

웹기반 교육 시스템에서 퍼지이론을 이용한 학습자 모듈의 설계

(The Design of Student Module for Web-Based Instruction System using Fuzzy Theory)

백 영태*, 서 대우**, 왕 창중***
(Yeong-Tae Baek, Dae-Woo Seo, Chang-Jong Wang)

요약 이 논문에서는 WBI(Web-Based Instruction) 시스템의 영역 독립적인 학습자 모듈을 구축하는데 있어 핵심이 되는 요소를 영역 전문가가 쉽게 입력할 수 있도록 하기 위하여 퍼지이론의 언어 변수 개념을 도입한 학습자 응답 진단 공식을 제안한다. 또한 학습자의 인지 상태를 추론하는 규칙을 영역 전문가가 언어변수를 입력하여 구축할 수 있도록 하고 이 규칙을 이용하여 학습자의 인지 상태를 추론할 수 있도록 학습자 모듈을 설계한다.

Abstract This thesis proposes a diagnostic formula for student's responses based on linguistic variable concept of fuzzy that makes domain expert to input the kernel element easily that constructs domain independent student module. And the domain expert can construct the rule with linguistic variable that is used to inference student's recognition state. This study designs a student module that can inference student's recognition state using this rule represented by linguistic variable.

1. 서론

네트워크의 발달과 컴퓨팅 환경의 고급화로 인해 이를 기반으로 하는 애플리케이션에 대한 요구가 증가하고 있으며, 특히 교육 분야는 매우 성공적이며 영향력 있는 응용 분야로 인식되고 있다. 많은 연구와 기업들이 교육 분야의 솔루션으로 발표되고 있다. IBM의 LearningSpace[4]와 WebCT[9] 같은 시스템은 현재 전 세계적으로 가장 많은 학교와 기업에서 채택해서 사용하고 있으나, 이들은 콘텐츠의 관리에 많은 초점을 맞추고 있으며 실질적인 개별 교육에 한계를 갖고 있다. 개별 교육에 대한 연구는 이미 오래 전부터 지능형 교육 시스템(ITS: Intelligent Tutoring System) 분야에서 연구되어 왔으며[1,3,6,7], 근래에는 적응적 교육 시스템(AES: Adaptive Educational System)[2,12]으로 발전되어 가고 있다. 이러한 ITS나 AES에서는 일반적으로 학습자를 모델링할 수 있는 모듈을 갖고 있으며,

이러한 모듈은 학습자에 관한 지식 상태를 표현한 데이터 구조인 학습자 모델과 이것을 진단 처리하는 진단 기능을 갖고 있다. 학습자 모델과 진단 과정은 서로 강한 연관성을 가지고 있으며, 반드시 함께 설계되어야 한다[11]. WBI(Web-Based Instruction) 시스템에서의 평가는 크게 세 가지로 나누어 볼 수 있으며, 그 중 학습 성취도 평가를 위한 모듈은 주로 시험, 보고서나 프로젝트 결과물 등의 과제물, 참여/출석률, 토론 및 기타의 평가 자료들을 종합하여 이루어진다[10]. 이러한 WBI에서의 학습 성취도 평가는 ITS(Intelligent Tutoring System)의 학습자 모듈에서 실시하는 진단을 통한 학습자 모델링을 통해 학습 성취도를 평가하는 방법을 이용할 수 있다. 그러나 현재까지 개발된 대부분의 WBI 시스템에서의 학습자 모듈이 표준화되어 있지 않고, 영역 지식 전문가의 의도가 시스템의 초기 설계 시에 결정되어 짐으로서 충분하게 학습자 모듈에 반영되지는 않았다. 또한 WBI 시스템에서의 평가는 주로 시험에 의해 이루어지는 특징이 있으며, 가르치고자 하는 영역 지식이 다양하여 일반화된 평가 모델이 존재하지 않는다.

