

# e-러닝을 위한 온톨로지 기반의 컨셉맵 에이전트

김경선\*, 김성백\*, 김철민\*  
\*제주대학교 컴퓨터교육과  
e-mail : {kskim,sbkim,cmkim}@cheju.ac.kr

## An Ontology-based Concept Map Agent for e-learning

Kyeongshun Kim\*, Seong Baeg Kim\*, Cheol Min Kim\*  
\*Dept. of Computer Education, Cheju National University

### 요 약

e-러닝의 활용도와 역할이 커져 가면서, 온톨로지(Ontology)나 컨셉맵(Concept Map)을 이용하여 e-러닝의 학습효과를 높이는 방안들이 연구되고 있다. 그러나 아직까지 e-러닝에 온톨로지나 컨셉맵 개념을 적용한 연구 사례는 미미한 수준이며, 이들간의 연계에 대한 고려 없이 별개의 대상으로 다루어져 왔다. 본 연구는 온톨로지와 컨셉맵의 상호 연관 관계와 각각의 장점들을 분석하여 학습에 있어서 시너지(Synergy)를 가져올 수 있는 새로운 e-러닝 시스템 구축 방안을 제안한다. 제안 시스템에서 온톨로지와 컨셉맵 간의 연계는 컨셉맵 에이전트에 의해 이루어진다. 컨셉맵 에이전트는 학습자의 수준이나 관심영역(주제와 범위)에 맞게 온톨로지로부터 추출한 학습 콘텐츠를 재구성해 준다. 학습자는 제안 시스템의 사용자 인터페이스를 통해 자신이 이해하고 있는 지식을 컨셉맵 형태로 표현할 수 있고, 컨셉맵 에이전트에게 요청하여 제공 받은 모범답안 컨셉맵과 자신이 표현한 컨셉맵을 비교하여 학습자가 스스로 자기 평가를 할 수 있다. 본 e-러닝 시스템이 제공하는 이러한 새로운 형태의 학습 환경은 학습자가 학습 지식에 대해 보다 체계적으로 접근하여 효과적으로 학습할 수 있게 해준다. 또한, 학습에 있어서 컨셉맵을 이용하므로 학습 형태의 특성상 보다 원천적으로 암기 위주의 학습에서 탈피하여 구성주의적인 학습을 가능하게 한다.

### 1. 서론

21 세기에 들어서면서 e-로 시작하는 접두어가 사회, 문화, 경제 그리고 교육 등에서 자주 등장하게 되었다. 그 중의 하나가 e-러닝으로서 웹을 이용한 교육을 총칭하여 말한다. 인터넷이 등장하면서 시작된 e-러닝은 html 을 기반으로 텍스트, 이미지, 음성 그리고 영상 등의 다양한 기술과 결합되면서 교실수업의 시공간적 제약을 극복할 수 있게 해 주었다. 그러나 e-러닝 콘텐츠의 재사용성이나 상호운용성과 관련된 기술이 보편화되지 못해, e-러닝 시스템을 개발 구축하고자 할 때 학습 콘텐츠를 활용하여 학습효과를 높이는 방안을 연구하는 것뿐만 아니라, 학습 콘텐츠를 확보·제작

하고 구축하는 작업까지 수행해야 하는 비효율성이 있다. 또한 학습 콘텐츠에 대한 시맨틱(Semantic) 검색 수준이 너무 낮아 검색 결과를 재필터링하는 부담이 학습자에게 지워지고 있으며, 수준별 학습콘텐츠에 대한 체계적 연구나 개발이 미흡해 수준에 맞지 않는 콘텐츠를 학습해야 하는 부담 또한 학습자에게 전가되고 있다. e-러닝 시스템과 관련된 이러한 문제점을 해소하기 위해 본 연구에서 기반으로 한 개념적 기술적 도구가 온톨로지(Ontology)와 컨셉맵(Concept Map)이다. 전자는 학습콘텐츠의 재사용성과 상호운용성을 제고시켜 주는 한편, 구축된 학습 콘텐츠 간의 관계를 기반으로 시맨틱 검색을 지원한다. 후자의 경우 지식 혹은 개념 간 관련성을 그래프 형태로 시각화시켜 제시함으로써 효과적인 학습을 가능케 해 준다. 이들 두

\*본 논문은 디지털콘텐츠협동연구센터분소의 일부 지원을 받아 수행되었음.

