

학습 콘텐츠 적응화를 위한 U-러닝 시스템 설계

김정석*, 장효경*, 장복만*, 김봉희**, 최의인*

*한남대학교 컴퓨터공학과

** (주)유비엔씨

{jskim, hkjang, bmjang, eichoi}@dbleab.hannam.ac.kr

**kbh@ubnc.net

Design of Intelligent U-Learning System for Adaptation of Learning Contents

Jeong-Seok Kim*, Hyo-Hyung Jang*, Bong-Hoi Kim**, Eui-In Choi*

*Dept of Computer Engineering, Hannam University

**UBNC Co., Ltd

요 약

유비쿼터스 환경에서 러닝 서비스는 언제, 어디서, 어떠한 물리적 장치에 구애받지 않고 사용자에게 적절한 서비스를 제공할 수 있어야 한다. 그러한 u-러닝 서비스를 제공하기 위해서는 학습자 수준을 정확히 판단할 수 있는 진단 기법이 필요하다. 또한 u-러닝 서비스에서 학습자의 학습 환경을 정확히 파악하여 이에 적절한 형태의 학습 콘텐츠를 제공하는 학습 콘텐츠 적응화 기술도 요구된다. 따라서 본 논문에서는 온톨로지 모델링을 이용하여 학습자의 프로파일과 학습 콘텐츠를 모델링하고, 모델링된 프로파일 정보와 콘텐츠 정보를 온톨로지 추론 규칙을 정의함으로써 학습자의 학습 정보를 정확히 파악하고 학습자에게 적절한 학습 콘텐츠를 제공할 수 있는 온톨로지 모델링과 추론을 기반으로 유비쿼터스 환경에서 학습자의 정보와 각 이종 디바이스에 대해 적합한 학습 콘텐츠를 제공할 수 있는 u-러닝 시스템을 제안한다.

1. 서론

최근 몇 년간 유비쿼터스 컴퓨팅에서 사용가능한 기술들이 빠르게 발전하고 있으며, 한국전산원에서는 우리나라도 2010년이면 유비쿼터스 시대에 들어설 것이라는 전망을 하고 있다[3]. 이러한 기술들의 발전에 따라 교육 분야에서도 beyond e-learning이라는 유비쿼터스 러닝이라는 개념이 나타나고 있다. 러닝 서비스는 웹을 통한 e-러닝 서비스에서 모바일을 이용한 m-러닝 서비스, TV를 이용한 T-러닝 서비스에서 앞서 말한 u-러닝 서비스로 발전하고 있다.

e-러닝 서비스는 시간과 장소에 구애를 받지 않고 인터넷을 이용할 수 있는 곳이라면 웹을 통한 GUI(Graphical User Interface)를 제공함으로써 좀 더 효율적이고 정확한 학습 정보를 제공하고자 하였다. 그리고 e-러닝 서비스를 제공하기 위해 필요한 핵심적인 요소로는 접근방법에 따라 크게 세 가지를 들 수 있는데, 학습 관리 시스템(LMS : Learning Management System), 콘텐츠 관리 시스템(CMS : Content Management System), 학습 콘텐츠 관리 시스템(LCMS : Learning Content Management System)으로 나누어진다.

첫째로, 학습 관리 시스템은 학습에 관한 안내, 등록, 학습

자원 관리, 학습 효과의 측정 등 학습 관련 정보를 관리하기 위한 시스템이며, 둘째로 콘텐츠 관리 시스템은 일반적으로 웹에서 사용되는 콘텐츠의 생성, 수정, 관리를 목적으로 가지고 있다. 마지막으로 학습 콘텐츠 관리 시스템은 LMS에 CMS의 콘텐츠 관리 기능을 접목시킨 시스템으로 학습 정보 관리 및 학습 콘텐츠를 학습객체로 관리하여 생성, 수정, 관리하기 위한 시스템으로 대용량의 학습 콘텐츠를 효율적으로 관리할 수 있고 학습자의 특성에 맞게 학습 콘텐츠를 제공할 수 있는 기능이 있다[1, 2].

