

# 온톨로지와 컨셉맵 기반 의미 학습 시스템

김 경 선\* · 김 성 백\*\* · 김 철 민\*\*\*

## 목 차

요 약	Ⅲ. 컨셉맵 에이전트 구조
Ⅰ. 서 론	Ⅳ. 학습 시스템
Ⅱ. 이론적 배경	Ⅴ. 결 론

## 요 약

정보 기술의 응용 분야가 모든 분야로 확대되면서 교육 분야의 e-러닝 기능과 역할이 커져 가고 있다. 최근에 대두되고 있는 정보 기술 중의 하나인 온톨로지(Ontology)나 컨셉맵(Concept Map)을 이용하여 e-러닝 학습 시스템을 구축하는 방안들이 연구되고 있다. 그러나 아직까지 e-러닝에 온톨로지나 컨셉맵 개념을 적용한 구체적인 연구 사례는 많지 않으며, 이들 간의 연계에 대한 고려 없이 별개의 대상으로 다루어져 왔다. 본 연구는 온톨로지와 컨셉맵의 상호 연관 관계와 각각의 장점들을 분석하고 각각의 장점들을 살려 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 해 준다. 또한, 학습에 있어서 컨셉맵을 이용하므로 학습 형태의 특성상 보다 원천적으로 암기 위주의 학습에서 탈피하

\* 제주대학교 교육대학원 컴퓨터교육과 석사과정

\*\* 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 부교수

\*\*\* 제주대학교 사범대학 컴퓨터교육과 부교수

여 구성주의적인 학습을 가능하게 한다

## I. 서 론

21세기에 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 html을 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 및 구축하고자 할 때 학습 콘텐츠를 활용하여 학습효과를 높이는 방안을 연구하는 것뿐만 아니라, 학습 콘텐츠를 확보제작하고 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 상호 운용성을 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 개념을 효과적으로 연계시켜 e-러닝 시스템을 구축할 경우 시스템 확장성은 높아지고 수준별 학습 환경 등을 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 자기중심적이고 능동적으로 학습을 할 수 있도록 하기 위해서는 학습자 중심의 학습 환경 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 적합화 되어 보여 지는 컨셉맵을 사용하여 스스로 개념을 삼입, 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. 2장에서는 이론적 배경으로서 온톨로지와 컨셉맵에 대한 특징을 살펴보고 컨셉맵과 관련된 연구들을 분석하고, 3장에서는 본 시스템에서 제안하고 있는 온톨로지를 이용한 컨셉맵 에이전트 구조에 대해서 기술하고, 4장에서는 학습 시스템과 평가 도구에 대해서 설명하고, 5장에서는 결론을 맺는다.

## II. 이론적 배경

### 2.1. 온톨로지

툼 그루버는 온톨로지를 공유된 개념화(Shared Conceptualization)에 대한 정형화되고 명시적인 명세화(Formal and Explicit Specification)라고 정의하였다. 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.

온톨로지를 간단히 정의하면 단어와 관계들로 구성된 사전으로서 어느 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, 그들 간의 관계로 정의된다. 추론규칙은 프로그램이 새로운 사실을 자동적으로 추출하거나 제약조건에 맞지 않는 오류를 찾아내는데 이용된다.

### 2.2. 온톨로지의 구성요소

온톨로지 구성 요소는 크게 개념, 속성, 공리, 인스턴스 등으로 구성된다[9]. 이들 구성 요소에 대한 구체적인 사항은 다음과 같다.

- 개념(Concept): 개념(클래스 또는 프레임)은 각각의 객체가 가지고 있는 공통적 특징을 기술한다. 개념은 온톨로지를 이용하여 의도하는 목적에 적합하게 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 관련짓거나 또는 특정 값을 줄 때 사용된다. 속성은 도메인으로 개념들 간의 관계의 존재를 표현해 준다.

공리(Axioms): 온톨로지 요소 개념의 해석을 명확히 하기 위한 명세화에 이용된다.