개념을 효과적으로 연계시켜 e-러닝 시스템을 구축할 경우 시스템 확장성은 높아지고 수준별 학습 환경을 보다 쉽게 구현할 수 있게 된다는 점에 주목할 필요가 있다. 본 논문이 제안하고 있는 컨셉맵 에이전트의 역할이 바로 온톨로지와 컨셉맵의 장점 모두를 취할 수 있도록 두 개념을 효과적으로 연계시키는 것이다.

구성주의 이론에 의하면 학습자에게 자기 중심적이고 능동적으로 학습을 할 수 있도록 하기 위해서는 학습자 중심의 학습환경 구축이 중요하다. 이런 환경에서 학습한 학습자는 능동성과 자기 주도성이 발달되어 결국엔 창의성과 문제해결 능력 또한 길러진다.

컨셉맵을 사용하여 학습을 하게 되면 학습자는 자신만의 독특한 방법으로 개념의 체계를 이해하고 구성하여 나갈 수 있기 때문에 구성주의 방법으로 학습을 할 수 있다 [1]. 즉, 컨셉맵을 사용하면 학습자들에게 개념들이 어떻게 연관되어 있는지를 생각하여 추론하게 할 수 있어서 학습자들은 스스로 개념들이 어떻게 서로 연관되어 하나의 지식체계로 이루어 가는 지 깊이 있게 탐구해 볼 수 있게 된다. 이런 과정에 덧붙여서 학습자의 수준에 적합화되어 보여지는 컨셉맵을 사용하여 스스로 개념을 삽입, 삭제, 그리고 수정 등의 단계를 거치면서 점차 맵을 확대하며 그들 사이의 관계를 설정해 나가는 과정에서 학습자는 자신만의 지식체계를 체계적으로 구축해 나갈 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 이론적 배경으로서 온톨로지와 컨셉맵에 대한 특징을 살펴보고, 3 장에서는 컨셉맵과 관련된 연구들을 분석하고, 4 장에서는 본 시스템에서 제안하고 있는 온톨로지를 이용한 컨셉맵 에이전트 구조에 대해서 기술하고, 5 장에서는 학습 및 평가 도구에 대해서 설명하고, 6 장에서는 결론을 맺는다.

## 2. 이론적 배경

### 2.1. 온톨로지

톰 그루버는 온톨로지를 공유된 개념화(Shared Conceptualization)에 대한 정형화되고 명시적인 명세화(Formal and Explicit Specification)라고 정의하였다 [2]. 이 말은 상호운용성과 재사용성을 의미하는데 상호운용성이란 프로그램이 의미를 이해할 수 있어서 서로 다른 시스템에 구축된 온톨로지라도 네트워크를 통해 공유하여 사용할 수 있다는 것을 의미하며 재사용성이란 한번 구축된 온톨로지는 기존에 구축된 자료가 시간이 흐른 뒤에도 그대로 사용이 가능하거나 더 확장하여 사용할 수 있다는 것을 의미한다.

즉, 온톨로지를 간단히 정의하면 단어와 관계들로 구성된 사전으로서 여는 특정 도메인에 관련된 단어들을 계층적 구조로 표현하고 추가적으로 이를 확장할 수 있는 추론규칙을 포함한다. 온톨로지의 역할 중 하나는 서로 다른 데이터베이스가 같은 개념에 대해서 서로 다른 단어나 식별자를 사용할 경우에 이를 해결해 주는데 있다. 계층구조는 객체의 클래스와 서브 클래스, 그들간의 관계로 정의된다. 추론규칙은 프

로그램이 새로운 사실을 자동적으로 추출하거나 제약 조건에 맞지 않는 오류를 찾아내는데 이용된다.

