

# 자기주도적 학습을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 이러닝 시스템

최속영<sup>†</sup> · 양형정<sup>††</sup>

## 요 약

본 연구에서는 사이버 가정학습에서 학습자들의 자기주도적 학습을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 학습지원 시스템을 개발하였다. 본 시스템은 학습내용에 대한 온톨로지를 구현하여 학습 개념들간의 관련성을 학습자에게 시각적으로 구조화하고 선.후 개념들의 관련성을 보여줌으로써 학습자들이 학습내용에 대한 이해를 높일 수 있도록 지원하고 있다. 또한, 온톨로지를 구축시 정의된 다양한 속성 정보들을 이용한 고차원적인 추론 기능을 제공함으로써 학습에 대한 흥미와 동기를 높일 수 있도록 하고 학습자의 주도적이고 능동적인 학습을 지원하고 있다.

주제어 : 온톨로지, 자기주도적 학습, 추론

## An Ontology-based e-Learning System for supporting Self-Directed Learning

Sook-Young Choi<sup>†</sup> · Hyung-Jung Yang<sup>††</sup>

### ABSTRACT

In this study we developed an ontology-based e-learning system for supporting self-directed learning. In this system, a domain ontology of a learning topic was constructed and relation properties were defined to indicate the relations among the learning concepts. The learning concepts and their relationships are structured visually through the domain ontology. It also boosts understandabilities of students by means of the visualization of relationships among the pre and post concepts. In addition, the system provides reasoning so that learners can do intelligent query when they want to learn more or they are curious about the high-level knowledge while they are learning a topic. These features of the system would help learners' self-directed and active learning.

**Keywords** : Ontology, Self-Directed Learning, Reasoning

† 종신회원 : 우석대학교 컴퓨터교육과 교수 (교신저자)

†† 정 회원 : 전남대학교 전자·컴퓨터 공학과 교수

논문접수 : 2010년 07월 15일, 심사완료: 2010년 07월 23일

\* 본 논문은 2008년도 교육과학기술부의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRF-2008-313-2-D00988).

## 1. 서 론

오늘날, 지식정보사회에 적합한 인재를 양성하기 위해서는 기존의 학교교육이 안고 있는 경직성에 벗어나 교육수요자 중심의 보다 유연한 교육체제가 필요하며, 이러한 노력 중의 하나가 최근 활발히 도입되고 있는 이러닝이다. 최근 학교교육 분야에서도 이러닝을 활성화하기 위한 노력이 꾸준히 이루어지고 있으며, 최근 공교육에서 이루어지고 있는 이러닝 활성화를 위한 전략중 하나가 사이버가정학습이다. 사이버 가정학습이란 인터넷을 활용하여 학생들에게 수준별 학습 콘텐츠를 제공하고, 사이버학습을 통한 조직적인 학습관리를 지원하는 학습자 중심의 교육서비스를 가리킨다[1].

우리나라의 사이버가정학습은 2004년 8월에 시범서비스를 시작하여, 전국 16개 시.도에서 서비스가 제공되고 있다. 사이버 가정학습은 교육환경의 불균형 및 지나친 사교육비 지출의 문제를 어느 정도 해소할 수 있을 뿐 아니라, 시.공간의 제약을 넘어 새로운 학습 문화를 창조함으로써 전통적인 교실학습을 보완할 수 있는 학습형태로 시작되었다.

사이버가정학습이 점차 활성화되기 시작함에 따라 사이버가정학습의 효과성을 고찰하고 이를 보다 효과적으로 운영하기 위한 방안에 대한 연구들이 진행되었다. 그런데, 이들 연구결과들을 분석해보면, 사이버가정학습에 영향을 미치는 요인들로 자기주도적 학습능력, 자기효능감, 사이버가정학습 이용동기, 사이버선생님 유형들을 들 수 있다. 특히, 자기주도적 학습 능력이 높은 학생들의 경우, 사이버가정학습이 보다 잘 이루어지고 이를 통해 학습 성취도가 향상된 것을 볼 수 있었다[2, 3]. 따라서 사이버가정학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 지원하기 위한 노력으로 학생들의 자기효능감과 자기주도적 학습능력을 향상시키기 위한 연구가 필요하다.

