 “eLearning hasTopic TeleTeaching”과 “TeleTeaching hasTopic WebBasedLearning”이라는 사실들에 근거해서 “eLearning hasTopic WebBasedLearning”이라는 사실을 결론으로 도출할 수 있다 (<http://www.aifb.uni-karlsruhe.de/Personen/index.html>). 두 번째 룰은 “eLearning”이라는 content를 검색하게 되면 언제나 “TeleTeaching”과 “WebBasedLearning”에 관한 문서들이 함께 찾아질 것이라는 것을 보증한다.

### 6.4. Context ontology within course ontology

교수법적(교육학적) 모델과 “Introduction”, “Explanation”, “Example”과 같은 개념에 기초한 context ontology는 학습 자원의 어떤 유형이나 문맥을 기술하기 위해 사용된다.

### 6.5. Structure ontology within course ontology

Structure ontology에서 가장 중요한 부분은 학습 자원들과 그에 상응하는 룰들과의 관계이다 (“preDocument”, “nextDocument”, “IsBasedOn”, “IsBasisFort”). 학습 자원들은 트리구조로 조직화된다. “preDocument”와 “nextDocument”라는 관계는 학습 자원의 트리에서 동일한 계층(level)에 있는 문서들의 순서(sequence)를 기술한다. “parentDocument”와 “firstChildDocument”라는 관계들은 두 개의 연속하는 계층간의 관계에 해당된다. Structure ontology의 룰은 코스로 조직화된 학습 자원들의 이동을 가능하게 한다. 예를 들어, “FORALL D1, D2 D1:Document[prevDocument->>D2] <->

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

D2:Document[nextDocument->>D1].”이라는 룰은 비록 한 가지 “path”만이 정의되어 있지만 (앞 또는 뒤라는) 두 가지 방향으로 학습 자원이 진행되도록 하는 것이다.

### 6.6. Course, module, atom within structure ontology

“Course”, “Module”, “Atom” 이라는 개념들은 structure ontology의 부분들이다. 이것들은 학습 자원의 복잡성을 나타내기 위해서 사용된다. 학습 자원의 가장 단순한 유형은 “Atom”이다. 이것은 어떤 다른 학습 자원을 내포하고 있지 않은 것이다. “Module”은 학습정렬로 조직화된(organized in a sequence) 몇 개의 atom 들로 구성되어 있고 그리고 “Course”는 module들 또는 다른 course 들의 학습 정렬(sequence)이다. 이런 방식으로 course는 학습자원의 트리 계층 구조(tree structure)이다. 학습 자원의 복잡성(complexity)은 예를 든다면 표 3 의 마지막 룰을 이용해서 자동적으로 정의 되어 질 수 있다.

### 6.7. others elements of the course ontology

표 3 에서 표현되어 있는 코스 온톨로지의 모든 다른 요소들은 공통의 메타데이터에 일치한다. 예를 들면, “Document”개념을 기술하는 “name”, “title”, “path”라는 속성은 앞에서 언급했던 LOM 표준의 general metadata 계층과 동일하다.

Concept	Relation
Object[. Document :: Object. ... Content :: Object. Protocol :: Content. Service :: Content. Topology :: Content. Bustopology :: Topology. CircleTopology :: Topology. ... Context :: Object. Introduction :: Context. Explanation :: Context. Example :: Context. Figure :: Example. ... Structure :: Object. Course :: Structure. Module :: Structure. Atom :: Structure. ...	Document[ name=>>String; title=>>String; path=>>String; has Author=>>Author;  content=>>Content; context=>>Context; structure=>>Structure;  ... prevDocument=>>Document; nextDocument=>>Document; firstchildDocument=>>Document; parentDocument=>>Document; relatedDocuments=>>Document; ... IsBasedOn=>>Document; IsBasisFor=>>Document; ...].  Content[

선진이러닝 기술표준 연구그룹

Person :: Object. Author :: Person. Student :: Person. PhDStudent :: Student. ...	hasTopic=>>Content].
---	----------------------

Rule
FORALL A, B, C A[hasTopic->>C]<-A:Content and A[hasTopic->>B] and B:Content and B[hasTopic->>C] and C:Content.
FORALL D, C1, C2 D:Document[content->>C1]<-C1:Content and C2:Content and D:Document[content->>C2] and C1[hasTopic->>C2].
FORALL D1, D2 D1:Document[prevDocument->>D2]<-EXISTS E1, E2, C C:Content and D2:Document[context->>E2] and E2:Example and D1[context->>E1] and E1:Explanation and D1[content->>C] and D2[content->>C].
FORALL D1, D2 D1:Document[parentDocument->>D2]<-D2:Document[firstchildDocument->>D1].
FORALL D1, D2 D1:Document[prevDocument->>D2]<->D2:Document[nextDocument->>D1].
FORALL D, S D:Document[structure->>S:Course]<-Exists D1, S1 D1:Document and (S1:Course or S1:Module) and D1[structure->>S1] and D1[parent->>D].
...