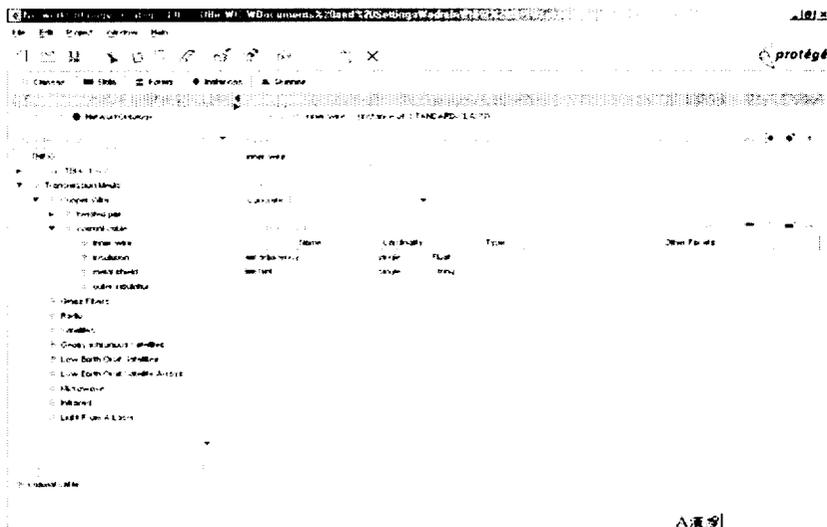
구조적 공리(Structural axioms)는 온톨로지의 구조를 제한한다. 비구조적 공리(Non structural axioms)는 속성들에 대한 해석 조건을 제한한다.

-인스턴스(Instances): 온톨로지 인스턴스 각각은 각 객체 사이의 관계를 표현해 주기 위한 사실과 개념에 대한 정의를 가진다[6].

### 2.3. 온톨로지 구축 도구

온톨로지 구축 도구로는 OntoEdit[14], KAON[15], OILed[16] 등이 있다. 이들 중에서 Protégé 2000[11]은 RDF/RDFS[12]와 OWL[17]을 이용한 데이터베이스 등을 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. 본 연구에서는 이러한 이유로 Protégé 2000을 온톨로지 구축을 위한 도구로서 활용하였다.

구축 온톨로지에서 온톨로지를 추출하기 위해서는 추가적인 도구가 필요하다. 이러한 추가적인 도구로 구축 온톨로지에서 온톨로지 응용을 개발하도록 하는 Jena API[13]가 널리 사용되고 있다. Jena는 HP Semantic Web Reseach Lab.에서 개발되었다. Jena API의 장점은 자바 프로그래밍 언어로 API들이 구성되어 있고 소스가 공개되어 있기 때문에 개발이 용이하다. 또한, Jena API는 규칙에 근거한 추론 엔진(rule-based inference engine)을 포함하여 RDF, RDFS, 그리고 OWL 등을 위한 프로그래밍 환경을 제공한다. Jena는 질의 언어로 RDQL을 사용한다.



[그림1] Protégé를 이용한 온톨로지 구축 예

### 2.4. 온톨로지 구축의 예

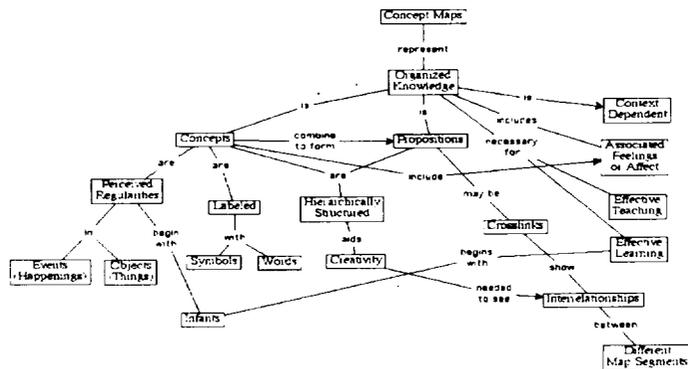
[그림1]은 프로티지를 이용하여 네트워크 교재[10]의 한 단원인 Transmission Media 부분의 도메인 온톨로지를 일부 구축한 예이다. 클래스마다 속성(Slot)값으로 인접도를 adjacency로 힌트를 hint로 주고 각각의 변수형을 Float 과 String으로 설정하였다. 인접도 값이 4로 주어지면 이 도메인과 가장 가까운 영역에 속하는 도메인의 인접도 값은 3.0 또는 5.0이 될 것이다. 그리고 같은 레벨의 도메인의 인접도 값은 4가 될 것이다. 이런 식으로 +(-) 1.0값을 대입하여 인접한 도메인을 탐색할 수 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 1960년에 개발되었다. 이 연구는 오스벨의 이론인 암기위주의 학습 대 의미 있는 학습을 비교한 연구에서 영향을 받아 발전하였고 구성주의(Constructivism)와 인지심리학(Cognitive Psychology)에 기반을 두고 있다[8]. [그림2]는 코넬대학의 노박 교수가 쓴 [2]에서 인용한 것이다. [그림2]는 컨셉맵을 사용하였을 때 개념이 어떻게 서로 연관을 갖는지 체계적으로 보여준다.