### 2.2. 온톨로지의 구성요소

- 개념(Concept): 개념 (클래스 또는 프레임)은 각각의 객체가 가지고 있는 공통적 특징을 기술한다. 개념은 온톨로지의 의도하는 목적에 적합한 표현할 수 있는 모든 것을 말한다. 개념은 물리적 또는 디지털 객체일 수 있다.

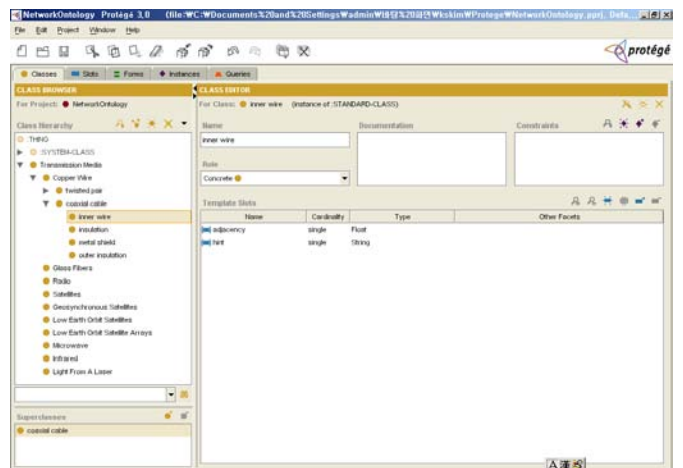
- 속성(Properties): 속성 (슬롯(Slot)/역할 (Roles))을 구별하고 특징짓는데 사용된다. 속성은 개념을 의도적으로 구별할 때나, 개별적으로 관련 짓거나 또는 특정 값을 줄 때 사용된다. 속성은 도메인으로 개념들간의 관계의 존재를 표현해준다.

- 공리(Axioms): 온톨로지 요소 개념의 해석을 명확히 하기 위한 명세화에 이용된다. 구조적 공리(Structural axioms)는 온톨로지의 구조를 제한한다. 비구조적 공리(Non structural axioms)는 속성들에 대한 해석 조건을 제한한다.

- 인스턴스(Instances): 온톨로지 인스턴스 각각은 객체 사이의 관계를 표현해주기 위한 사실과 개념에 대한 정의를 가진다[7].

### 2.3. 온톨로지 구축 도구

- Protégé 2000: RDF, DAML, OIL 을 지원하고 온톨로지 편집 기능이 우수하며 가장 널리 쓰이고 있는 저작도구로 미국 스탠포드 대학에서 개발되었다. 특히 구축 시에 서브클래스나 인스턴스를 추가할 수 있고 구축된 온톨로지를 시각적으로 볼 수 있어서 사용자가 사용하기에 편리하게 구성되어 있다.



[그림 1 Protégé 를 이용한 온톨로지 구축 예]

### 2.4. 온톨로지 구축

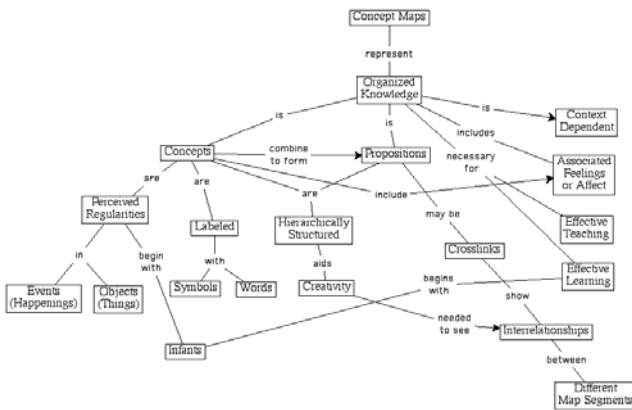
[그림 1]은 프로티지를 이용하여 네트워크 교과서의 한 단원인 Transmission Media 부분의 도메인 온톨로지를 일부 구축한 예이다. 클래스마다 속성(Slot)값으로 인접도를 adjacency 로 힌트를 hint 로 주고 각각의 변수형을 Float 과 String 으로 설정하였다. 인접도 값이 4 로 주어지면 이 도메인과 가장 가까운 영역에 속하