사이버가정학습에서 학생들의 자기주도적 학습능력을 향상시키기 위해서는 학습자들이 학습을

수행시 필요한 학습정보를 효과적으로 제공하고 학습과정에서 학습자들에게 필요한 도움을 적절히 제공해주는 것이 매우 중요하다[7]. 본 연구에서는, 이러한 일환으로 온톨로지를 통해 학습할 내용에 대한 개념들을 시각적으로 구조화하고 선.후 개념들의 관련성을 지원함으로써 학습자들이 학습내용에 대한 이해를 높일 수 있도록 하고 있다. 또한, 학습자로 하여금 학습내용에 대해 능동적이고 고차원적인 질의가 가능하도록 추론 기능을 지원함으로써 학습자의 학습 흥미와 동기를 부여할 수 있도록 하였다. 따라서 본 연구에서는 온톨로지를 이용하여 학습자에게 학습을 수행하는데 필요한 학습 정보 및 추론 기능과 같은 도구 제공함으로써 학습자들의 주도적 학습을 지원할 수 있도록 하였다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 이러닝에서의 자기주도적 학습

자기주도적 학습은 학습자 개개인이 학습의 주도권을 가지고 자신의 학습요구를 진단하고, 학습 목표를 설정하며, 학습에 필요한 자원을 확보하고, 적절한 학습 전략을 선택, 실행하여 성취한 학습 결과를 스스로 평가하는 과정 및 활동을 의미한다[6]. 즉, 자기주도적 학습은 학습자가 책임을 지고 자신의 학습과정을 주관함으로써 자신에게 유의미한 지식을 구성하고 필요한 기술을 습득하는 것이라고 볼 수 있다.

이러닝 학습에서 자기주도적 학습 능력은 주요한 요소로 고려되고 있다. 최근의 연구들에 의하면, 이러닝이 성공하기 위해서는 학습자들의 높은 자기주도적 학습 능력이 요구된다고 지적하고 있다. 국내의 사이버가정학습에 관한 연구에서도 자기주도적 학습 능력이 높은 학생들의 경우, 사이버가정학습이 보다 잘 이루어지고 이를 통해 학습 성취도가 향상된 것을 볼 수 있었다. [2][3]의 연구에서는 사이버가정학습이 보다 효과적으로 운영되기 방안으로 학생들의 자기효능감과 자기주도적 학습능력을 파악하고 이를 증진시키기 위

한 방안이 사이버가정학습에 포함되어야 한다고 제안하고 있다. 또한, 이러한 제안은 [5]에서, 유러닝 환경에서 미래 교육의 방향을 학생들에게 단순히 지식을 전달하는 방식의 기존 교육과는 달리 학습자 중심의 자기주도적 학습이 강조되고 개인별 맞춤형 교육을 지향하며 원활한 의사소통 방법을 이용하여 협력 중심의 활동을 강조해야 한다는 것과 같은 맥락에 있다고 볼 수 있다.

이러닝에서 자기주도적 학습을 향상시키기 위한 방법으로 학습에 필요한 학습 자료나 스캐폴딩(scaffolding)을 제공하는 교사 혹은 컴퓨터 에이전트들을 이용하는 방법들이 제안되었다[7]. 특히, 스캐폴딩은 오프라인 학습에서도 학습자의 학습을 도와주는 중요한 요소이다. 이러닝에서 이러한 스캐폴딩은 학습자들이 보다 학습을 효과적으로 수행할 수 있도록 도와 주기위해 여러 가지 전략 및 가이드를 제공하는 학습 에이전트 형태로 구현될 수 있다.

## 2.2 이러닝과 온톨로지

이러닝은 기존의 시간.공간 내용에 있어서 한정되었던 학습을 즉각적이고 일상적이며, 개인 학습자에 요구와 특성에 맞는 맞춤형.적응형의 학습으로 대체하는 것이다. 이러한 이러닝의 즉각적이고, 적응적인 학습에 대한 요구사항을 만족시키기 위해서는 학습 자원에 있어서 의미 부여가 되어 있고, 새로운 학습 요구에 부응하기 위해 쉽게 새로운 학습 코스로 조합되어야 한다. 뿐만 아니라, 학습자 관심과 취향에 따라 쉽게 유용한 학습 자원을 발견할 수 있어야 한다.

