

학습자 중심의 수준별 학습을 위한 웹기반 지능형 교수 시스템 (A Web-based Intelligent Tutoring System for Learner-centered learning by Level)

양형정

주)케이테크 멀티미디어DB 연구소 선임연구원

hjyang0255@yahoo.co.kr

* 최숙영

* 우석대학교 컴퓨터교육과

sychoi@core.woosuk.ac.kr

요약

최근의 새로운 교수 학습 형태인 웹기반 교육에서의 가장 중요한 요소는 시.공간적으로 떨어져 있는 학습자의 학습 상황을 파악하고 분석하여, 학습자에게 적절한 학습내용과 과정을 제시하는 하는 것이 무엇보다도 중요하다. 본 연구에서는 웹기반 교수 시스템에서 학습자의 수준에 맞는 적합한 학습 내용과 평가 문제를 제공하고, 그 평가 결과를 분석하여 반복학습 및 심화학습을 효과적으로 제공하고, 차기 학습을 할 경우에 이에 기초하여 적절한 학습이 이루어질 수 있도록 한다. 이를 위해 코스웨어를 설계시 학습목표의 중요도, 학습내용의 난이도, 학습목표와 학습내용과의 관련성과 각 항목의 가중치를 고려한 퍼지 함수에 의해 퍼지 소속성을 가진 퍼지 언어 변수로 각 프레임에 대한 수준을 표현한다. 또한, 학습의 평가도 문제의 난이도, 관련학습 자료의 난이도, 관련 학습목표의 중요도, 각각의 관련성을 고려하여 퍼지 함수에 의해 언어 변수로 평가된다. 이와 같이 퍼지 함수를 이용함으로써 학습자의 수준을 분석하고, 이에 적절한 학습 및 평가 내용을 제공하는데 여러가지 다양한 불확실한 요소들을 고려하여 처리함으로써 보다 융통성 있고 효과적인 교수 학습 방법이 될 수 있다.

1. 서론

웹기반 원격 학습(web_based distance learning)은 웹의 등장과 함께 나타난 새로운 온라인 형태의 교수 학습 방법으로서, 웹을 매체로 원격리에 있는 학습자를 교육시키는 혁신적인 접근 방법이라 할 수 있다. 웹을 통한 학습은 멀티미디어/하이퍼미디어 기술을 이용하여 학습자의 인지 구조와 동일한 하이퍼텍스트 형태로 교육 자료들을 제공할 수 있다는 장점을 가지고 있기 때문에 많은 연구가 진행되고 있다[1,2,3,4,5,6]. 그러나, 지금까지 개발된 웹기반 교육 시스템들은 대체

로 수동적이며, 정적인 하이퍼텍스트 위주의 일괄적인 학습 형태로 학습자 개인의 학습 능력에 따른 적응력 있는 학습 환경을 제시 할 수 없었다. 교사와 학습자간에 시간적 공간적으로 떨어져 있기 때문에 학습자의 학습 활동을 판단하기가 힘들며, 학습자의 수준에 맞는 학습 자료를 제공하고, 학습 결과에 대한 적절한 평가가 이루어지기 어렵다.

특히, 학습자를 평가하는 일은 많은 어려움이 따른다. 학습자의 능력을 체크하기 위해 관찰된 데이터들은 정확하지 않을 수 있고, 애매한 데이터를 포함할 수 있기 때문에 이를 판별하여 평가하는 일은 힘든 작업이다. 이러한 문제점들을 해결하기 위한 방안으로 퍼지 집합(fuzzy set)을 이용하기 위한 연구들이 수행되고 있다[8,9]. 퍼지 개념은 실세계의 부정확하고, 불완전하고 애매모호한 정보들을 효과적으로 다루고, 이를 통하여 합리적인 결정과 추론을 할 수 있다는 장점으로 의사 결정이나, 정보 분류 분야 등 여러 응용분야에서 이 퍼지 개념을 이용한 연구들이 수행되어왔다[10].

본 논문에서는 이 퍼지 개념을 이용하여 학습자의 수준에 맞게 개별화된 학습 내용을 제공하고, 학습 후 퍼지 평가에 의한 학습자의 학습 내용에 대한 성취도 판별을 통해 심화 학습 정도와 다음 단계의 학습 수준을 제공하는 지능형 교수 시스템을 제안한다. 이를 위해 먼저, 코스웨어를 생성하는데 있어, 학습 목표를 토대로 학습 내용과 평가 문제를 효과적으로 구성함으로써, 수준별 학습 내용을 제공할 수 있도록 하고, 학습 및 평가 단계 후 적절한 피드백(feedback)을 제공할 수 있도록 한다. 본 교수 시스템은 각 학습 내용의 수준을 결정하는 모듈, 문제 풀이 단계에서 학습과정 추적 내용에 의한 힌트 제공 모듈과, 문제 풀이 결과에 대한 퍼지 평가 모듈, 그리고 반복, 심화, 다음 단계 진행을 위한 모듈이 필요하다.