는 도메인의 인접도 값은 3.0 또는 5.0 이 될 것이다. 그리고 같은 레벨의 도메인의 인접도 값은 4 가 될 것이다. 이런 식으로 +(-) 1.0 값을 대입하여 인접한 도메인을 탐색할 수 있다. 프로티지에서는 인스턴스(Instances) 탭에서 실제 값을 넣어주면 쿼리(Query) 탭에서 인접도와 힌트를 가지고 클래스를 추출할 수 있지만 자체적인 검색의 제한점 때문에 프로그래밍 언어인 자바를 이용하여 컨셉맵 에이전트(Concept Map Agent)를 만들어 검색 및 연계 모듈을 제작할 예정이다.

2.5. 컨셉맵

컨셉맵은 코넬대학의 조셉 노박 교수에 의해서 1960 년에 개발되었다. 이 연구는 오스벨의 이론인 암기위주의 학습 대 의미있는 학습을 비교한 연구에서 영향을 받아 발전하였고 구성주의(Constructivism) 와 인지심리학(Cognitive Psychology)에 기반을 두고 있다 [9]. [그림 2]는 코넬대학의 노박 교수가 쓴 [3]에서 인용한 것이다. [그림 2]는 컨셉맵을 사용하였을 때 개념이 어떻게 서로 연관을 갖는지 체계적으로 보여준다.

컨셉맵은 학생들의 지식의 질적인 측면을 표현하고, 추출하고 잡아 내는데 사용된다[9]. 컨셉맵은 또한 학습개념들의 관계를 시각화하여 학습내용의 이해와 기억재생을 돕는 방법으로 사용된다[8]. 따라서 컨셉매핑(Concept Mapping)기법을 교육에 사용하면 기존의 암기 위주의 학습에서 탈피하여 의미 있는 교육이 가능하게 된다. 이런 컨셉맵의 장점과 온톨로지의 장점을 통합하여 e-러닝에 이용하면 학습자는 대규모로 구축된 온톨로지에서 학습자가 필요로 하는 학습 단위를 추출해서 컨셉맵 형태로 학습할 수 있게 된다.



[그림 2 컨셉맵의 예]

2.6. 온톨로지와 컨셉맵의 특징 비교

아래 [표 1]을 살펴보면 우선 온톨로지는 추론 및 검색이 가능하고 대규모 지식 구축에 활용되는 반면에 컨셉맵은 소규모 단위의 지식을 시각적으로 표현해주며 교육용 툴로 많이 사용되고 있음을 보여준다.

[표 1 온톨로지와 컨셉맵의 특징 비교]

비교요소	온톨로지	컨셉맵
구성요소	-클래스(Class) -서브클래스(Subclass) -속성(Property)	-일반개념(General Concept) -하위개념(Specific Concept) -레이블링링크(Labeled Link)
표현언어	RDF, OIL, OWL 등	없음
검색기능	가능	불가능
추론기능	가능	불가능
계층구조표현	가능	가능
구축규모	대규모 지식구축	소규모 지식표현
활용분야	-지능형 검색, 공유 -시맨틱 기반 검색	-학습용 툴 -지식표현 툴

3. 컨셉맵 관련연구

Adsit 는 컨셉맵이 커리큘럼 디자인, 학생중심, 문제중심의 상황을 표현해 주는데 아주 훌륭한 도구라고 하였다. 그는 지식변환과정이 내가 무엇을 가르치기를 원하는지가 아니라 학생들이 무엇을 배워야 하는지를 컨셉맵을 통해서 쉽게 파악 할 수 있다고 하였다[4].