그런데, 온톨로지는 다음과 같은 특징이 지원되기 때문에 이러한 이러닝 시스템을 잘 구현할 수 있는 적절한 플랫폼으로 간주될 수 있다. 온톨로지는 구조화된 단어들과 명시적이고 잘 정의된 의미로부터 구성되기 때문에 교육적인 맥락에서의 지식의 형태들을 효과적으로 조직화할 수 있고 학습 요소들을 위한 개념 모델을 잘 정의할 수 있다[11]. 온톨로지는 클래스들, 인스턴스들, 클래스들사이의 관련성, 그것들을 위한 속성들, 제

약들, 규칙들의 특징에 의해 지식이 재사용 가능하며, 이에 따라 학습 콘텐츠의 재사용성과 공유를 지원할 수 있다[12]. 또한, 새로운 학습 요구에 부응할 수 있는 학습 코스로 쉽게 조합되어 질 수 있다. 또한, 온톨로지는 추론을 지원하기 때문에 개인화된 학습 서비스를 제공하기 위해 학습자 모델 온톨로지와 학습 도메인 온톨로지를 통한 추론을 수행하게 한다. 또한, 어떠한 도메인에 한정된 온톨로지는 학습 객체의 검색을 용이하게 할 수 있다.

## 2.3 온톨로지 기반의 이러닝 시스템

지금까지 수행되어온 온톨로지 기반의 이러닝 시스템은 대부분 학습자 개개인의 특징에 맞는 학습을 지원하기 위한 적응형 학습에 대한 연구이다. 이러한 적응형 학습을 지원하기 위해 온톨로지 기술을 이용한 연구들이 외국을 중심으로 수행되어 왔다.

외국에서 수행되었던 온톨로지 기반 이러닝 시스템으로, AIMS[10]는 지식베이스에 기반하여 적응형 학습을 지원하고 있다. 이 지식 베이스의 핵은 도메인 온톨로지이다. 도메인 온톨로지는 어떠한 코스의 중심 개념들을 포함하고 있으며 그러한 개념들을 따라 코스를 구조화시키고 있다. 사용자 모델은 사용자 프로파일을 포함하며 적응형 학습을 위한 기초 정보를 제공한다. OntAware[13] 시스템에서 온톨로지는 학습객체의 생성을 위해 사용되기도 하고, 학습자로 하여금 학습 콘텐츠의 자유 향해를 지원하기 위해 사용된다. 이 시스템은 학습자에게 향해에 관한 가이드를 제공하기 위해 온톨로지 기반 스크린을 통한 코스웨어 학습 계획을 지원하고 있다. 적응성을 위한 방법으로 학습자의 향해를 위한 가이드에 실시간 적응성을 지원하고 있다. Personal Reader[14]는 시멘틱 웹에서 개인화된 이러닝을 제공하기 위해 개발되었다. 이 시스템에서는 학습자가 고려하고 있는 학습 객체에 관한 부가적인 참고 자료, 연습 문제, 보다 자세히 설명된 정보, 그것에 관한 다

른 관점, 학습 목표, 학습내용과 관련된 응용 등과 같은 학습에 관한 추천 사항과 같은 정보를 학습자의 특성에 맞게 학습자에게 제공하고 있다. TANGRAM[15]은 학습자 개인의 구체적인 필요에 따라 적응적 학습 콘텐츠를 제공하고 있다. 즉, 학습자가 관심 있는 개념에 대한 현재 지식 수준, 학습자의 학습 방식, 다른 개인적인 선호하는 것에 따라 적응적인 학습 콘텐츠를 제공하고 있다. 이 시스템에서는 이러닝에서 사용되는 온톨로지를 다음과 같은 세가지 형태로 구분하여 사용하고 있다. 학습 내용의 주제들을 기술하는 도메인 온톨로지, 학습 구조를 형식화하는 구조 온톨로지와 그 학습내용에 대한 교수법을 제시하는 상황 온톨로지를 지원하고 있다.

온톨로지 기반의 이러닝 시스템들을 분석한 바에 의하면, 거의 모든 시스템들이 도메인 온톨로지와 사용자 온톨로지를 이용하여 적응적 학습을 지원하고 있다. 즉, 학습자의 개인화된 서비스를 제공하기 위해 학습할 내용에 대한 선수지식과 학습 이력에 기초하여 학습자에 적합한 학습내용을 제공하고 있다. 분석 결과와 같이 기존의 온톨로지에 기반한 관련 연구들의 경우, 적응적 학습의 지원을 위한 많은 노력들이 있었지만, 본 연구와 같이 온톨로지를 이용하여 학습자의 자기주도적 학습을 지원하기 위한 방안은 고려되지 않았다.

### 3. 자기주도적 학습을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 이러닝 시스템 설계

본 장에서는 본 연구에서 개발한 자기주도적 학습을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 이러닝 시스템의 설계 내용을 기술한다.