본 교수 시스템에서 학습자는 학습의 첫 단원 시작시 학습자나 교사가 지정한 수준의 학습을 수행하며, 학습이 종료된 후에는 퍼지 평가에 의한 수준 평가가 수행되게 된다. 학습 내용의 수준은 학습 내용의 난이도, 학습 목표의 중요도, 그리고 이들 사이의 관련성과 각 항목의 가중치를 고려한 퍼지 함수에 의해 퍼지 소속성을 가진 퍼지 언어 변수로 표현된다. 학습의 평가는 문제의 난이도, 관련 학습 자료의 난이도, 관련 학습 목표의 중요도, 그리고 각각의 관련성들을 고려하여 퍼지 함수에 의해 언어 변수로 평가된다. 평가의 결과는 심화 학습과 다음 단원 학습의 수준 결정 시 반영된다. 또한 학습자의 학습 과정을 모니터하여, 학습한 내용과 평가 결과를 분석한 후, 학습자의 이해가 부족한 부분을 찾아 학습 내용을 새롭게 동적으로 구성하여 학습자에게 제공하도록 하며, 학습에 대한 평가 단계에서 오답을 냈을 경우, 그 문제에 가장 적합한 학습 내용을 추천하여 학습자에게 힌트를 제공함으로써 학습자가 스스로 학습하는데 도움이 되도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2 장에서는 관련연구로서 웹기반 교수 시스템과 퍼지 개념을 적용한 교수 시스템들의 장.단점을 살펴보고, 3장에서는 본 연구에서 제안하고 있는 시스템의 특징들로 코스웨어 구성, 퍼지 함수에 의한 학습내용의 수준별 분류, 추론을 이용한 힌트 제공, 퍼지 함수를 이용한 평가결과에 대한 수준 판별, 개인별 반복 학습 구성에 대해 기술한다. 4장에서 결론 및 향후과제를 논의한다.

2. 관련 연구

지능형 교수 시스템은 특정 영역의 교과 과정을 그 분야의 전문가처럼 학습자 개개인의 능력에 적합하게 교육할 수 있는 기법이다[5]. 기존의 지능형 교수 시스템의 주요 기술은 동적인 교과 과정 생성, 실시간 문제 해결 능력, 그리고 학습자 모델의 구축이라 할 수 있다. 이러한 기술들은 웹기반 지능형 교수 시스템 개발의 중심이 되어 왔으며, 핵심적인 역할을 하게 될 것이다.

웹기반 교수 시스템에서의 교과 과정은 대부분 많은 분량의 HTML 형식의 하이퍼미디어 코스로 구성되어 있으며, 이러한 코스를 어떻게 효과적으로 학습자에게 제시할 것인가 하는 것이 주요 관점이다. 만약, 학습자에게 효과적인 학습 방향을 제시하지 못하면 학습자가 상당히 혼란속에 빠질 위험이 있기 때문에 학습자 모델의 분석에 의한 최선의 학습 방향을 제시해야만 적응력있는 학습이 진행될 수 있다. 또한 이러한 교과 과정은 기존의 지능형 교수 시스템에서처럼 학습자 모델을 근거로 학습자의 능력에 맞게 보다 동적으로 생성이 되어야 할 것이다.

최근 외국을 중심으로 개발되고 있는 웹기반 교수 시스템들 중 대표적인 시스템들은 다음과 같다.

[1]에서는 LISP 프로그래밍 학습을 적응력 있게 학습하는 방법을 제시하고 있는 ELM-ART 시스템을 개발하였다. ELM-ART는 학습자가 학습 목적과 능력, 기호 등 개별적 특성에 따라 다양한 멀티미디어 학습 자료를 하이퍼링크를 통해 검색할 수 있도록 지원해주는 지능적 하이퍼미디어 시스템이다. 학습자는 탐색 경로를 스스로 선택할 수 있지만, 학습자 모델이 포함하고 있는 학습자에 대한 지식과 정보에 의해 링크를 학습자의 특성에 알맞도록 적응적으로 제시해준다. 또한 이 시스템은 탐색 자료와 함께 문제 해결을 통해 학습한 내용을 적용해 볼 수 있는 기회를 제공해주는데 이때 학습자가 문제 해결에 어려움을 겪고 도움을 요청하면 문제 해결에 필요한 정보나 유사 문제 해결 사례와 연결될 수 있는 링크를 학습자의 특성을 수용하여 제시해 줌으로서 적응적 수업을 가능하게 한다. 이 시스템에서 학습자의 특성과 학습 수준을 분석하는 모듈이 매우 중요하다고 할 수 있지만 이에 대한 구체적인 구현 방법의 기술이 없다.