SCORM이 주축이 된 기존의 e-러닝 시스템은 유비쿼터스 시대의 변화에 적응하기 위한 노력을 하고 있다. u-러닝 시스템은 유비쿼터스 환경을 기반으로 시간과 장소의 구애를 받지 않아야 할 뿐 아니라, 물리적인 디바이스의 제한을 넘어서야 하며, 학습자의 수준에 맞게 학습자가 원하는 학습 정보만을 학습할 수 있는 적응적이고 최적의 학습 환경을 제공해야 한다[3]. 그리고 학습자간의 협력 학습과 능동적으로 학습활동에 참여할 수 있도록 유도해야 한다. 하지만 SCORM 기반의 e-러닝 시스템은 앞서 말한 무선 환경 즉, 유비쿼터스 환경에서 디바이스에 적응적인 서비스 지원과 SCORM RTE에서 제공하는 Sequencing 기능을 사용함으로써 학습자의 능동적인 참여 유도를 이끌어내기 어렵다. 또한 표준화되지 못한 메타데이터 모델을 사용함으로써 이종 시스템 간의 데이터 공유나 서비스 제공이 어려웠다.

본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

본 연구는 산학연공동기술개발지원사업으로 수행된 연구 결과임.

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에 적합한 적응적 u-러닝 시스템을 설계하고 구현하는 것을 목적으로 하고 있다. u-러닝에서 반드시 요구되어야 하는 학습자의 수준을 정확히 파악하고, 학습자의 환경에 구애받지 않고 수준 및 환경에 적응적으로 학습 콘텐츠를 제공할 수 있는 기법을 제시한다. 제안하고자 하는 기법은 온톨로지 모델링을 이용하여 학습자의 프로필 및 학습 콘텐츠를 모델링하고, 모델링한 데이터들을 이용하여 온톨로지 추론 엔진을 통하여 학습자의 수준 판단과 학습 Sequencing, 학습 디바이스에 적응적 콘텐츠 제공을 추론 규칙을 정의함으로써 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대해 서술하고, 3장에서는 본 논문에서 제안한 u-러닝 시스템을 위한 학습 콘텐츠 적응화 기법에 대하여 기술하며, 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 온톨로지

2.1.1 OWL Ontology

온톨로지란 인간과 프로그램이 특정 도메인(domain)에 대한 지식을 공유하는데 도움을 주기 위해 사용된 개념화 명세서로 정의된다[4]. 온톨로지는 장점은 크게 세 가지로 말할 수 있다.

첫째, 지식의 공유를 말할 수 있다. 온톨로지의 사용은 시맨틱 웹 혹은 유비쿼터스 환경에서 이질적인 에이전트와 서비스가 상호작용하는 동안 도메인에 대한 일반적인 개념의 집합을 쉽게 가지도록 한다. 둘째, 로직 추론이 가능하다는 것이다. 온톨로지는 사람이 가지고 있는 지식을 서술논리(Description Logic)에 기반을 두어 표현하였기 때문에 이를 이용한 다양한 로직 추론 메카니즘을 만들 수 있다. 셋째, 지식 및 정보의 재사용성이다. 이는 이중 혹은 다른 도메인의 잘 정의된 웹 온톨로지의 재사용으로, 온톨로지의 구성을 더욱 쉽게 한다.

온톨로지를 구현하는데 OWL(Web Ontology Language) 온톨로지 언어는 W3C에 의해 가장 최근에 제안된 언어로, 현재로는 가장 많이 활용하는 언어이다. 이는 형식적인 시맨틱을 가진 어휘를 추가함으로써 다른 언어들보다 표현력에서 우수하다고 평가되고 있기 때문이다[5].