#### 3.1 시스템의 특징

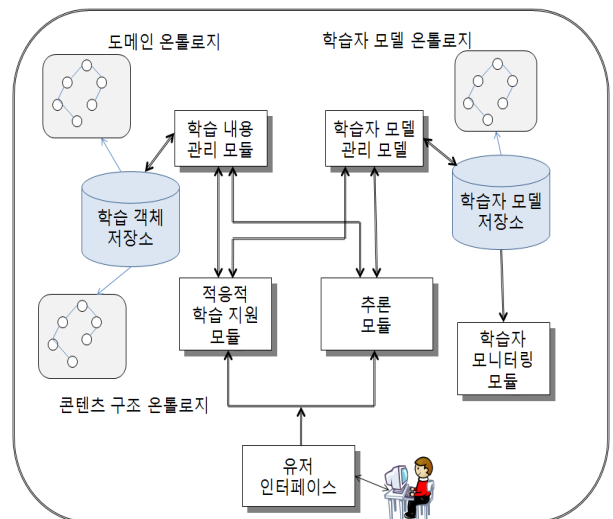
본 시스템은 사이버가정학습에서 학습자들의 자기주도적 학습을 지원하기 위해 다음과 같은 기능을 지원하고 있다. 먼저, 학습자들이 학습을 수행할 때 학습의 이해를 돕기 위해 학습 내용에

대한 주요 개념들과 그 개념들사이의 관련성을 트리형태의 시각 인터페이스를 제공하고 있다. 이를 통하여 학습자들은 개념들 사이의 관계를 쉽게 파악할 수 있고, 그 개념들의 노드를 클릭하였을 때 그에 대한 설명을 제공함으로써 학습자의 학습을 돕고 있다.

또한, 학습자들이 학습을 수행하면서 의문 사항이 생길 때 그에 대한 질문을 할 수 있도록 하고, 시스템은 이에 대한 답변을 제공하도록 지원하고 있다. 이를 위해 시스템은 온톨로지의 관계 속성들을 이용하여 추론을 수행함으로써 질문에 대한 답변을 하게 된다. 이러한 기능들은 마치 가정교사가 옆에서 학습자들의 학습을 돕는 것처럼 시스템이 학습자들의 학습을 돕고, 학습 흥미와 동기를 높일 수 있도록 지원한다.

#### 3.2 시스템의 구성

본 연구에서 설계한 온톨로지 기반의 학습 시스템은 <그림 1>와 같이 학습내용과 관련된 온톨로지, 학습자 모델 온톨로지, 학습내용 관리 모듈, 학습자 모델 관리 모듈, 적응적 학습 지원 모듈, 추론 모듈, 학습자 모델 저장소, 학습자 모니터링 모듈 등으로 구성된다.



<그림 1> 시스템의 구성도

도메인 온톨로지는 개념들의 관련성을 나타냄으로써 학습자가 학습할 주제에 대한 이해를 보다 쉽게 할 수 있도록 하며, 정의된 개념들간의

관계속성을 통해 학습자의 질의에 대한 추론을 수행할 수 있도록 지원한다. 학습자 모델 온톨로지는 학습자의 각 특성들을 나타내고 있으며, 학습자의 학습 스타일, 학습 수준, 학습 이력, 선수 지식, 학습 목표, 학습 상황 정보 등을 포함한다. 적응적 학습 지원 모듈은 학습자의 특성에 맞는 적응적인 학습을 지원하기 위한 것으로 학습자 모델 관리 모듈의 도움을 받아 학습자의 학습 이력을 분석하고 학습 평가 후 학습자의 수준을 진단하게 된다. 추론 모듈은 도메인 온톨로지에서 정의된 각 학습 개념과 학습 개념들간의 관계 속성을 이용하여 학습내용에 대해 지능적이고 고차원적인 질의가 가능하도록 추론을 수행한다. 특히, 본 연구에서는 학습내용 온톨로지와 추론 모듈을 중점으로 기술하도록 한다.

### 3.3 학습내용 온톨로지 구축

학습내용 온톨로지는 계층 구조 형태로 구성된다. 도메인 온톨로지는 학습 주제에 대한 개념들의 분류와 관련성을 나타내며, 콘텐츠 구조 온톨로지는 각 개념들에 대한 학습 객체의 지식 구조를 나타내는 것으로 지원되는 콘텐츠의 분류와 메타 정보를 포함하고 있다. 도메인 온톨로지는 개념들의 관련성을 나타냄으로써 학습자가 학습할 주제에 대한 이해를 보다 쉽게 할 수 있도록 하며, 정의된 개념들간의 관계속성을 통해 학습자의 질의에 대한 추론을 수행할 수 있도록 지원한다.