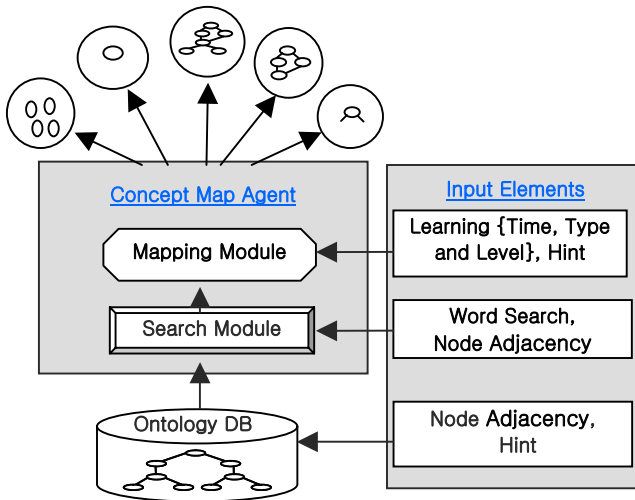
Hughes 와 Hey 는 다양한 코스 디자이너들의 관점을 통합하는 연구를 컨셉맵을 사용하여 하였다. 구축 방법은 디자인 팀과 다른 구성원들에게 각자 자신들의 업무를 컨셉맵을 구축하여 표현해 보도록 하였다. 이렇게 각각이 작성한 컨셉맵을 프로젝트 관리자가 전체 맵으로 만들어냈고 결과적으로 디자인 과정에서 전체적인 관점에서 시스템을 구축하게 되었다[5].

Chen 과 Ine-Dai 는 세가지 형태(잘못 연결된 개념 찾아내기, 부분적으로 주어진 개념(노드)에 덧붙여 제작하기, 도움 없이 제작하기)로 디자인된 컨셉맵을 가지고 초등학생 126 명을 대상으로 실험을 하였다. 컨셉맵으로 학습한 집단에서는 교과요약 및 교과서 이해력의 향상되었다는 연구를 발표하였다[6]. 이외에도 많은 논문들에서 컨셉맵의 우수성이 계속 발표되고 있다.

4. 컨셉맵 에이전트 구성도

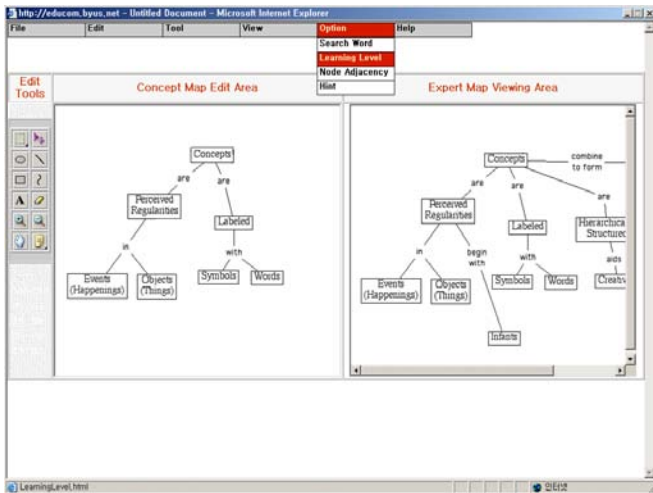
[그림 3]은 온톨로지 기반의 컨셉맵 에이전트 전체 구성도이다. 우선 전문가 집단이 컴퓨터 관련 특정 교과서를 가지고 도메인 온톨로지 구축한다. 온톨로지 구축 시 클래스의 속성값으로 인접도(Node Adjacency) 및 힌트(Hint)를 추가하여 만든다. 이렇게 구축된 온톨로지를 가지고 컨셉맵 에이전트의 검색모듈(Search Module)은 검색단어와 인접도 정보를 가지고 특정 온톨로지 계층구조를 추출한다. 추출된 온톨로지 계층구조는 연계모듈(Mapping Module)에서 학습자가 설정할 수 있는 항목들(학습시간(Learning Time), 학습유형(Learning Type), 난이도(Learning Level), 힌트(Hint)) 정보를 가지고 학습자가 원하는 형태의 컨셉맵을 출력시켜 준다. [그림 3]에서 보듯이 컨셉맵은 아주 다양한 형태로 출력이 가능하다. 특정 개념에 능숙한 학습자인 경우에는 자유 스타일로 컴퓨터의 도움 없이 스스로 컨셉맵을 작성할 수 있도록 하고 초보학습자인 경

우에는 컨셉맵 에이전트가 힌트, 개념 그리고 관련 링크등을 더 많이 제시하여 주어서 초보 학습자인 경우에도 무리 없이 학습을 할 수 있도록 한다.