OWL은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. OWL이라고 불리며 모든 OWL 언어 근원어를 사용하며 이 근원어들을 RDF나 RDF 스키마와 임의로 조합하는 것을 허용하는 OWL Full, 계산의 효율성을 얻기 위한 목적으로 OWL과 RDF의 구성자들이 어떻게 사용될 것인지를 계산하는 OWL DL(Description Logic), OWL DL에 더 강화된 제약 조건들을 통해 언어 구성자들의 부분집합으로 제한하는 OWL Lite로 구분된다[6].

2.1.2 온톨로지 모델링

온톨로지 모델링이란 특정 도메인에서 사용되는 어휘들

과 어휘들간의 정의하는 것으로 설명할 수 있다. 이는 정보의 구조화가 용이하고 상호 관계성 및 부분적인 정보 표현이 용이하고 유비쿼터스 환경에서 컨텍스트 정보를 공유하고 재사용할 수 있다는 장점이 있다.

2.2 OWL 온톨로지 추론

OWL 온톨로지 추론은 OWL 온톨로지에 의해 서술논리로 정의된 표현들을 이용한다. 온톨로지 추론은 TBox 추론과 ABox 추론으로 구분이 된다.

TBox(Terminological Box)는 온톨로지의 스키마를 포함하고 클래스와 서브클래스의 포함하는 Subsumption 관계를 추론한다. ABox(Assertional Box)는 TBox의 무결성을 테스트하고 하나의 인스턴스가 정의된 클래스에 포함되는지 검사하는 인스턴스 관계를 추론하는 기능을 가진다. 그리고 경험의 규칙을 SWRL로 작성하여 TBox와 ABox의 관계를 추론하는 SWRL(Semantic Web Rule Language) 추론으로 구성된다.

표 1은 현재 많이 활용되고 있는 온톨로지 엔진들에 대해 보여준다.

<표 1> 온톨로지 추론 방식에 따른 추론 엔진

온톨로지 추론 엔진	연구기관	구현 언어 및 상업용
FaCT, FaCT++	Ian Horrocks, U. of Manchester	LISP, C++ 기반의 open source
Pellet	U. of Maryland, MIND Lab.	Java 기반의 open source
RacerPro	Racer/Franz Inc.	LISP 기반의 상업용
KAON2	U. of Karlsruhe /Ontoprise	Java 기반의 API 및 상업용
Jena2	HP Lab.	Java 기반의 open source
보쌈 (Bossam)	ETRI	Java 기반의 open source
TJP	Stanford Univ.	FOPC 기반 하이브리드 온톨로지 추론
OWLJessKB	Drexel Univ.	Java 기반의 open source

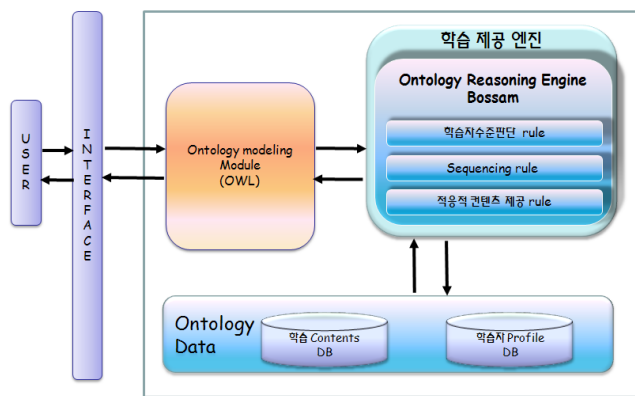
표 1에서 보이는 온톨로지 추론 엔진은 추론을 제공하는 방식에 따라 나뉘는데, FaCT와 FaCT++, Pellet, RacerPro는 Tableaux 알고리즘을, Jena2, 보쌈, JTP, OWLJessKB는 Axiomatic 방식을, KAON2는 Disjunctive Datalog 방식을 사용한다. 이러한 엔진들은 온톨로지이 이루어진 표현들의 모든 클래스 사이의 Subsumption 관계를 계산하여 분류하고, 온톨로지가 satisfiability한지를 검사한다. 그리고 온톨로지를 표현하고 있는 클래스 descriptor의 consistency를 검사하고, 인스턴스가 어느 클래스에 속하는지 realization 기능을 제공한다[7]. 일반 사용자에게 보다 편리한 사용자 인터페이스 환경을 제공하기 위해서는 현재의 윈도우즈의 기반 사용자 인터페이스의