정의1) 도메인 온톨로지는 트리 형태로 정의되며 다음과 같은 3 튜플의 집합으로 정의된다.

- $$L-Onto(O) = \{ O = \langle r, o_1, o_2 \rangle \mid o \in R \times O \times O \}$$
- i) 노드들의 집합  $O = \{ concept_1, concept_2, \dots, concept_n \}$
  - ii) 간선들의 집합  $R \subseteq \{ O \times O \}$ ,  $R = \{ subconceptOf, superconceptOf, associationOf, instanceOf, conceptOf \}$

도메인 온톨로지에는 학습 개념들간의 관계 속성들이 정의되고 있다. subconceptOf는 한 개념에

속하는 부분 개념들을 나타내며, associationOf는 한 개념이 다른 개념과 관련이 있음을, superconceptOf는 한 개념의 상위 개념을 의미하며, instanceOf는 한 개념에 속하는 인스턴스를 의미한다. 또한, conceptOf는 인스턴스들이 속하는 한 개념을 의미하게 된다. <표 1>은 개념들과의 관계 속성과 학습 순서에 관련된 속성을 정리한 내용을 보여준다.

<그림 2>는 위의 온톨로지의 계층 구조에 대한 예로서 중학교 생물 과목의 “생식과 수정”에 대한 내용을 보여주고 있다. <그림 2>에서 볼 수 있는 바와 같이 “수정” 개념과 관련된 개념으로 “생식세포” 개념이 associationOf 속성으로 연결되어졌다. 이 개념들사이의 관련 속성은 prerequisite을 이용하여 연결될 수도 있다.

<표 1> 학습 내용 온톨로지에 관련된 다차원 관계 속성들

다차원 관계	온톨로지 속성	속성에 대한 설명
개념 관계 속성	subconceptOf	한 개념에 속하는 하위 개념들
	superconceptOf	한 개념의 상위 개념
	instanceOf	한 개념에 속하는 실례들
	conceptOf	실례들이 속하는 개념
	associationOf	한 개념이 다른 개념과 관련이 있음
학습 순서 관계 속성	prerequisite	학습 과정에서 어떤 개념을 학습 하기 전에 미리 학습이 이루어져야 되는 선수 개념
	learningPath	한 개념의 학습을 위해 관련된 학습 객체들의 학습 순서

즉, “수정” 개념을 학습하기 전에 미리 학습해야 될 선수 지식으로 “생식세포” 개념을 prerequisite 속성을 이용하여 연결할 수 있다. 학습 개념 “수정”에 속하는 부분 학습 개념들로 “식물의 수정”과 ‘동물의 수정’을 subconceptOf으로 나타낼 수 있다.



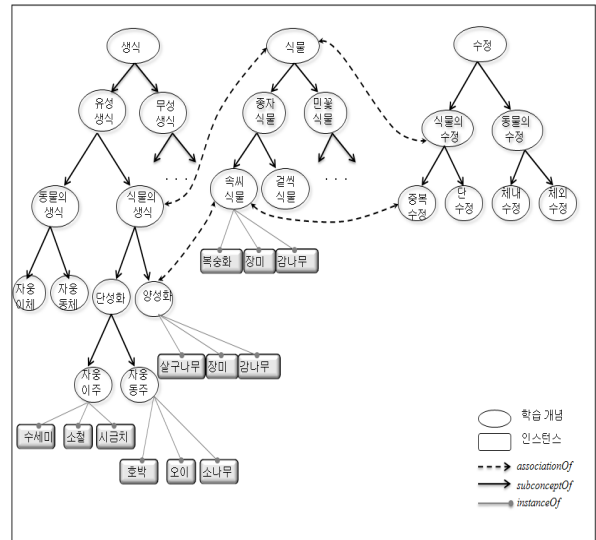
반의 자기주도적 학습 시스템을 보여주고 있다. <그림 5>는 “생식과 수정”의 학습 내용에 포함되는 학습 개념들과 그들간의 관련성을 트리 형태로 보여주고 있기 때문에 학습자는 학습 내용에 대한 이해를 높일 수 있다. 학습자가 트리 형태의 개념도에서 하나의 개념을 선택하면 이에 대한 학습 내용이 화면에 보여진다.