[그림 3 컨셉맵 에이전트 구성도]

5. 학습 및 평가도구



[그림 4 학습 및 평가 도구 사용자 인터페이스]

[그림 4]는 사용자 인터페이스 부분을 보여준다. 사용자 인터페이스는 메뉴, Edit Tools, Concept Map Edit Area, 그리고 Expert Map Viewing Area로 구성된다. 메뉴 중에서 Option 을 선택하면 학습자가 학습수준, 검색단어, 인접도 및 힌트를 선택하면 Concept Map Edit Area 에 컨셉맵으로 표현되어 나타난다. 이때 학습자는 덧붙이고 싶은 개념이 있으면 Edit Tools 을 이용하여 맵에 개념을 추가하면서 컨셉맵을 그린다. 모두 작성한 후에 평가는 Expert Map Viewing Area 에 보여지는 전문가 맵과 비교하여 스스로 평가를 해본다. 평가를 하면서 잘못된 점이 있으면 수정하여 메뉴에서 File 을 선택하여 작업한 내용을 저장한다. 이 과정을 반복하면서 학습자는 학습을 한다.

6. 결론 및 추후연구

본 연구에서 제안하는 시스템을 사용하여 학습하였을 경우에 첫째, 학습자들은 전통적인 학습 방법인 암기위주의 학습에서 탈피하여 의미 있는 학습을 할 수 있다. 둘째, 온톨로지와 컨셉맵의 장점을 모두 살려서 학습자가 원하는 분량의 학습 콘텐츠를 학습자의 수준에 맞게 학습할 수 있다. 셋째, 시멘틱 기반으로 검색된 학습 콘텐츠를 교육적으로 효과가 입증된 컨셉맵 형태로 보여주며 제작하게 하여 학습자들의 학습 효과를 극대화할 수 있다. 마지막으로 학습자들은 전문가들이 구축한 전문가 맵과 학습자들 스스로 제작한 컨셉맵을 비교하면서 채점을 할 수 있게 하여 자신의 부족한 점이 무엇인지 능동적으로 인식 할 수 있다. 추후연구에서는 구현 및 학습자들에게 적용을 한다.

참고문헌

- [1] Trowbridge J.E., Wandersee, J.H., “Identifying critical junctures in learning a college course on evolution”, Journal of Research in Science Teaching, pp.459-473.
- [2] Gruber, T., “A Translation approach to portable ontologies”, Knowledge Acquisition, Vol. 5, No. 2, pp.199-220,1998.
- [3] Joseph D.Novak, “The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them”, <http://cmap.coginst.uwf.edu/info/>.
- [4] Adsit, “Concept Mapping and Curriculum Design”, <http://www.utc.edu/Administration/WalkerTeachingResourceCenter/FacultyDevelopment/ConceptMapping/index.html>.
- [5] Ahughes, Hay, “Use of concept mapping to integrate the different perspectives of designers and other stakeholders in the development of e-learning materials”, Birtish Journal of Eucaton Technology, pp.557-569
- [6] Chen, Ine-Dai, “The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization.( Learning and Instruction)”, The Journal of Experimental Education, 2002.
- [7] Lydia Silva Munoz, “ Ontology-based Metadata for e-learning Content”, Master’s thesis of University Federal De Rio Grande Do Sul.
- [8] 최숙영, “학습 진단 및 조언을 지원하는 컨셉맵 기반 적응형 교수 시스템”, 한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표논문집 제 9 권 제 1 호, pp.387-392,2005.
- [9] Evangelia Goiuli, Agoritsa Gogoulou, and Maria Grigoriadou, “A Coherent and Integrated Framework Using Concept Maps for Various Educational Assessment Functions”, Journal of Information Technology Education , 2003.