* 김포대학 컴퓨터계열 조교수

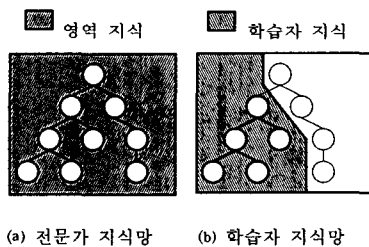
** 용인송담대학 인터넷경영정보 전임강사

*** 인하대학교 컴퓨터학부 교수

이 논문에서는 영역 독립적인 WBI 시스템의 학습자 모듈을 위한 지식 표현에 대하여 고찰하고, 학습자의 지식 상태를 진단하기 위하여 퍼지이론(Fuzzy Theory)의 귀속도(Membership Degree) 개념과 언어변수(Linguistic Variable)를 이용한 학습자 진단 공식을 제안한다.

2. 학습자 모듈 및 WBI 시스템에서의 평가에 대한 고찰

학습자 모듈은 학습자의 현재 지식 상태를 나타내는 학습자 모듈과 학습자 모듈을 추론하는 진단 과정으로 구성된다. 현재까지 연구된 학습자 모델링 기법은 크게 오버레이 모델, 차분 모델, 버기 모델, 버그 부분 목록 등으로 구분된다. 오버레이 모델은 학습자 모델링 기법 중 가장 많이 사용되는 것으로서, 학습자의 지식이 전문가 지식의 부분 집합으로서 표현되는 것이다. <그림 1>은 전문가 지식망과 학습자 지식망을 비교한 것이다. (a)는 전문가의 지식망을 나타내며, 이것은 학습자가 학습해야 할 전체 지식이다. (b)는 학습자가 학습을 진행함에 따라 생성되는 망으로서, 빗금친 부분은 학습을 완료하였음을 나타내며 점선으로 그려진 망은 학습자가 앞으로 학습해야 할 내용이 된다[5,13].



<그림 1> 오버레이 모델의 예

이 논문에서 전문가의 지식을 표현하기 위한 표현방법으로는 객체 지향 패러다임(Object-Oriented Paradigm)을 이용한 지식 표현을 사용한다. 객체 지향 지식 표현은 유사한 지식의 중복을 최소화하고, WBI의 각 모듈들의 역할을 추상화된 설계 단계에서부터 코딩에 이르기까지 일관성을 가질 수 있게 한다. 지식망은 교수단위망(Instructional Unit Network)과 개념망(Conceptual Network)의 두 가지 지식망으로 구성되며, 이 지식망들은 상호 참조를 위하여 서로 연결되어 있다.

Web 기반 교육 시스템과 작업하는 학습자의 어떤 특징을 고려할 것인가는 매우 어려운 문제이다. 학습자마다 또

는 동일한 학습자도 시간에 따라 서로 다를 수 있다. 일반적으로 학습자의 교육진도에 따른 현재 상태와 관련되어 많은 특징이 있고 교육 시스템에 의해 고려되어질 수 있는 개인 학습자와 관련된 많은 특징이 있다. 웹기반 교육시스템에서 주로 사용하는 특징으로는 다음과 같이 5가지로 학습자의 지식(knowledge), 학습 목적(goals), 배경(background), 경험(experience), 선호도(preference)등이 있다[2]. 이 논문에서는 문제를 가지고 학습자의 현재 지식 상태를 진단하여 학습자 모듈을 갱신한다.