컨셉맵은 학생들의 지식의 질적인 측면을 표현하고, 추출하고 잡아내는데 사용된다[8]. 컨셉맵은 또한 학습개념들의 관계를 시각화하여 학습내용의 이해와 기억재생을 돕는 방법으로 사용된다[7].

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 [표1]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.

비 교 요 소	온 톨 로 지	컨 셉 맵
구성요소	-클래스(Class) -서브클래스(Subclass) -속성(Slot)	개념(General Concept) -하위개념(Specific Concept) 레이블된(Labeled Link)
표현방법	언어/그래픽	그래픽
표현언어	RDF, RDFS, DAML, OIL, OWL 등	없음
시맨틱 검색	가능	불가능
추론기능	가능	불가능
계층구조표현	가능	가능
도메인	대규모	작은 규모
활용분야	-의미기반 검색 -추론 -의학 진단 서비스 -지능형 웹 서비스	교수용 툴 -학습용 툴 -평가용 툴 -지식표현 툴

[표1] 온톨로지와 컨셉맵의 특징 비교

## 2.6. 관련 연구

Adsit은 컨셉맵을 이용하면 커리큘럼 디자인, 학생중심, 문제중심의 상황을 표현해 주는데 아주 훌륭한 도구라고 하였다. 그는 지식변환 과정이 내가 무엇을 가르치기를 원하는지가 아니라 학생들이 무엇을 배워야 하는지를 컨셉맵을 통해서 쉽게 파악할 수 있다고 하였다[3].

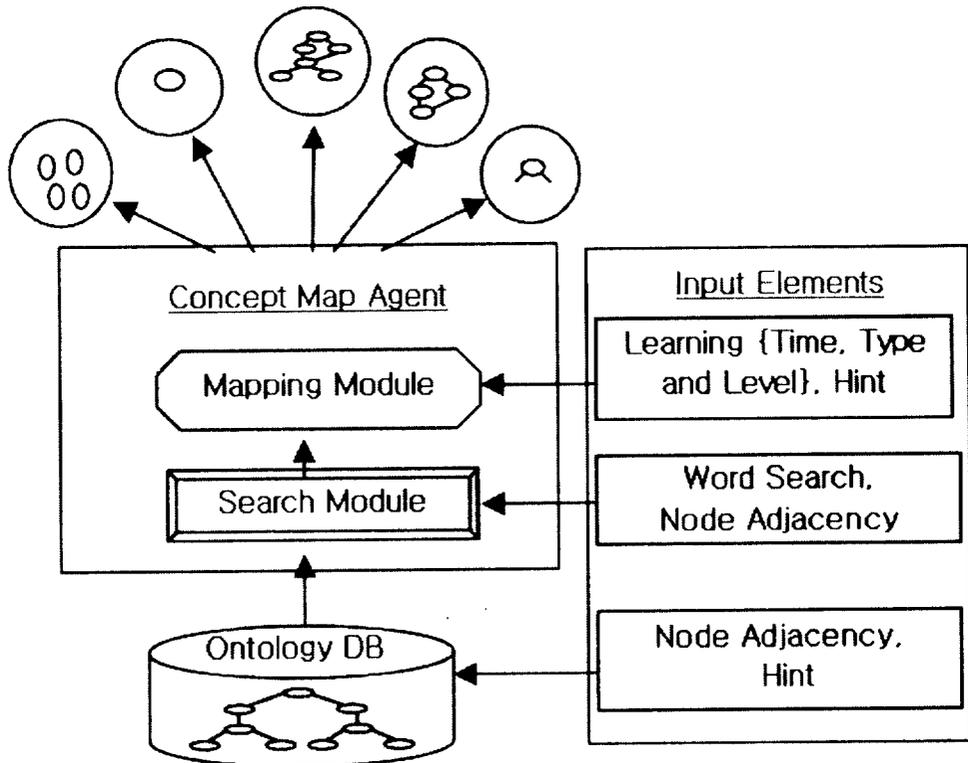
Hughes와 Hey는 다양한 코스 디자이너들의 관점을 통합하는 연구를 컨셉맵을 사용하여 하였다. 구축방법은 디자인 팀과 다른 구성원들에게 각자 자신들의 업무를 컨셉맵을 구축하여 표현해 보도록 하였다. 이렇게 각각이 작성한 컨셉맵을 프로젝트 관리자가 전체 맵으로 만들어냈고 결과적으로 디자인 과정에서 전체적인 관점에서 시스템을 구축하게 되었

대4).