[5]에서는 멀티미디어 학습을 위한 효과적인 교과 과정을 제시하는 CALAT 시스템을 개발하였다. CALAT는 학습자 모델, 교수 모델, 그리고 전문가 모델을 요소로 하는 지능형 교수 시스템의 구성 체계를 웹서버에서 실행시킴으로서 구현되었다. 이 시스템의 각 모델은 상호작용을 통해 적응적 코스를 생성하고, 웹브라우저를 통해 학습자에게 제시되는 구조를 가지고 있다. 학습자는 설명, 연습문제, 그리고 시뮬레이션으로 구성된 일종의 학습 모듈을 통해 학습하게 된다. 또한 질문에 대한 학습자의 반응과 시뮬레이션에서의 학습자 행동은 모니터링되고 그 결과는 학습자 모델의 수정 및 갱신에 적용된다. 이 연구에

서는 학습자에게 제공되는 설명, 연습문제 등 학습내용이 구조적으로 정의되어 있지 않기 때문에, 학습자의 특성에 알맞는 학습자료를 제공하는 것에 한계가 있다.

한편, 지능형 교수 시스템을 개발하는데, 퍼지 개념을 이용하여 구현한 시스템들로 다음과 같은 연구들이 존재한다.

[8]에서는 원격 학습 시스템에서 퍼지 논리에 의한 학습자의 지식을 평가하는 방법을 제시하고 있다. 이 연구에서는 각 평가 문제를 난이도에 따라 hard, moderate, easy. 에 소속되는 소속성을 부여한 후 퍼지 함수를 통해 문제 집합을 advanced, intermediate, basic으로 구분한다. 학습자가 문제를 풀이한 후 정답 수에 따라 low, satisfactory, high, excellent로 수준을 구분하고, 이 수준과 평가 문제의 수준에 따라 다음 평가 문제 수준을 결정한다. 이 연구의 목적은 수준에 맞는 반복적인 평가를 통해 학습자가 일정한 수준에 도달할 수 있도록 도와 주는데 있다. 그러나 이 연구에서는 학습자의 수준 판별에 평가 항목의 난이도만을 고려할 뿐 수준 평가의 여러 다양하고 불확실한 요소들을 고려하지 않고 있다.

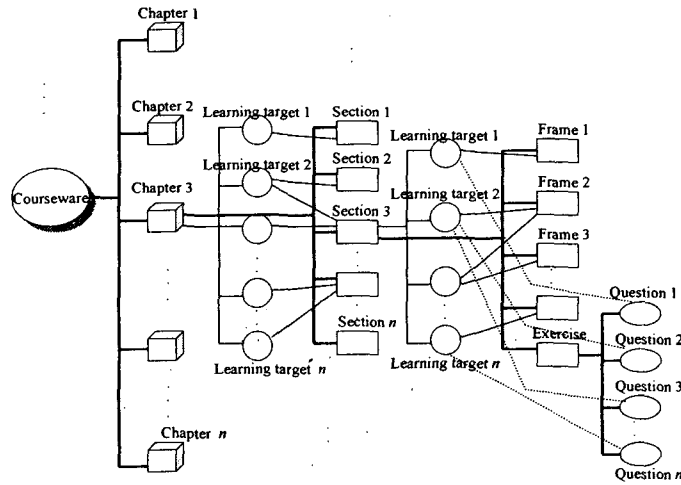
[9]에서는 퍼지 소속성 함수를 이용하여 학습 결과의 수준을 평가하는데 평가 문제의 중요도와 난이도, 복잡도, 그리고 시간을 고려하고 있다. 즉, 문제 풀이에 허용된 시간의 상한 값과 하한 값에 비해 실제 문제 풀이에 소요된 시간을 비교하여 해결된 평가 문제 결과의 소속성을 퍼지 함수를 이용하여 구함으로써 제한된 시간내에서의 문제 해결의 정확성을 구한다. 평가 문제의 난이도와, 복잡도, 중요도에는 각각의 가중치를 주어 퍼지 소속성을 구하고 있다. 각 요소에 대한 퍼지 소속성은 정규화 과정을 거쳐 전체적인 평가 결과가 'very good', 'good', 'medium', 'bad', 'very bad' 로 도출된다. 그러나 이 연구에서는 학습자가 임한 학습 내용의 수준을 고려하지 않고 평가 문제가 일괄적으로 제공되기 때문에 학습자의 개별적인 학습 성취에 따른 수준 판별이 어렵다.