WBI 시스템에서의 학습 성취도 평가 방법들은 중간고사와 기말고사 같은 시험, 보고서 등의 과제물, 수업 참여 정도나 출석률과 같은 참여/출석, 토론 및 기타 등 다섯 가지 유형으로 나눌 수 있다. 인터넷을 이용한 교육 시스템에서 시험에 의한 평가의 중요성이 크며, 이를 위해서 학습자의 시험에 대한 응답을 보다 정밀하게 진단함으로써 정확한 평가가 이루어질 수 있다[10]. 학습자의 인지응답의 변화는 시간에 따라서 불일치하게 나타나는 것을 알 수가 있다. 학습자의 응답이 옳았다가 다음 번 문제에서는 틀리는 경우가 있다. 또는 그 반대의 경우도 있다. 학습자의 지식 인식의 변화를 측정하는 방법이 필요하다. 학습자의 응답에 있어서 매번 불일치하는 경우는 학습자가 새로운 지식을 습득한 경우, 학습자의 자기 지식에 대한 확신 부족, 학습자의 추측, 학습자의 지식구조를 추론하기 위한 학습자의 행위 해석, 학습자가 알고있는 지식을 표현하기 위한 능력 부족 등이 있다[5,12].

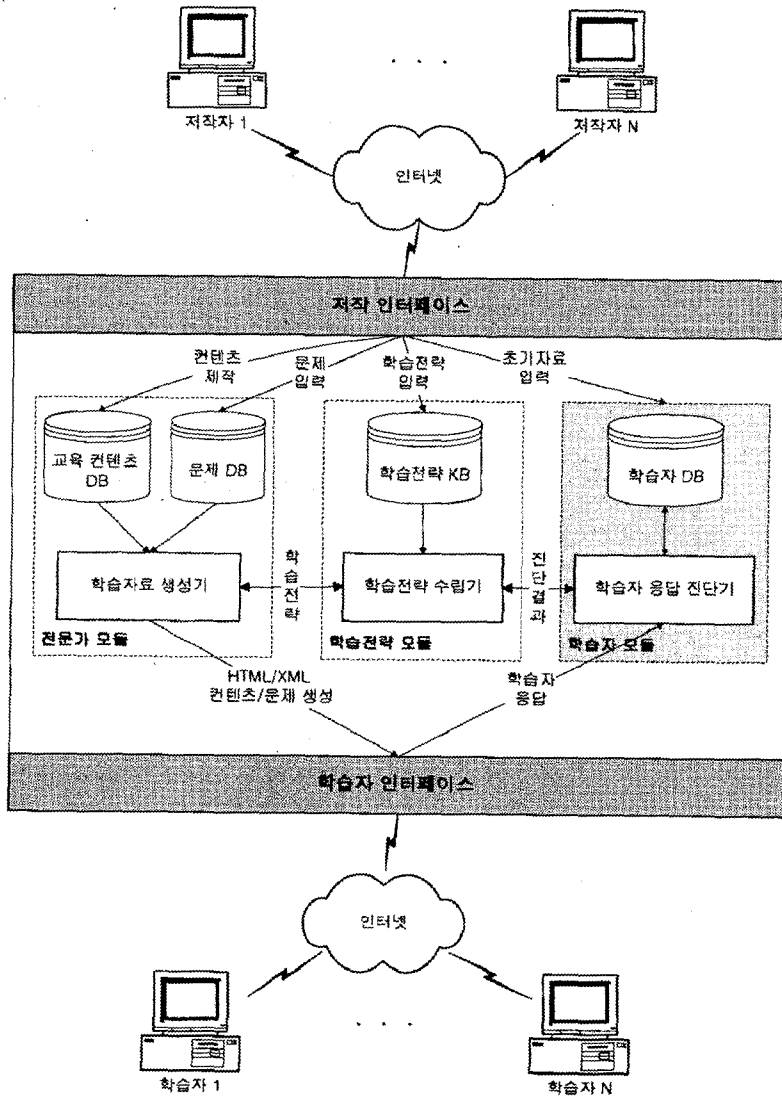
학습자 모듈의 학습자 응답 진단기는 각 단원별, 주제별로 문제를 학습자 인터페이스를 통하여 학습자에게 질문하고, 그 질문에 대한 학습자 응답을 분석하여 학습자의 인지도를 파악할 수 있다. 여러 학습자에 대하여 각 문제의 시점에 따라서 그 문제 시점 이전까지 학습자의 인지도에 대한 정확하면서, 일반성 있는 평가는 상당히 중요하다. 그 인지 정도의 평가가 어느 한 시점에 대한 정적인 것이 아닌 학습에 따른 동적인 평가이어야 한다. 학습자에 대한 정확한 학습인지도는 추후 학습자에 대한 학습전략 면에서 중요하고, 저작자가 초기에 제시한 문제들의 중요성에 대한 모니터링에 대한 관점에서도 중요성은 크다고 할 수 있다.