Chen과 Ine Dai는 세 가지 형태(잘못 연결된 개념 찾아내기, 부분적으로 주어진 개념(노드)에 덧붙여 제작하기, 도움 없이 제작하기)로 디자인된 컨셉맵을 가지고 초등학생 126명을 대상으로 실험을 하였다. 컨셉맵으로 학습한 집단에서는 교과요약 및 교과서 이해력이 향상되었다는 연구를 발표하였다[5]. 이외에도 많은 논문들에서 컨셉맵의 우수성이 계속 발표되고 있다.

### III. 컨셉맵 에이전트 구조

[그림3]은 온톨로지 기반의 컨셉맵 에이전트 전체 구성도이다. 우선 전문가 집단이 컴퓨터 관련 특정 교과서를 가지고 도메인 온톨로지 구축한다. 온톨로지 구축 시 클래스의 속성 값으



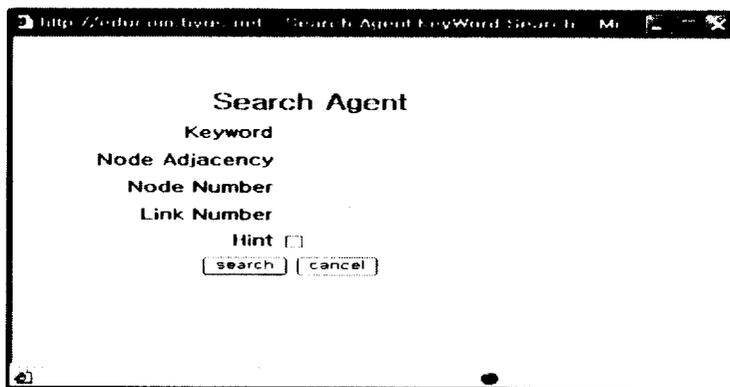
[그림 3] 컨셉맵 에이전트 구성도

로 인접도(Node Adjacency) 및 힌트(Hint)를 추가하여 만든다. 이렇게 구축된 온톨로지

를 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. [그림2]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 경우에는 컨셉맵 에이전트가 힌트, 개념 그리고 관련 링크 등을 더 많이 제시하여 주어서 초보 학습자인 경우에도 무리 없이 학습을 할 수 있도록 한다.

#### IV. 학습 시스템

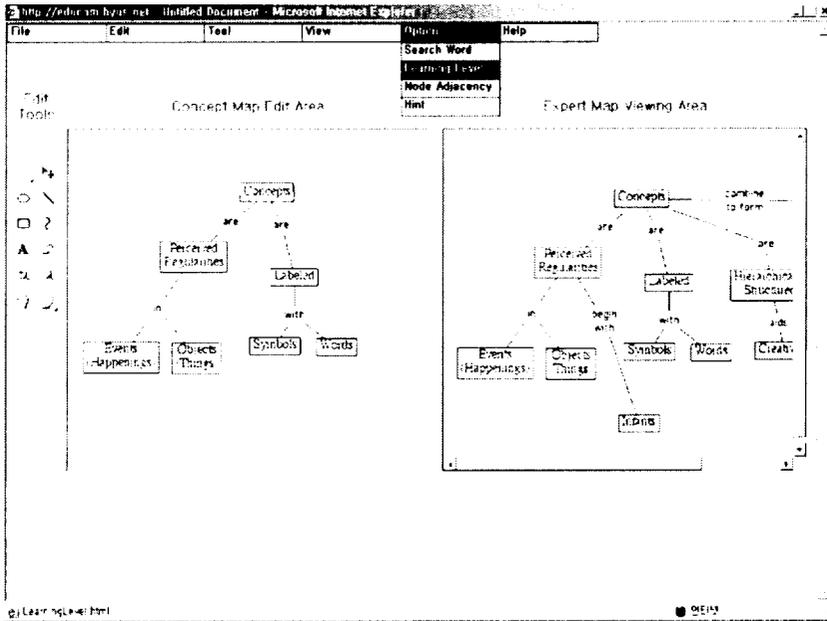
[그림4]는 학습하고자 하는 단어를 입력하여 해당 단어와 인접한 단어를 중심으로 인접도에 따라 검색 결과를 보여 주게 된다. 인접도와 더불어 힌트 메커니즘을 줄 수 있도록 하였다. 힌트는 지능적 학습을 위한 방안으로 학습자에게 적절하게 힌트를 줌으로써 학습의욕을 높여줄 수 있다. 이러한 학습 시스템 구현시 Jena API[13]를 이용하였다.