표 3. eLearning 시나리오에서의 온톨로지

6.8.

그림 3. 에 묘사된 핵심 모듈들은 eLearning ,환경에서의 주요 행동들과 일치 한다.

- 저작자로부터 정보를 제공하는 것
- 질의하고 브라우징함으로써 독자와 저작자에 의해 학습 자원에 접근하는 것



## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 6.8.1 Providing

첫 단계는 훈련 코스(training course)의 생성시 사용되거나 재사용될 수 있는 학습 자원의 생성이다. 메타 검색(metadata-searching)이 잘 되는 학습 자원의 제공을 위하여, 각 학습 자원은 다음의 메타 데이터로 기술되어야 하며 “덧붙여져야(enriched)” 한다.

- 무엇에 관한 학습 자원인지(content annotation)
- 어떤 맥락의 학습 자원인지(context annotation)
- 다른 학습 자원에는 어떻게 연결되어 있는지(structure annotation)

“메타데이터를 덧붙이는 것(enriching)”은 코스 온톨로지를 참고하는 메타데이터 정보 집합을 각각의 학습 자원에 덧붙임으로써 구성한다. 정보를 제공하는 것(providing information)은 코스 온톨로지에 있는 개념의 정의에 기반하여 자동으로 생성된 템플릿을 통해서 (사실은) 지금은 어쩔 수 없이 수동으로 메타데이터 정보를 입력한다. 메타데이터는 문서 내부에(예를 들어, HTML <META> 태그나 확장된 <A> 태그) 또는 어떤 외부 메타데이터 레파지토리(예, RDF repository)에 위치하게 될 것이다 (Handschuh et al. 2001).

우리의 접근 방식에서 보면, 이러한 정보는 외부의 지식 저장소(knowledge warehouse)에 저장될 것이다. 첫째, 데이터베이스에 저장된 독립적인 메타-기술(meta-description)을 검사하기가 수월하며 그리고 저장하는데 있어서 공간을 적게 차지한다. 둘째, 동일한 학습 자원을 재사용하는 다른 저작자에 따라서 관점이 변경될 수도 있다. 이것은 다양한 문맥에 따라서 다양한 학습 자원의 기술(description)을 가지는 것이 가능하다는 의미한다.