3. 지능형 교수 시스템

3.1 수준별 학습을 위한 코스웨어 구성

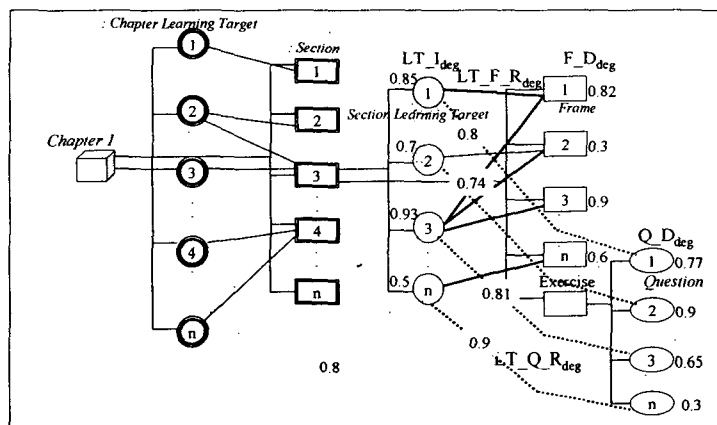
본 논문에서는 코스웨어의 설계 시 학습 목표를 정의함으로써 학습에서 도달되어 할 내용을 좀더 명확히 나타낼 수 있도록 하고, 이 학습 내용과 학습 목표 사이의 대응 관계를 이용하여 평가 과정에서 학습자가 오답을 냈을 경우, 이에 적절한 학습 내용을 제공하기 위한 추론 과정이 수행된다. 본 시스템에서 제공되는 코스웨어의 구조는 <그림 1>과 같다. 각 코스웨어는 크게 여러개의 장(chapter)들로 구성되고, 각 장은 여러개의 절(section)들로 구성된다. 또한 각 절은 학습의 주제 단위인 프레임(frame)들로 구성된다.

이 구조에서 각 장마다 학습 목표(learning target, LT)를 정의하고 있으며, 각 절은 각 장의 학습 목표와 대응 관계가 정의된다. 또한 각 절마다 세부적인 학습 목표가 정의되어 있으며, 각 학습 목표와 연관되어 프레임들이 정의되어 있다. 평가 문제(question)는 각 절마다 두고 있으며, 평가 문제 역시 학습 목표와 대응 관계가 있다.



<그림 1> 코스웨어 지식 구조

수준별 학습 내용의 제공을 위해 학습 목표와 프레임, 그리고 이들간의 관련성 정도가 정의된다. 즉, 각 절의 학습 목표(LT, Learning Target)에는 중요도인 LT_I_{deg} (A degree of importance for Learning Target), 프레임은 난이도인 F_D_{deg} (A degree of difficulty for Frame), 평가 항목에는 난이도 Q_D_{deg} (A degree of difficulty for Question) 그리고 이들 사이의 관련성 정도인 $LT_F_R_{deg}$ 와 $LT_Q_R_{deg}$ 이 코스웨어 구성자에 의해 [0, 1] 사이의 값으로 부여된다.



LT_I_{deg} : Degree of importance for Learning Target F_D_{deg} : Degree of difficulty for Frame
 Q_D_{deg} : Degree of difficulty for Question $LT_F_R_{deg}$: Degree of relation between Learning target and Frame
 $LT_Q_R_{deg}$: Degree of relation between Learning target and question

<그림 2> 각 값이 부여된 예제

3.2 퍼지 함수에 의한 학습 내용의 수준별 분류

코스웨어가 구성되면 각 학습자의 수준에 적합한 학습내용을 제공하기 위해, 각 프레임들

에 대한 수준 분석이 이루어진다. 수준 분석은 각 학습 목표의 중요도, 프레임의 난이도, 그리고 이들 사이의 관련성과 각각에 대한 [0,1]사이의 가중치를 고려하여 'hard', 'moderate', 'easy' 클래스로 분류되며, 수준 선택시 학습 내용이 동적으로 구성되도록 한다. 수준 결정을 위한 수준값은 (식1)과 같다.

$$L_{val} = [I_{deg} * W_i + R_{deg} * W_r + (1 - D_{deg}) * W_d] / 3 \quad (\text{식 1})$$

각 수준 값의 퍼지 언어 변수에 대한 퍼지 소속성을 정하는 함수는 다음과 같다.

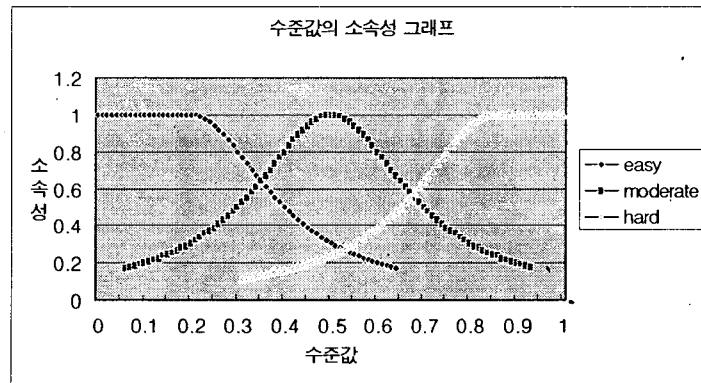
$$\mu_{high}, \mu_{moderate}, \mu_{easy} : [0,1] \rightarrow [0,1]$$

$$\mu_{high}(x) = \begin{cases} 1/(1 + (|c_1 - x|/k)^2), & x \leq c_1 \\ 1, & x > c_1 \end{cases}$$

$$\mu_{moderate}(x) = 1/(1 + (|c_2 - x|/k)^2), c_2 = 0.5$$

$$\mu_{easy}(x) = \begin{cases} 1/(1 + (|c_3 - x|/k)^2), & x > c_3 \\ 1, & x \leq c_3 \end{cases}$$