차원을 넘어서 사용자의 작업을 대행해 줄 수 있는 에이전트 시스템이 제공되어야 한다. 또한 에이전트 시스템서비스 확장과 사용보급을 위하여 응용을 위한 미들웨어 플랫폼에 대한 연구개발이 이루어져야 한다.

3. u-러닝 시스템을 위한 학습 콘텐츠 적응화 기법

본 장에서는 학습자에게 적절한 콘텐츠를 제공하고 또한 학습자의 수준을 판단, 분석하기 위한 학습 정보 및 콘텐츠의 모델링 기법과 모델링된 정보들을 온톨로지 추론 엔진을 이용하여 학습자 수준을 판단하고 학습 콘텐츠의 적응화를 위한 학습 제공 기법을 제시하고자 한다.

그림 1은 제안 시스템의 전체적인 구성도를 보여준다.



(그림 1) u-러닝 시스템의 구성도

3.1 온톨로지를 이용한 학습 정보 모델링

3.1.1 OWL을 이용한 학습자 프로파일 모델링

학습자 프로파일 모델링을 위한 온톨로지 모델링 기법은 학습자 중심으로 학습자의 수준 판단과 적응적 콘텐츠 제공을 위한 학습자의 기본 정보 즉, 학습자의 학습 기록, 학습자의 학습 디바이스를 중심으로 모델링한다.

학습자 프로파일의 모델링은 각 학습자에게 차별화된 학습 내용과 지식 제공을 제공한다. 각 학습자의 학습 기록과 평가 기록, 학습자의 디바이스에 대한 메타데이터를 저장하였다. 학습자의 기본이 되는 이름, 성별, 학년 등의 변화가 없는 데이터는 fact로 정의하고, 그 외의 학습자의 디바이스, 학습 기록, 학습 평가 결과 등의 데이터를 individual로 정의함으로써 학습자에 대한 데이터를 갱신 혹은 검색 및 참조가 용이하게 하였다. 이는 학습자의 측면에서 학습자가 언제, 어디서, 어떤 디바이스를 이용하여도 학습자의 메타데이터를 기반으로 학습자에게 적합한 서비스를 제공할 수 있도록 하였다. 그리고 교수자의 측면에서 보면 각 학습자의 프로파일을 이용해 학습자의 학습 과정에 대한 정보를 트래킹(tracking)할 수 있으며 학습자에게 '적응적(adaptive)' 학습을 제공할 수 있도록 구성하였다.

3.1.2 OWL을 이용한 학습 콘텐츠 모델링

학습 콘텐츠의 모델링은 동영상, 혹은 텍스트 문서에 대한 과목, 과목에 대한 진도, 강의 난이도 등을 메타데이터로 기록하여 학습 콘텐츠를 검색, 제공, 재사용성 등을 관리할 수 있고 학습자의 수준과 학습 과정에 정확도를 높이고 수준별 학습을 가능하도록 구성하였다. 그리고 동영상 콘텐츠는 각 동영상의 해상도와 코덱을 추가로 구성하여 학습자의 디바이스가 노트북 PC나 PDA, 핸드폰, 데스크탑 컴퓨터 등에 따른 학습 콘텐츠의 제공이 정확하고 신속하도록 구성하였다. 또한 온톨로지 추론 엔진을 이용한 학습 제공 엔진을 통해 학습자의 수준을 평가하기 위해서, 학습평가 문항에 대한 온톨로지를 구성하였다. 학습평가 문항에 대한 정보는 문항 변별도와 문항 난이도를 포함한다. 이는 각 문항의 문항 변별도와 난이도를 이용하여 학습 제공 엔진에서 정의 되는 학습자 수준 판단 규칙에서 학습자의 수준을 분석하고 판단하는데 이용되며, 학습자가 평가를 받았을 때, 각 단원 별 학습 수준을 평가할 수 있도록 하였다.