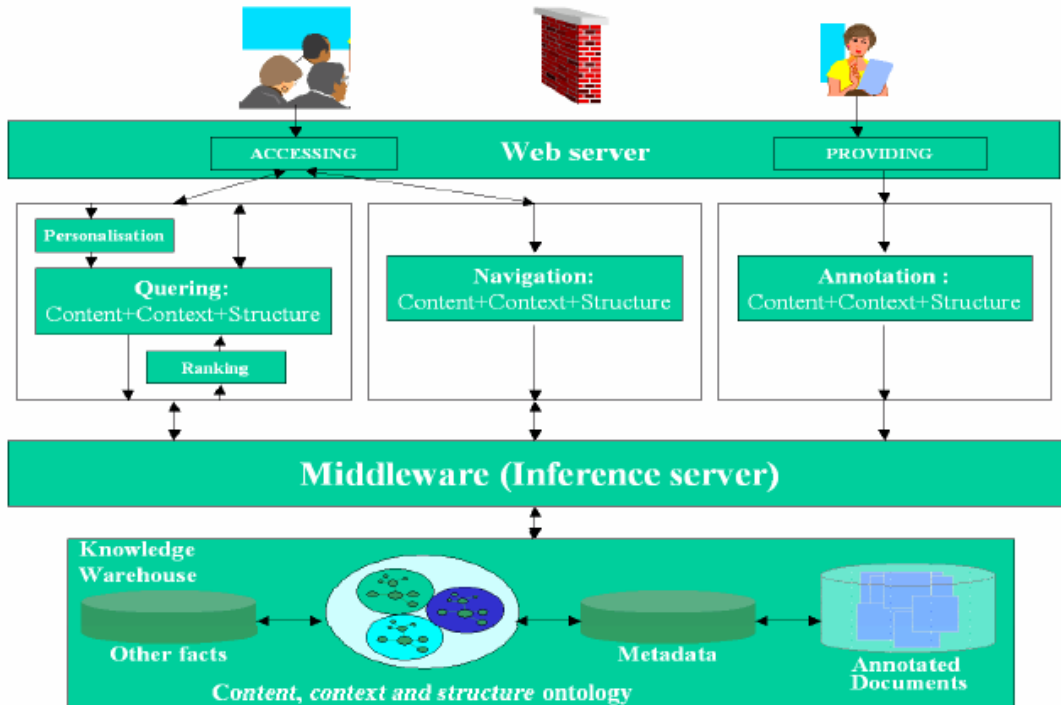


그림 3. Architecture of an eLearning Portal

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

### 6.8.2. Accessing the learning materials

정보 접근 과정에서 온톨로지는 다음과 같이 사용된다.

- 1) 학습자원에 대한 의미적 검색(semantic search)
  - 3가지 차원의 검색 영역에 기초해서(content, context, structure);
  - Ontobroker의 F-Logic 질의 인터페이스의 질의 능력에 있는 사용하기 쉬운(easy-to-use) 인터페이스로써 구현된
- 2) 학습 자원 집합에 대한 개념적인 탐색
  - (a) content 와 (b) context ontology들에 있는 개념들간의 온톨로지적 관계(ontological relation)에 기초하여
    - (a) 온톨로지적 관계들에 상응하는 학습자원에 대해서 의미적으로 적절한 연결되어 있다는 가정을 전제조건으로 한다. 인터페이스 단계로부터, 온톨로지의 개념(또는 개면 인스턴스)을 사용해서 인덱싱된 각각의 학습 자원은 이 개념과 관계가 있는 개념들(또는 개념의 인스턴스들)에 의해 인덱싱된 학습자원에 (hype)link를 가지고 있다. 예를 들면, OSI 계층들을 기술하는 학습자원을 위한 telematic 영역에서, 일치하는 protocol-, service-, interface- 학습자원에 hypelink가 되어 있어야 한다, 물론, telematic ontology에 따라서, “OSI layer”개념은 “protocol”개념들과 관계를 가지고 있다.
    - (b) 이런 탐색 유형은 context ontology의 룰에 기반해 있다. 룰들은 적절한 구조(structure)에 있는 동일한 content에 대하여 학습 자원을 조직하는(organize) 방법을 기술하고 있다. 예를 들면, 교수법적 관점으로부터, 어떤 content를 설명하는 학습 자원은 동일한 content의 예제 학습 자원보다 우선해야 한다. 이것은 “Explanation” context를 가진 각각의 학습 자원은 “Example” context를 가지고 있는 동일한 content에 대한 학습자원에 (hyper)link를 가지고 있어야 한다는 것을 의미한다.
  - structure ontology에 있는 저작자로부터 정의된 명확한 (탐색적인) 구조에 기초하여

탐색적인 구조(navigational structure)는 학습코스에서 학습자원의 정렬 순서(first, next, parent)로 구성되어 있다, 그러나 또한 content ontology와 반드시 일치하지는 않지만 관계가 있는 학습 자원들을 정의하는 저작자들에 의해 생성된다.

### 6.8.3. Other components

knowledge warehouse는 RDF문장으로 된 데이터의 레파지토리 역할을 한다. 이것은 온톨로지, 메타 데이터 또한 실재 데이터를 가지고 있다.

시스템은 Ontobroker 시스템이라는 추론 엔진을 사용한다(Decker et al. 1999). 특히, 추론 엔진은 질의에 답을 하며 그리고 온톨로지 정의를 가진 지식 저장소에 있는 사실들을 지능적으로 조립함으로써 새로운 지식을 만드는 것을 수행한다. 불명확하게 제공된 추가된 사실적 지식을 추론하는 능력은 각각의 정확한 사실을 명세화하는 지식 제공자들의 업무의 짐을 벗게 해준다. 의미적 순위나 정렬을 정하는 것 그리고 개인화(personalization)은 지식저장소에 기술되어 있는 질의 결과들을 세련되게 개량하는 방법들이다(Maedche et al. 2001).

## Section 7 : Related work

우리의 eLearning 시나리오에 비교될 수 있는 새로운 시도들이 있다.