각 함수에서 k와 c₁, c₂, c₃는 소속성 함수의 가변성을 주기 위해 전문가에 의해 입력된다 고 가정한다. 만약 k=0.2로, c₁= 0.85, c₂=0.5, c₃=0.2로 가정하였을 경우 다음의 <그림 3>과 같이 수준값의 각 수준에 속하는 소속성이 구해진다.



<그림 3> 수준값에 대한 소속성 그래프

학습자를 위한 수준이 선택되었을 경우 프레임에 대한 수준값에 따라 임계값 이상의 수준에 소속되는 프레임을 동적으로 구성하여 보여줌으로써 수준별 학습이 가능하다. <그림 3> 학습 수준을 'hard'로 선택하였고, 임계치가 0.7이라고 할 경우, 'hard'에 0.7이상으로 소속되는 프레임들이 동적으로 구성되어 제공된다. 또한 학습 수준이 낮은 학습자에게는 프레임이 easy에 일정한 임계치 이상의 소속성으로 소속되는 프레임들이 동적으로 구성되어 제공된다.

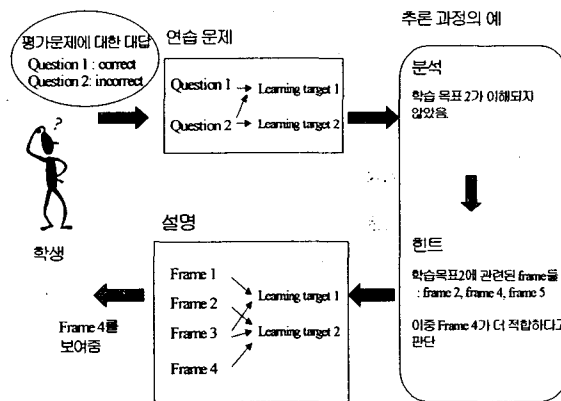
다. 예를 들어, 프레임들이 다음과 같이 'easy' 에 대해 소속성을 갖는다고 가정하고 임계치가 0.7이라고 할 때, 학습 수준이 낮은 학습자에게 제공되는 프레임은 1, 6번이다.

$$\text{easy} = \{0.78/\text{frame1}, 0.31/\text{frame2}, 0.45/\text{frame3}, 0.62/\text{frame4}, 0.25/\text{frame5}, 0.9/\text{frame6}\}$$

즉, 학습 수준이 높은 학습자의 경우에는 해당 단원의 학습목표를 모두 포함하는 다양한 학습내용과 심도있는 학습을 수행할 수 있도록 하고, 수준이 낮은 학습자인 경우에는 해당 단원에 대한 학습목표의 중요도가 높고 학습 목표와 프레임의 관련성이 높고, 프레임의 난이도가 낮은 내용을 구성하여 제공하도록 한다.

수준에 따라 동적으로 구성된 프레임들에 대한 학습을 마친 후 평가 문제의 구성시에도 각 문제별 난이도와 프레임과의 관련성을 고려하여 퍼지 소속성을 구한 후 각 수준에 해당하는 평가 문제만 동적으로 구성하여 평가에 이용될 수 있도록 한다. 따라서, 학습자의 수준에 따라 문제가 구성되어 제공되므로, 학습자는 수준에 맞는 학습을 한 후, 수준에 맞는 적절한 평가 문제를 통한 학업 성취에 대한 진단이 효과적으로 이루어 질 수 있다. 또한, 이를 통해 심화 학습 수준과 다음 단계 학습의 수준을 결정할 수 있다.

3.3. 추론을 이용한 힌트 제공



<그림 4> 추론 과정

본 모델에서는 평가 단계에서 학습자가 오답을 냈을 경우, 그 문제에 대한 피드백으로서 힌트를 제공하여 다시 한번 그 문제를 풀 기회를 준다. 그 문제에 대한 힌트를 제시할 경우, 그 문제에 적합한 학습 내용이 제공되어야 한다. 따라서 본 모델은 코스웨어의 논리적인 구조를 이용하여 추론을 하며, 이 경우에도 3.2절에서 기술된 프레임의 수준을 고려하여 학습자의 학습 수준에 따라, 적합한 프레임을 보여주도록 한다. <그림 4>는 이에 대한 과정을 보여주고 있다.