3.2 온톨로지 추론 엔진을 이용한 학습 제공 기법

본 절에서는 유비쿼터스 환경에 적합한 적응적 u-러닝 시스템을 위한 학습 콘텐츠 제공 기법을 제시한다. 제안 기법에서는 온톨로지 모델링을 통한 데이터들을 온톨로지 추론 엔진을 이용하여 학습 콘텐츠의 적응화를 지원한다.

온톨로지 추론 엔진을 이용한 학습 제공 엔진은 국내 ETRI에서 개발된 Bossam reasoning engine(ver 0.9b45, 2006)을 이용하여 구현하였다. 학습 제공 엔진은 학습자의 수준을 판단하고 학습자에게 적절한 학습 콘텐츠를 제공해 주기 위한 추론 규칙들이 정의 된다.

첫째, 학습자 수준 판단 규칙은 학습자가 학습 평가를 할 때, 모델링을 통해 각 평가문항이 가지고 있는 문항 변별도(discriminating power)와 난이도(item difficulty)를 통해 수준 분석을 한다. 학습자가 학습 평가를 했을 때 문항이 가지고 있는 변별도와 난이도의 수치에 따라 같은 단원에서 나온 문항이라도 단원 내의 여러 유형의 문제에 대한 이해도를 분석할 수 있다. 문항변별도와 문항 난이도의 정의는 다음과 같다.

- 문항 변별도(discriminating power)

- 문항 변별도는 어떤 문항이 측정하고자 하는 능력의 상하를 얼마나 예리하게 구분해 주느냐 하는 정도를 말하는 것으로, 그 크기를 산출하여 얻은 수치를 변별도지수라고 한다.
- 어떤 검사의 총점에 따라 피검사자를 상위집단과 하위집단으로 반분했을 때, 상위집단의 정답률이 하부집단의 정답률보다 높으면 변별도가 높은 것이고, 차이가 없다면 그 문항은 상하집단을 변별하는데 아무런 구실을 못하는 것이 된다.

• 문항 난이도(item difficulty)

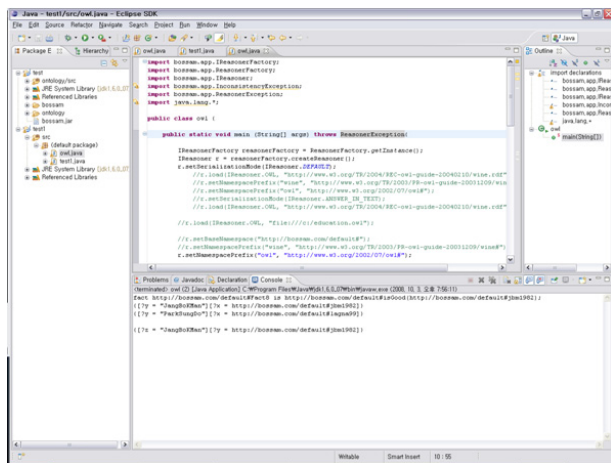
문항난이도란 문항이 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로서, 문항에 대해 총 피험자 중 답을 맞힌 피험자의 비율로 나타낸다.

학습자가 평가를 통하여 수집된 각 문항의 문항 변별도와 문항 난이도를 참조하고, 이를 기반으로 학습자의 수준을 판단할 수 있는 2모수 로지스틱을 이용한 문항반응이론을 학습 제공 엔진의 규칙으로 정의한다. 그래서 각 학습자의 평가 결과에 따라 학습 수준을 분석하고 판단할 수 있도록 한다.