(1). 가장 비슷한 시도는 사용자의 선호도에 따라 동적으로 학습 코스를 만드는 것을 가능하게 하는 Karina(Crampes et al. 2000) 시스템이다. 이것은 개념 그래프(conceptual graphs)를 사용한 학습 자료의 개념적 기술(conceptual description)에 기초하고 있으며 그리고 검색/탐색 과정에서 사용자의 목표를 달성하기 위해 몇 개의 (필요한 전제) 방법을 사용한다. Karina의 형제별인 Sybil 시스템(Crampes et al. 2000)은 학습 코스의 context를 정의 하기 위해 교육학 온톨로지를 사용한다. 그러나, 두가지 시도는 모두 코스의 정확한 structure(우리의 경우는 structure ontology)를 기술하지 못한다.

(2). Collaborative Courseware Generating System(Qu et al. 2001)은 코스 structure를 기술하기 위해 정확한 온톨로지 지원 없이 현대적인 웹 기술(tech.)들(XML, XSLT, WebDAV)을 사용한다. 이것 또한 정확하게 학습 자료의 context, structure를 정의하지 못한다.

(3). Ontology-based Intelligent Authoring Tool(Chen et al. 1998)은 eLearning 시나리오에서 지능적 훈련 시스템을 사용한다. 좋은 특징은 현대적 웹 기술(tech.)을 사용하지는 않지만, 학습 모델과 교수 전략을 만들기 위해 4개의 온톨로지(domain, teaching strategies, learner model, interfaces ontology)를 사용한다는 것이다.

요약하자면, 어느 누구도 우리의 시도의 핵심인 시맨틱 웹의 잇점을 이용하는 시스템은 없다는 것이다.

## Section 8 : Conclusion

“기계가 이해할 수 있는 콘텐츠를 만든다는 것”은 시맨틱 웹을 기본 전제로 한다는 또 다른 대중적인 표현이다. 여러 철학적인 해석들이 분분할 수 있지만 이 문구는 매우 실천적으로 받아들여 져야 한다 : 만약 콘텐츠가 스스로 어떤 정형적인 설명이 부가 되어 있다면(bound, attached, be pointing 등) 기계가 이해할 수 있는(machine-understandable)’ content(미디어 형태이든 간에)이다.

이러한 미래상은 웹에 친화적인(web-friendly) 데이터 묘사(description)를 위한 새로운 기술을 요구한다. RDF metadata standard는 XML과 같은 다른 웹 기술들과 함께 사용될 핵심 기술이다. 온톨로지는 각각 기계가 의미를 처리할 수 있고 그리고 정확히 정의된 통제된 어휘의 개념들을 제공하는(meta)data schema 이다. 공유된 공통 영역의 공리를 정의함으로써, 온톨로지는 구문(syntax)이 아니라 의미를 교환함으로써 사람과 기계가 간단히 커뮤니케이션하도록 돕는다.

아울러, 시맨틱 웹이 적용 가능한 곳은 무한하다. 사실, 분산된 채 수 많은 정보에 대한 제공과 접근을 해야 하는 각각의 곳은 어떤 의미 기반의 해결책을 가지고 검색을 행하고 있다.

이 문서에서 우리는 3가지 방식으로 온톨로지를 활용하는 eLearning 시나리오를 보여주고 있다 :

- 학습 자료의 의미(semantics, content)를 기술하기 위해. 이것은 영역 독립적인 온톨로지가

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

다.

- 학습 자원의 학습 맥락(context)을 정의하기 위해
- 학습 코스내에서 학습 자원의 구조화(structuring)를 위해서

이러한 3가지 차원의 영역은 학습 자원에 대한 검색 및 탐색을 더욱 쉽고 더욱 확실하게 해준다.

이 문서의 목적은 eLearning 의 의미적 뼈대를 온톨로지를 이용했을 때의 가능성을 명확히 하는 것이다. 우선, 목표는 정보에 대한 효율적 접근과 정보에 대한 관심을 장려하는 것이다. 그러나, 폭넓게 시맨틱 웹의 관점에서 보면, 온톨로지 기반의 학습 수행 처리는 적절하고(relevant, 문제 의존적), 개인화를 지향하고(사용자 맞춤형), 살아있고(문맥에 예민한) 과정이다. 이러한 것들은 역동적으로 변화하는 비즈니스 환경에서의 효과적인 학습의 전제조건이다. 이러한 새로운 관점은 우리를 진일보 하게 만들며 그리고 학습 과정을 비즈니스 목표를 충족하도록 하기 위해 정확한 공간과 시간, 방법으로 지식을 관리하는 과정(KM)이라고 생각하고 이해하도록 한다. 시맨틱 웹을 사용하는 eLearning과 KM을 통합하는 것은 장래성이 있는 통합이라는 것을 의미한다.