3. 학습자 모듈의 설계

이 논문에서 제안된 시스템은 크게 4개의 구성요소로 나눌 수 있으며 그 구성요소로는 전문가 모듈, 학습전략 모듈, 학습자 모듈, 인터페이스 모듈 등이다. 이 논문에서 제안하는 웹 기반 지능형 교육 시스템의 전체적인 흐름은 <그림 2>와 같다.

전문가 모듈은 교육 콘텐츠 DB, 문제 DB, 학습자료 생성기로 구성되어 있고 영역 지식의 전문가 및 저작자는 웹 상에서 저작 인터페이스를 통해 교육할 콘텐츠와 문제를

기로 구성되어 있다. 전문가는 웹 상에서 저작 인터페이스를 통해 학습 전략을 학습전략 지식 베이스에 입력하고 학습전략 수립기는 학습자 모듈의 학습자 응답 진단기로



<그림 2> 학습자 모듈 중심의 WBI 시스템 구성도

제작하여 전문가 데이터베이스에 저장한다. 또한 학습자료 생성기는 학습전략 모듈의 학습전략 수립기에서 생성된 학습전략으로 전문가의 데이터베이스에서 웹 콘텐츠 및 문제를 추출하여 학습자에게 제시한다.

학습전략 모듈은 학습전략 지식베이스와 학습전략 수립

기 진단결과를 넘겨받아 학습전략 지식 베이스의 내용을 가지고 학습전략을 수립한다.

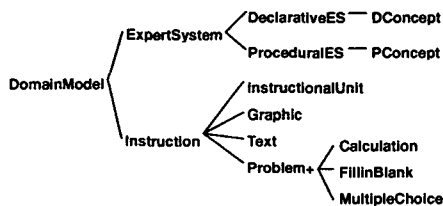
학습자 모듈은 학습자 DB와 학습 응답 진단기로 구성되어 있다. 학습자 DB는 웹 상에서 전문가가 저작인터페이스를 통하여 학습자에 대한 초기 자료를 입력한다. 또한

학습자 응답 진단기를 통하여 학습자의 인지 상태를 넘겨 받아 학습자에 대한 최신의 자료로 수정해 나간다. 학습자 응답 진단기는 학습자 인터페이스를 통하여 학습자의 응답을 입력받아 학습자에 대한 현재 상태의 인지상태를 진단하고 학습자 DB에 자료를 수정하고 진단 결과를 학습전략 수립기에 보내어 학습전략 수립기에서 학습전략을 수립하는 데 활용한다.

인터페이스 모듈은 저작 인터페이스와 학습자 인터페이스로 구성되어 있다. 저작 인터페이스는 영역 전문가가 웹 상에서 콘텐츠 제작, 문제 입력, 학습전략 입력, 학습자에 대한 초기자료를 입력한다. 학습자 인터페이스는 전문가 모듈의 학습자료 생성기로부터 콘텐츠 및 문제를 HTML 또는 XML 형식으로 생성하여 웹 브라우저를 통하여 학습자들에게 제공한다. 또한 웹 브라우저를 통하여 학습자 응답을 입력받아 학습자 모듈의 학습자 응답 진단기로 보낸다.