<그림 4>에서 볼 수 있는 바와 같이, 각 문제와 관련된 학습 목표를 분석하고, 다시 이 학습 목표에 관련된 학습 내용을 분석하여 추론을 하고 있다.

학습자가 문제 1과 문제 2를 풀어 문제 1은 정답을, 문제 2는 오답을 냈을 경우, 시스템은 문제 2에 적합한 힌트를 제공하기 위해 다음과 같은 추론 과정을 수행하게 된다. 문제 2에 관련된 학습 목표는 1과 2가 해당된다. 그러나, 문제 1은 옳게 답하였으므로, 문제 1에 관련된 학습 목표 1은 이해가 되었음을 알 수 있고, 학습 목표 2가 이해되지 않았음을 알 수 있다. 이 경우, 학습 목표 2에 관한 힌트를 제공하기 위해, 적합한 학습 내용이 선택되어야 한다. <그림 4>에서 볼 수 있는 바와 같이, 학습 목표 2에 관련된 프레임들은 프레임 2, 프레임 3, 프레임 4로서 모두 3개가 해당된다. 이 경우, 학습자의 학습 수준이 'easy' 이라면 프레임 2, 프레임 3, 프레임 4 중 'easy'에 일정 임계치 이상의 소속성을 지닌 프레임들을 보여준다. 이 과정에 대한 알고리즘은 <그림 5>와 같다.

```

Procedure Providing_Hint_using_Inference( )

Q : question, LT_S: Learning target set, L_L : Learning level of student,
F : frame, F_L : Frame_level, F_S : Frame set,
 $\mu_{F_L}(F)$  : Membership_value

If there is a Q which has incorrect answer then
    seek LT_S related to the Q
    for each LT  $\in$  LT_S
        seek inversely the Q which has correct answer
        if there is the Q then
            LT_S = LT_S - LT

    While(true)
        seek the F related to LT
        if there is the F then
            check whether  $\mu_{F_L}(F) \geq$  threshold value according to L_L
            if the F is satisfied then,
                F_S = F_S + F
            else exit while

    show the F_S to student as hints
    
```

<그림 5> 추론 과정에 대한 알고리즘

3.4 퍼지 함수를 이용한 평가 결과 수준 판별

학습자의 수준에 따라 제공된 학습 내용에 따라 학습을 한 후, 학습내용에 대한 평가를 하는 단계에서도 학습자의 수준에 맞는 평가 문제를 제공하고 있다. 이 평가 결과를 토대로 학습자의 학습내용에 대한 성취도와 학습 수준을 판별할 수 있으며, 이것은 평가 문항의 수준에 소속된 소속성 정도와 평가 문항에 대한 정답 여부에 따라 퍼지 언어 변수로 결정된

다. 각 수준에 따라 동적으로 구성되어 제공된 평가 문항 집합을 Q 라 할 때 $Q=\{q_1, \dots, q_n\}$ 이고, 각 평가 문항이 지정된 수준에 소속되는 소속성은 μ_i , 평가 문제에 대한 학습자의 문제 풀이 결과 집합을 $R=(r_1, \dots, r_n)$ 라 하자. 문제 풀이 결과 집합은 정답이면 $r_i=1$, 오답이면 $r_i=0$ 로 표시된다. 이때 평가 결과에 대한 수준값은 다음의 (식 2)와 같다.

$$L_{testval} = \frac{\sum_{i=1}^n \mu_i \times r_i}{\sum_{i=1}^n \mu_i} \quad (\text{식 2})$$

이 수준 값에 따라 평가 결과는 'poor', 'satisfactory', 'good', 'excellent' 등의 네 단계로 나누어진다.

각 수준 값의 퍼지 언어 변수에 대한 퍼지 소속성을 정하는 함수는 다음과 같다.

$$\mu_{poor}, \mu_{satisfactory}, \mu_{good}, \mu_{excellent} : [0,1] \rightarrow [0,1]$$

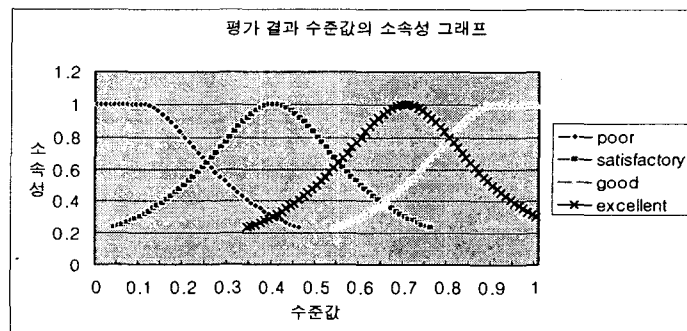
$$\mu_{poor}(x) = \begin{cases} 1/(1 + (|t_1 - x|/k)^2), & x \leq t_1 \\ 1, & x > t_1 \end{cases}$$

$$\mu_{satisfactory}(x) = 1/(1 + (|t_2 - x|/k)^2),$$

$$\mu_{good}(x) = 1/(1 + (|t_3 - x|/k)^2),$$

$$\mu_{excellent}(x) = \begin{cases} 1/(1 + (|t_4 - x|/k)^2), & x > t_4 \\ 1, & x \leq t_4 \end{cases}$$