### 3.5 지능적 질의처리 모듈

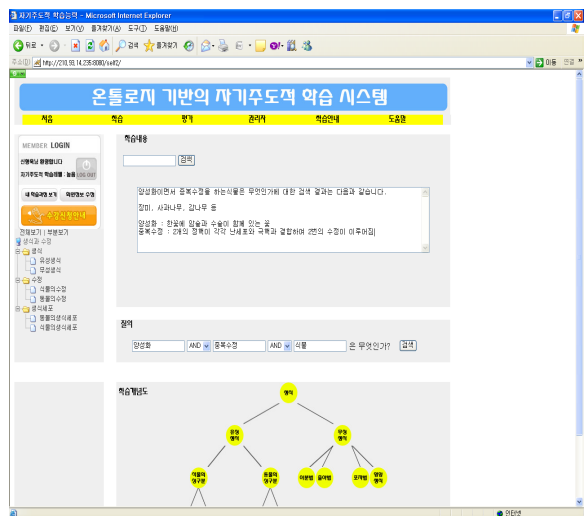
본 시스템에서는 학습자들이 자기주도적 학습을 효과적으로 수행할 수 있도록 학습자가 학습과정중에 지능적인 질문을 하는 것을 지원하고 있다. 예를 들어 학습자가 “생식과 수정”에 관한 학습을 하면서 “양성화이면서 중복수정을 하는 식물은 무엇일까”라는 질문을 가질 수 있다. 이에 대한 답으로 시스템은 학습자에게 “장미, 감나무”이라는 정보를 제공하게 된다. 이러한 지능적인 질의를 지원하기 위해서는 추론 기능이 지원되어야 한다. 이를 위해 <표 1>에서 개념들 사이에 정의된 관계 속성을 이용하게 된다. 즉, <그림 5>에서 볼 수 있는 바와 같이, 시스템은 “양성화”와 “중복수정”과 association Of 관계에 있는 “속씨식물”을 찾아내고, 다시 “속씨식물”과 “양성화”와 각각 instanceOf 관계에 있는 인스턴스들에 AND 연산자를 수행하여, 그 결과로 “장미, 감나무” 등을 학습자에게 보여주게 된다. <그림 8>은 이러한 질의어를 추론하기 위한 알고리즘을 보여주고 있다.

<그림 7>은 지능적인 질의 부분에 대한 구현된 내용을 보여주고 있다. 위에서 설명한 바와 같이 학습자가 학습하는 과정 중에 “양성화이면서 중복수정을 하는 식물은 무엇일까?”라는 질문을 가질 때 이에 대한 질의어를 입력하면 그에 따른 결과를 보여주는 화면이다. 본 시스템에서 지원하고 있는 지능적인 질의는 학습자가 자기주도적 학습을 수행하는데 필요한 학습 정보와 도움을 제공하는 역할을 함으로써 학습자 스스로 학습을 수행할 수 있도록 도와주는 역할을 한다. 본 시스

템에서 질의는 불린(Boolean) 질의 형태로 사용자 인터페이스내에서 구성할 수 있도록 지원한다.



<그림 6> 추론을 위한 개념들간의 관련속성



<그림 7> 학습 시스템에서 지능적인 질의지원

<그림 8>의 알고리즘은 추론 알고리즘의 한 부분으로 질의어어의 내용이 AND 연산자로만 이루어진 경우를 나타내고 있다. 인터페이스에 제공되는 질의어들의 최상위객체들이 각기 다른 경우(질의어에 해당하는 학습 개념들이 다른 트리에 존재할 경우)에는 Different\_Tree\_Query\_Inference( )가 호출되어 수행된다.

```

/* RC : Root Concept   IN_S : Instance set = {IN1, IN2, ... INn}   TC : Terminal Concept
CO : Concept   IN : Instance   QK_S : Query Keyword set = {QK1, QK2, ... QKn}
T(QKi) : type of QKi   |QK_S|: number of elements in set QK
|TC| : number of Terminal Concepts   |CO| : number of Concepts   */

Function Query_Inference( )
  For i = 1 to |QK_S|
    compare RC(QKi) with RC(QKi+1)
    If (RC(QKi) ≠ RC(QKi+1)) then
      Call Different_Tree_Query_Inference ( )
    end If
  end For
  For i = 1 to |QK_S|
    check type of QKi and store the type
  end For
  If ( ∑i=1n T(QKi) = IN )
    search the CO that are in the relation "conceptOf "with the INs
  Else If ( ∑i=1n T(QKi) = CO )
    search the INs that are in the relation "instanceOf "with the CO
  Else If ( ∑i=1n T(QKi) = {IN, CO} )
    search the CO that are in the relation "conceptOf "with the INs
  end If
end Query_Inference( )

Function Different_Tree_Query_Inference ( )
  For i = 1 to |QK_S|
    check type of QKi and store the type
  end For
  If ( ∑i=1n T(QKi) = CO ) then
    If ( ∑i=1n (COi) = TC )
      For i = 1 to |TC|
        search the IN_Si that are in the relation "instanceOf "with the TCi
        If IN_Si = null
          search the TCj that is in the relation "associationOf" with the TCi
          search the IN_Sj that are in the relation "instanceOf "with the TCj
        end for
        m := |TC| : InSet := ∩i=1m (IN_Si)
        search all INs that in the InSet
      Else if ( ∑i=1n (COi) ≠ TC )
        For i = 1 to |CO|
          search all TCs for (COi)
        end For
        For i = 1 to |TC|
          search the IN_S that are in the relation "instanceOf "with the TCi
        end For
        InSet := ∩k=1m (IN_Sk)
        search all COs that are in the relation "conceptOf" with InSet
        For i = 1 to |CO|
          search the CO that is in the relation "associationOf" with the COi among the TCs
        end For
      end If
    Else If ( ∑i=1n T(QKi) = {IN, CO} )
      search the CO that are in the relation "conceptOf "with the Ins
      search the CO that is in the relation "associationOf" with the CO
    end If
  end If
end Different_Tree_Query_Inference ( )