둘째, sequencing 규칙은 e-러닝의 SCORM에서 제공하는 sequencing과 조금 다르게, 학습자 프로파일의 학습 기록과 학습 평가를 통한 학습자 분석에 의해 과정과 난이도에 구분 없이 학습자에게 필요한 학습 콘텐츠를 제공할 수 있다. 또한 학습 단원과 난이도에 구분 없이 콘텐츠를 통한 학습이 끝난 후에는 학습에 대한 평가를 실시함으로써 학습 콘텐츠에 대한 난이도를 재조정 하여 학습 과정을 진행할 수 있도록 구성하였다.

셋째, 적응적 콘텐츠 제공 규칙은 학습자 프로파일에서 학습자가 학습 중인 디바이스의 해상도와 코덱의 정보를 검색하고 sequencing rule에 의하여 선택된 알맞은 학습 콘텐츠를 contents transcoding module을 통해 변환하여 학습자에게 학습 콘텐츠를 제공할 수 있도록 한다.

그림 2에서는 보쌈 추론 엔진에서 규칙 정의를 자바를 이용한 부분적인 화면이다.



(그림 2) 자바를 이용한 보쌈 추론 규칙 정의

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 온톨로지 모델링과 온톨로지 추론을 통해 학습자에게 적절한 학습 콘텐츠를 제공해주기 위한 u-러닝 시스템을 제안하였다.

학습자에게 적절한 학습이 제공되는지 학습자 프로파일을 직접 온톨로지 모델링화 함으로써 학습 정보 및 데이터에 대한 효율적인 관리와, 이종 시스템간의 공유가 가능하게 하고, 학습자의 수준과 학습 환경의 파악이 용이하다. 또한 학습자의 수준과 환경에 따른 알맞은 콘텐츠를 검색, 제공이 가능하다. 보쌈 추론 엔진을 이용한 콘텐츠 제공엔

진을 구성하여 모델링 데이터를 기반으로 학습자의 수준 판단, sequencing, 적응적 콘텐츠 제공을 위한 추론 규칙을 정의함으로써 학습자 평가에 의한 학습자 수준 파악의 정확성이 향상될 수 있으며, 학습자가 능동적인 참여를 유도할 수 있고, 이에 따른 학습 콘텐츠를 제공, 학습자의 디바이스에 맞는 콘텐츠를 적응적으로 제공해줄 수 있다. 또한 학습자 수준 판단 및, 적응적 콘텐츠 제공을 위한 추론 규칙을 생성, 수정, 삭제할 수 있으므로 상황에 따라 능동적인 학습 제공이 가능하다.

이러한 온톨로지와 온톨로지 추론 엔진을 이용한 러닝 시스템을 기반으로 향후 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 사용자와 서비스 제공자가 존재하는 각 환경에서 사용자 및 서비스 제공자에 대한 정보를 온톨로지화 하고 서비스 제공을 위한 추론 규칙을 효율적으로 정의한다면 본 논문에서 제안한 러닝 시스템 외에 많은 유비쿼터스 환경에서의 서비스에 유용하게 사용될 것이다.

참고문헌

[1] 조용상, "한 눈에 알아보는 LMS의 구조", 마이크로소프트웨어 특집 3-1, 2002
 [2] MaishN., "LCMS = LMS +CMS [RLOs]," elearningpost.com, 2001
 [3] 이남숙, "유비쿼터스 교육의 현황", 2006
 [4] Gruber, T., "A Translation Approach to Portable Ontology Specifications", in Knowledge Acquisition Journal, Vol.5 pp.192-220, 1993
 [5] 김현주, 설진성, 최현종, 김태영, "온톨로지를 적용한 e-Learning 학습 자료 검색 시스템", 『한국컴퓨터교육학회 논문지』 제9권 제 6호, 2006. pp.29-39
 [6] Grigoris Antoniou, Frank van Harmelen, "A Semantic Web Primer", (주)시맨틱스, 2007
 [7] 최정화, 박영택, "온톨로지 추론 기술 동향", 정보과학회지 제24권, 제12호, 2006. pp.47-55