각 함수에서 $k=0.2$ 로, $t_1=0.1$, $t_2=0.4$, $t_3=0.7$, $t_4=0.9$ 로 가정하였을 경우 다음과 같이 평가 결과 수준값의 각 수준에 속하는 소속성이 구해진다.



< 그림 6> 평가 결과값에 대한 소속성 그래프

이러한 평가 결과를 통하여 학습이 부진한 경우에는 반복학습을, 학습이 잘 이루어졌을 경우에는 심화학습 및 다음 단계로의 학습을 제공하도록 하고 있다. 즉, 평가 결과가 'excellent'인 경우에는 아주 학습이 잘 이루어진 경우로 다음 단계의 학습을 진행할 수 있으며, 'good'인 경우에는 그 단계에서의 심화 학습을 수행할 수 있도록 한다. 'satisfactory'인 경우에는 학습이 충분히 잘 이루어지지 못한 경우로, 그 단계에서의 반복학습을 수행하도록 한다. 마지막으로 'poor'인 경우에는 그 전 단계에 대한 반복학습을 수행하도록 한다. 또한 이 학습자의 평가 결과에 대한 수준은 다시 학습을 시작할 경우, 학습자에게 학습내용을 제공할 때 이용된다. 이 수준에 따라서, 프레임의 수준을 고려하여 학습자에게 프레임을 제공한다.

3.5 개인별 반복 학습 구성

본 시스템에서는 3.2와 같이 평가 단계에서 힌트를 제공할 뿐 아니라, 평가를 다 마친 후에 평가 결과를 분석하여 학습자에게 반복시킬 학습 내용을 동적으로 구성하여 학습자에게 제공한다. 3.3절에서 언급된 것처럼 학습에 대한 평가 과정을 거친 후 학습 수준이 결정되며, 반복학습이 제공되는 학습자의 경우에는 학습 수준이 'satisfactory'와 'poor'인 경우에 해당된다. 그런데, 이 반복학습에서, 학습자가 학습한 내용을 무조건 다시 제공할 경우에는 그 중에 이해를 하고 학습이 잘 이루어진 내용도 포함되기 때문에 학습의 효과가 떨어지고, 지루해 할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 다음과 같이 학습 내용을 크게 두가지로 구분하여 분석한다. 먼저, 학습한 내용 중에서 이해가 충분히 되지 않아 오답을 낸 경우와, 학습이 이루어지지 않아 오답을 낸 경우로 구분된다. 첫 번째의 경우에 반복 학습을 할 경우에 참조되며, 두 번째 경우에는 학습을 다시 시작 할 경우에 참조되도록 한다. 위와 같은 과정을 수행하기 위해서는 우선, 학습자의 학습 내용과 평가 내용과의 관련성 정보를 알고 있어야 한다. 그런데, 이 정보들은 코스웨어의 논리적 구조를 통하여 쉽게 얻어질 수 있다.

<표 1> 학습 내용과 평가 결과 분석

| 학습내용 | 학습여부 | 관련 평가 문제 | 평가 결과 | 분석 정보 | 기타 |
|-------|------|----------|-------|-------|----|
| 프레임 1 | T | 문제 1 | 0 | C | |
| 프레임 2 | T | 문제 2 | 0 | C | |
| | | 문제 4 | X | R | |
| 프레임 3 | T | 문제 3 | X | R | |
| 프레임 4 | F | 문제 4 | X | N | |
| 프레임 5 | T | 문제 5 | 0 | C | |
| | | 문제 7 | 0 | C | |
| 프레임 6 | F | 문제 6 | 0 | K | |
| 프레임 7 | T | 문제 7 | 0 | C | |
| 프레임 8 | T | 문제 7 | 0 | C | |
| | | 문제 8 | X | R | |
| | | 문제 9 | 0 | C | |

&G: Complete, R:Review, N:No study, K:Know

다음으로, 학습자가 학습을 수행하는 동안, 시스템은 저장된 학습 정보와 평가 내용을 검사하여 이들의 관련성 정보를 테이블에 유지한 다음, 분석 과정을 수행한다. <표 1>은 이에 관한 테이블 정보를 보여주고 있다.