## Section 9 : Acknowledgements

The research presented in this paper would not have been possible without our colleagues and students at the Institute AI B, University of Karlsruhe, and Ontoprise GmbH. We thank all of them. Research for this paper was partially financed by EU in the IST-2000-28293 project "OntoLogging" and by US Air force in the DARPA-DAML project "OntoAgent".

### References

- Adelsberger H., Bick M., Körner ., Pawlowski J.M. (2001). Virtual Education in Business Information Systems (VAWI) - facilitating collaborative development processes using the Essen Learning Model, In Proceedings of the 20th ICDE World Conference on Open Learning and Distance Education, Düsseldorf, Germany, April 2001.
- Berners-Lee T. (2000). What the semantic web can represent, <http://www.w3.org/DesignIssues/RDFno.html>.
- Barker Ph. (2000). Designing Teaching Webs: Advantages, Problems and Pitfalls; Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunication, Association for the Advancement of Computing in Education, Charlottesville,

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

VA, pp. 54-59.

Chen W., Hayashi Y., Jin L., Mitsuru I., Mizoguchi R., (1998), An Ontology-based Intelligent

Authoring Tool, Proceedings of the Sixth International Conference on Computers in Education, Beijing, pp. 41-49.

Crampes, M. and Ranwez, S., Ontology-Supported and Ontology-Driven Conceptual Navigation on the World Wide

Web, 11th ACM Hypermedia Conference, May 30 -- June 4, 2000, ACM Press, San Antonio, Texas. pp. 191-199.

Decker S., ensel D., van Harmelen ., Horrocks I., Melnik S., Klein M., and Broekstra J. (2000). Knowledge

representation on the web, IEEE Internet Computing, September/October 2000.

Decker, S., Erdmann, M., ensel, D., & Studer, R. (1999). Ontobroker:

Ontology based access to distributed and

semi-structured information, in Meersman, R. et al. (Eds.), Database Semantics: Semantic Issues in Multimedia

Systems, Boston, USA, pp. 351-359. Kluwer Academic Publisher.

Drucker P. (2000). Need to Know: Integrating e-Learning with High Velocity Value Chains, A Delphi Group White

Paper, <http://www.delphigroup.com/pubs/whitepapers/20001213-e-learning-wp.pdf>.

Erdmann M. and Studer R. (2000). How to structure and access XML documents with ontologies. Data and

Knowledge Engineering - Special Issue on Intelligent Information Integration DKE(36) (3): 317-335

ensel, D., van Harmelen, ., Horrocks, I., McGuinness, D. L., & Patel-Schneider, P. . (2001). OIL: An ontology

infrastructure for the semantic web. IEEE Intelligent Systems, 1 (2):38-44.

Gruber, T. (1993). A translation approach to portable ontology specifications. Knowledge Acquisition, 5:199-220.

Handschuh S., Staab S., Mädche A. (2001). CREAM — Creating relational metadata with a component-based,

ontology-driven annotation framework. To appear in AC K-CAP 2001. October, Vancouver.

Heflin, J., and Hendler, J. (2000), Semantic Interoperability on the Web. In Proceedings of Extreme Markup

Languages. Graphic Communications Association, 2000. pp. 111-120.

Nejdl W. (2001). Learning Repositories – technologies and Context, To appear in Proceedings

## 선진이러닝 기술표준 연구그룹

of ED- EDIA 2001

World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, June 25-30, Tampere, Finland

Kifer, M., Lausen, G., & Wu, J. (1995). Logical foundations of object-oriented and frame-based languages. *Journal of the AC*, 42:741–843.

Maedche, A., Staab, S., Stojanovic, N., & Studer, R. (2001). SEAL - A framework for Developing Semantic portALS. In *Proceedings of the 18th British National Conference on Databases*, July, Oxford, UK, LNCS 2097, Springer, pp. 1-22.

Maurer H. and Sapper M (2001). E-Learning Has to be Seen as Part of General Knowledge Management, In *Proceedings of ED- EDIA 2001 World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications*, Tampere, AACE, Charlottesville, VA (2001), pp. 1249-1253.

Qu C., Gamper J. and Neidl W. (2001), A Collaborative Courseware Generating System based on WebDAV, XML, and JSP, to appear in *Proceedings of IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies - ICALT 2001*, Madison, USA

Staab S., Schnurr H.-P., Studer R., and Sure. Y. (2001). Knowledge processes and ontologies. *IEEE Intelligent Systems*, Vol. 1 , No. 1, January/ February 2001