[그림 4] 검색 사용자 인터페이스

[그림5]는 사용자 인터페이스 부분을 보여 준다. 메뉴, Edit Tools, Concept Map Edit Area, 그리고 Expert Map Viewing Area로 구성된다. 메뉴 중에서 Option을 선택한 후 학습자가 검색단어, 인접도 및 힌트를 선택하면 Concept Map Edit Area에 컨셉맵으로 표현

되어 나타난다. 이때 학습자는 덧붙이고 싶은 개념이 있으면 Edit Tools을 이용하여 맵에 개념을 추가하면서 컨셉맵을 그린다. 모두 작성한 후에 평가는 Expert Map Viewing Area에 보여지는 전문가 맵과 비교하여 스스로 평가를 해 본다. 평가를 하면서 잘못된 점이 있으면 수정하여 메뉴에서 File을 선택하여 작업한 내용을 저장한다. 이 과정을 반복하면서 학습자는 학습을 한다.



[그림 5] 학습 및 평가 도구 사용자 인터페이스

## V. 결 론

컨셉맵과 시맨틱 웹 기술을 접목하여 학습 효과를 높일 수 있도록 하는 방안을 제시하였다. 컨셉맵 기반 학습은 학습자들에게 암기위주의 학습 방법에서 탈피하여 의미 있는 학습을 할 수 있도록 도와준다. 특히 시맨틱 웹에서 사용하는 온톨로지와 의미 학습 방법으로 사용하는 컨셉맵의 장점을 모두 살려서 개개의 학습자에게 맞는 학습 콘텐츠를 제공할 수 있으며, 시맨틱 기반으로 검색된 학습 콘텐츠를 의미 기반 학습에 효과적인 컨셉맵으로 보여주고 직접 작성하게 하여 학습자들의 학습 효과를 높일 수 있다. 더 나아가 전문가들이 구축한 컨셉맵과 자신이 제작한 컨셉맵을 작성후 비교하여 스스로 채점을 할 수 있게 하여 자신의 부족한 점을 자가 진단할 수 있게 해 준다.

## 참 고 문 헌

- [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 (1994).
- [2] Joseph D.Novak., *The Theory Underlying Concept Maps and How To Construct Them*. <http://cmap.coginst.uwf.edu/info>.
- [3] Adsit., *Concept Mapping and Curriculum Design*, <http://www.utc.edu/Administration/WalkerTeachingResourceCenter/FacultyDevelopment/Concept.Mapping/index.html>.
- [4] Ahughes, Hay., Use of concept mapping to integrate the different perspectives of designers and other stakeholders in the development of e-learning materials. *British Journal of Education Technology*, pp.557-569.
- [5] Chen, In-Dai., The effect of concept mapping to enhance text comprehension and summarization.(*Learning and Instruction*). *The Journal of Experimental Education* (2002)
- [6] Lydia Silva Munoz, *Ontology-based Metadata for e-learning Content*. Master's thesis of University Federal De Rio Grande Do Sul (2002).
- [7] 최숙영, 학습 진단 및 조연을 지원하는 컨셉맵 기반 적응형 교수 시스템. 한국컴퓨터교육학회 논문발표집, pp.387-392 (2005).
- [8] Evangelia Gouli, Agoritsa Gogoulou, and Maria Grigoriadou., *A Coherent and Integrated Framework Using Concept Maps for Various Educational Assessment Functions*. *Journal of Information Technology Education* (2003).
- [9] Grigoris Antoniou and Frank van Harmelen, *Semantic Web Primer*, The MIT (Massachusetts Institute of Technology) Press (2004).
- [10] Douglas E. Comer, *Computer Networks and Internets with Internet Applications* (Third Edition), Prentice-hall (2001).
- [11] Protege, <http://protege.stanford.edu>.
- [12] Sesame RDF, <http://openrdf.org>.
- [13] Zena, <http://jena.sourceforge.net>.
- [14] OntoEdit, <http://www.ontoknowledge.org/index.shtml>.
- [15] KAON, <http://kaon.semanticweb.org>.
- [16] OILed, <http://oiled.man.ac.uk>.
- [17] OWL, <http://mknows.etri.re.kr/translations/REC-owl-features-20040210-ko-v01.htm>.