3.1 학습자 모델링

이 논문에서 설계한 학습자 모듈은 오버레이 모델을 사용한다. 오버레이 모델은 전문가 지식 이외의 다른 정보를 요구하지 않으므로 상대적으로 구현하기 쉽다. 현재까지 학습해 온 학습자의 지식은 학습자 모듈 내에서 학습자 DB로 저장되며, 학습 경로나 학습 성취도를 함께 표현할 수 있다. 학습자 DB 내의 학습자 지식망(Student Knowledge Network)은 학습이 진행됨에 따라 전문가의 지식베이스인 교수단위망과 같은 형태의 망 구조를 이루게 된다. 학습자 지식망 내의 노드는 학습자의 진단 결과, 제출된 문제의 종류와 그 보기가 저장되며 학습자 지식망의 형태는 학습 경로를 표현하게 된다.



<그림 3> 지식망의 XML 스키마 트리

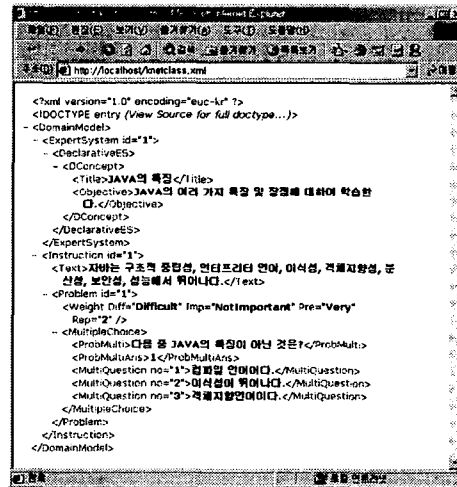
<그림 3>은 지식망의 XML 스키마 트리이며, <그림 4>는 학습자 DB에 저장되는 학습자 지식망 내의 Problem Element에 대한 XML DTD 이다.

```

<!ELEMENT Problem
  ((Calculation|FillinBlank|MultipleChoice),Weight)+>
<!ELEMENT Calculation
  (ProbCalc,ProbCalcAns)>
<!ELEMENT FillinBlank
  (ProbFill,ProbFillAns)>
<!ELEMENT
  MultipleChoice
  (ProbMulti,ProbMultiAns,MulTIQuestion)>
  ...
<!ELEMENT Weight
  EMPTY>
  ...
<!ATTLIST Problem
  id ID #REQUIRED>
<!ATTLIST MultiQuestion
  no CDATA #REQUIRED>
<!-- 언어변수를 저장하기 위한 ELEMENT의 속성 -->
<!ATTLIST Weight
  Diff (Difficult|Medium|Easy) "Medium"
  Imp (Important|Medium|NotImportant) "Medium"
  Pre (Very|Little) "Little"
  Rep CDATA #REQUIRED>
  ...
  
```

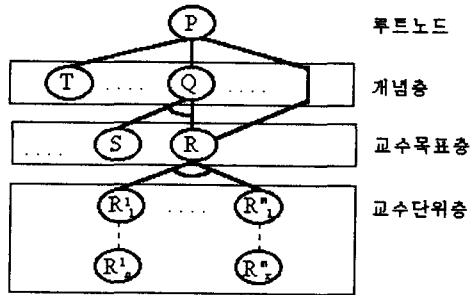
<그림 4> Problem Element에 대한 XML DTD

<그림 5>는 JAVA의 특징을 나타내는 학습 단위에 대한 XML의 표현 예이다.



[그림 5] 학습단위에 대한 XML 표현 예

교수단위망의 각 노드는 <그림 6>과 같이 선형 구조, AND 구조, OR 구조를 가진 지식망을 구성하며, 각 노드 간의 선분은 하위 노드가 상위 노드의 선수 지식임을 나타낸다. 예를 들면 <그림 5>의 지식망에서 학습 명제 P는 T 또는 Q 중 어느 하나를 학습했을 때 학습이 가능하게 되며, 학습 명제 Q는 S와 R을 모두 학습한 후에 학습해야 한다.