```

&lt;그림 8&gt; 질의어 추론 알고리즘



질의어들의 최상위객체가 동일한 경우에는 "conceptOf"와 "instanceOf" 관계 속성을 이용하여 추론이 수행된다. 질의어들의 최상위객체가 다른 경우에는 "conceptOf"와 "instanceOf" 관계 속성 외에 "associationOf" 관계 속성을 이용하여 추론을 하게 된다. 또한, 질의어에 주어지는 단어들이 학습개념이거나 인스턴스, 혹은 학습개념과 인스턴스들이 혼합되어 있는 경우에 각기 다른 추론 규칙에 따라 처리된다.

## 4. 시스템의 적용 및 평가

### 4.1 구축된 시스템에 대한 전문가 검토 및 Pilot test

본 시스템을 개발하기 위해 우선 중학교 2학년 생물의 "생식과 수정"부분을 온톨로지를 구축한 후, 관련 분야의 전문가들과 교사들을 대상으로 온톨로지의 구성이 적절한지에 대하여 검토를 받았다. 또한, 시스템이 구축된 후, 실제 시스템의 본 테스트(summative evaluation)에 앞서 6명의 실험 대상자를 선정하여 시스템을 적용해 본 후 발견된 버그들을 수정하고, 시스템을 사용시 예외 사항들을 고려하여 시스템을 수정 보완하였다. 또한, 전문가와 해당 교과목 교사 2명을 선정하여 시스템에 대한 전반적인 검토 과정을 수행하였다.

### 4.2 구축된 시스템의 적용 및 효과 분석

실험 분석을 위해 9명의 교사와 30명의 학생들을 대상으로 본 시스템에 대한 설문 조사를 한 결과, 먼저, 교사를 대상으로 "본 시스템은 사이버 가정학습에서 학생들의 학습과정에 유용하게 이용될 수 있는가?"라는 질문에 대한 분석 결과는 응답자의 55.6%가 유용하게 이용될 수 있다고 답하였고, 33.3%는 보통으로, 11.1%는 그렇지 못하다고 답하였다.

학생들을 대상으로 "본 시스템은 사이버 가정학습에서 학습을 할 때 도움이 된다고 생각하십니까?"라는 질문에 대한 분석 결과, 응답자 중 53.3%가 학습에 도움이 되었다고 답하였으며,

33.3%가 보통으로, 13.4%가 그렇지 못하다고 답하였다. 또한, "본 시스템에서 학습에 가장 도움이 된 것은 무엇이라고 생각하십니까?"에 대한 질문에 대한 분석 결과, "지능적인 질의를 지원한 점"과 "개념들의 관련성을 시각적인 트리 형태"로 보여 준 것에 높은 반응을 보였다.

이러한 분석 결과를 볼 때 교사와 학생 모두 본 시스템을 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다.