<표 1>에서 학습 여부를 학습이 이루어진 경우는 T로 표시하고, 학습이 이루어지지 않은 경우는 F로 표시하고 있다. 또한 분석 정보에서 C(complete)는 학습이 이루어진 프레임에 관련된 문제를 맞춘 경우로서 학습이 잘 이루어졌음을 나타내고 있으며, R(review)은 학습이 이루어진 프레임에 관련된 문제 중, 틀린 문제들에 대해 표시한 것으로서, 이 문제에 관련된 학습 내용에 대해 충분한 이해가 이루어지지 않았음을 의미하는 것으로서 재학습이 요구됨을 나타낸다. K(know)는 학습은 이루어지지 않았지만, 문제를 해결한 경우를 나타내며, N(no study)은 학습이 이루어지지 않은 문제에 대해서 틀린 경우를 나타내는 것으로, 학습을 다시 시작할 경우에 참조될 수 있다.

학습 평가가 이루어진 후, 재학습을 위한 내용을 학습자에게 제공하기 위해 시스템에서는 분석 정보를 토대로 그 내용이 R인 프레임들만을 동적으로 연결하여 학습 내용을 구성하게 된다. <표 1>에서는 프레임 2, 프레임 3, 프레임 8임이 동적으로 연결된다. 그림 7은 이 과정에 대한 알고리즘을 보여주고 있다.

```

Procedure Constructing_Individual_Repeat_Learning()

    Q : question, I_F: information field of frame, F : frame,
    RF_S :Repeat Frame Set

    for each Q which a learner solve,
        check whether the Q is correct or not
        if the Q has incorrect answer then
            seek the F related to the Q
            for each F
                check whether the F is learned by student or not
                if the F is learned then
                    I_F = 'R'
                    RF_S = RF_S + F.
                else
                    I_F = 'K'
            else
                seek the F related to the Q
                for each F
                    check whether the F is learned by student or not
                    if the F is learned then
                        I_F = 'C'
                    else
                        I_F = 'N'

    show the FR_S to student
    
```

< 그림 7 > 반복학습을 위한 동적 구성

이러한 학습자에 대한 분석 정보는 교사가 학습자의 학습 능력을 파악하는데 도움을 주고 있으며, 학습자에게의 적절한 학습 내용을 제공해줄 수 있도록 한다.

4. 결론

본 연구에서는 웹기반 교수 학습 시스템에서 학습자의 개별화된 특징에 맞는 수준별 학습 내용과 그에 따른 평가 문제를 제공하고 있다. 이를 위해 각 수준을 퍼지 함수에 의해 퍼지 소속성을 가진 언어 변수로서 표현하고 있다. 또한 학습 과정을 모니터링하여 학습한 내용과 평가 결과를 분석한 후, 학습자의 이해가 부족한 부분을 찾아 학습 내용을 새롭게 동적으로 구성하여 학습자에게 제공하도록 하며, 학습에 대한 평가 단계에서 오답을 냈을 경우, 그 문제에 가장 적합한 학습 내용을 추천하여 학습자에게 힌트를 제공함으로써 학습자가 스스로 학습하는데 도움이 되도록 한다.

향후 과제로서, 시스템의 구현 및 실험 평가를 통한 문제점의 분석 및 보안등이 요구된다.

참고문헌

- [1] P. Brusilovsky, E. Schwarz and G. Weber, "ELN-ART: An Intelligent Tutoring System on the WWW," In the Proceedings of ITS'96, pp.261-269, 1996.
- [2] M. Lai, B. Chen, and S. Yuan, "Toward a new Educational Environment," In the Proceeding of 4th International WWW Conference, pp. 11-14, 1995.
- [3] A. Silva, et al., "A Survey of Web Information Systems," In the Proceeding of WebNet'97 pp. 520-530, 1997.
- [4] J. Wang, "Intelligent Hyper-media Learning System on the Distributed Environment," In the Proceeding of the World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia, 1997.
- [5] K. Nakabayashi et al., "Architecture of an Intelligent Tutoring System in the WWW," In the Proc. of AI-ED'97, pp.39-46, 1997.
- [6] M. Stern et al., "Intelligence on the Web?," In the Proc. of AI-ED'97, pp.490-497, 1997.
- [7] M. Kiyama et al., "Authoring Method for the Web-based Intelligent CAI System CALAT and its Application to Telecommunications Service," In the Proc. of AAI-97,
- [8] T. Vasileva, V. Trajkovic, D. Davcev, "Experimental Data about Knowledge Evaluation in a Distance Learning System," IEEE, 2001, pp. 791-796.
- [9] S. Weon, J. Kim, "Learning Achievement Evaluation Strategy using Fuzzy membership Function," 31th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, session t2a, 2001, pp. 19-24.
- [10] R.E. Bellman, L.A. Zadeh, "Decision-making in a fuzzy environment," Management Science, Vol. 17, No. 4, 1970, pp.141-146.