## 5. 결 론

본 논문에서는 사이버 가정학습에서 자기주도적 학습 능력을 향상시키기 위한 온톨로지 기반의 학습지원 시스템을 제안하고, 제안한 시스템의 효용성을 검증하기 위하여 중학교 2학년 수업과 정인 생물과목의 한 부분인 생식과 수정이라는 주제에 적용하여 구축하였다. 구축된 시스템은 온톨로지를 이용하여 학습 개념들간의 관련성을 시각적으로 보여줌으로서 학습자로 하여금 학습내용에 이해를 보다 쉽게 할 수 있도록 지원하고 있으며, 선. 후 학습 개념 및 개념들간의 정의된 관계 속성들을 이용하여 학습자에게 학습 방향을 제시하고 선행학습과 이후에 이루어질 학습들을 제시함으로써 학습자의 자기주도적 학습을 돕도록 하고 있다. 또한 추론 기능을 제공함으로써 학습자로 하여금 학습 과정중에서 학습내용에 대한 고차원적인 질의를 할 수 있도록 지원하고 있다. 이러한 학습 환경의 제공은 학습자 주도적이고 능동적인 학습과 창의적인 학습 환경을 지원하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 권성호, "사이버 가정학습 효과성 분석 연구", 한국교육학술정보원, 2006.
- [2] 신봉호, 임경희, "사이버 가정학습에서 학습자 참여도에 영향을 미치는 요인", 아동교육, 16(4), 2007.
- [3] 박성희, 주영주, 봉미미, "사이버 가정학습의

효과성 인식과 만족도 연구”, 교육공학 연구, 3(3), 2007.

[4] 강숙희, “사이버 수업 운영유형과 자기 규제 학습 수준이 학업 성취도에 미치는 영향”, 교육 정보 미디어연구, 9(4), 2003.

[5] 서정희, 미래 교육을 위한 u-러닝 교수-학습 모델 개발, 한국학술정보원 연구 보고서 CR 2005.1.

[6] Knowls, M. S. Self-directed learning : A guide for learners and teachers, Chicago. IL : Follet Publishing Co.

[7] Avzevedo, R., & Hadwin, A. (2005). Scaffolding self-regulated learning and metacognition-Implication for the design of computer-based scaffold. *Instructional Science* 33, 367-379.

[8] Koper, R. (2004). Use of the Semantic Web to Solve Some Basic Problems in Education. *Journal of Interactive Media in Education*, 6.

[9] Pahl, C., & Holohan, E. (2009). Applications of Semantic Web Technology to Support Learning Content Development. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 5,

[10] Aroyo, L., Dicheva, D., & Cristea, A. (2002). Ontological support for web courseware authoring. Proceedings of the Conference on Intelligent Tutoring Systems ITS'02.

[11] Drucker, P. (2003). Need to Know: Integrating e-Learning with High Velocity Value Chains. A Delphi Group White Paper.

[12] Mencke, S., & Dumke, R. (2007). A Hierarchy of Ontologies for Didactics-Enhanced E-learning. Conference ICL2007, September 26-28.

[13] Holohan, E., Melia, M., McMullen, D., & Pahl, C. (2005). Adaptive e-learning content generation based on semantic web technology. In Proceedings of the international workshop on applications of semantic web technologies for e-learning.

[14] Henze, N. (2005). Personal Readers: Personalized Learning Object Readers for the Semantic Web. Proceedings of 12th International Conference on Artificial Intelligence in Education, AIED'05.

[15] Jovanovic, J., Gasevic, D., & Devedzic, V. (2006). Dynamic Assembly of Personalized Learning Content on the Semantic Web. Proc. of 3rd European Semantic Web Conf., LNCS 4011, Springer-Verlag.

[16] Tan, M., & Goh, A. (2005). The Use of ontologies in Web-based learning. Proceedings of the Workshop on Applications of Semantic Web Technologies for E-learning SW-EL'2005, 75-80.

[17] Thyagarajan, K., & Nayak, R. (2007). Adaptive Content Creation for Personalized e-Learning Using Web Services. *Journal of Applied Sciences Research*, 3(9), 828-836.

[18] Kolb, D. (1984). *Experience learning: Experience as source of learning and development*. Englewood cliffs, NJ: Prentice-Hall.

[19] Silva, L., & Oliveira, J. (2004). Applying Semantic Web Technologies to achieve Personalization and Reuse of Content in Educational Adaptive Hypermedia Systems. SW-EL/2004 Workshop. Eindhoven, August.

## 최 속 영

제 12권 6호 참조



## 양 형 정

1991 전북대학교 이학사(전산통계학)

1993 전북대학교 이학석사(전산학)

1998 전북대학교 이학박사(전산학)

2002~2003 주)케이테크 멀티미디어

DB 연구소 선임연구원

2003~2005 카네기 멜런 대학교 컴퓨터학과

Post-Doc. Fellow

2006~현재 전남대학교 전자컴퓨터공학과 교수

관심분야: 데이터마이닝, 이러닝, 바이오 이미지 분석 등

e-Mail: hjyang@jnu.ac.kr