<그림 6> 지식망의 예

교수단위망 내의 각 층은 학습자의 진단을 위하여 논리적으로 구분한 것이다. 교수단위망의 루트 노드는 교수단위망으로의 진입을 위한 엔트리 포인트(entry point)가 된다. 개념층은 비교적 독립적인 각각의 개념에 대한 루트노드(root node)가 되며, 교수목표층은 하나의 개념을 표현하는 교수단위망 내에서의 독립적인 교수 목표가 된다. 교수 단위층은 교수 목표를 지도하기 위한 최소 단위의 학습 명제로서, 레벨의 깊이는 1 이상이다.

3.2 학습자 모델 진단기

저작 인터페이스(authoring interface)에서 특정한 영역 지식의 전문가가 교수단위망(Instructional Unit Network)과 개념망(Conceptual Network)을 구성할 때 각 문제와 교수 단위의 속성인 중요도(Importance), 난이도(Difficulty)를 언어 변수로 입력할 수 있는 가중치 요소를 포함한다. 입력에 사용되는 언어변수는 [표 1]과 같다.

<표 1> 진단을 위한 언어변수

	교수단위	진단결과
난이도	Difficult, Medium, Easy	Good, Medium, Bad
중요도	Important, Medium, Not Important	
수식어	[Very], [Little]*	

문제에 대한 언어변수는 학습자의 응답을 진단하기 위한 것이다. 이러한 언어변수를 사용함으로써 영역 전문가는 모든 학습 요소의 속성에 대하여 특정한 값을 결정하여 입력하지 않고 언어를 이용할 수 있게 되어 인터넷 환경에서 보다 쉽게 입력할 수 있게 된다. 언어변수는 애매한 인간의 표현을 컴퓨터에서 이용할 수 있도록 한 퍼지 이론의 핵심이다. 퍼지 이론에서 사용하는 응축(concentration)과

팽창(dilation)을 이용하면 학습자의 지식 상태를 진단하는 공식을 정의할 수 있다. 응축과 팽창의 식은 다음과 같다 [8].

$$CON(A) = A^2 = \sum_{i=1}^n \{x_i, m_A(x_i)^2\}, \forall x_i \in U$$

$$DIL(A) = A^{\frac{1}{2}} = \sum_{i=1}^n \{x_i, m_A(x_i)^{\frac{1}{2}}\}, \forall x_i \in U$$

<표 2>는 <표 1>의 언어변수에 대한 귀속 함수(Membership Function)를 나타낸 것이다. 여기에서 Good, Medium, Bad에 관한 귀속 함수는 저작자가 변경할 수 있으며, 귀속 함수에 따라 진단 결과가 달라진다. 따라서 저작자가 이 세 가지의 귀속 함수를 수정하여 진단 결과를 저작자의 의도대로 조절할 수 있다.

<표 2> 언어변수를 위한 멤버 함수

언어변수	약어	귀속함수	비고
Important	I	$x^{1/2}$	모든 언어변수는 수식어로서 V와 L을 가질 수 있다. x 는 $0 \leq x \leq 1$ 이다.
Medium	M	x	
Not Important	Ni	x^2	
Difficult	D	$x^{1/2}$	
Medium	M	x	
Easy	E	x^2	
Good	G	x	
Medium	M	$2x$ if $0 \leq x \leq 0.5$ $-2x-2$ if $0.5 \leq x \leq 1$	
Bad	B	$-x+1$	

<표 2>의 Difficult와 Important는 Medium의 팽창으로, Easy와 Not Important는 Medium의 응축으로 정의한다. 따라서

$$D=I=M^{\frac{1}{2}}=DIL(M)$$

$$E=Ni=M^2=CON(M)$$

와 같이 쓸 수 있으며, 이를 이용하여 진단을 행하는 함수 DV (Diagnostic Value)를 다음과 같이 정의한다.

$$DV(R_{1-n}) = \text{norm}(\sum (R_c / R_n)^k)$$

Norm: 정규화를 실행하는 함수.

R1-n : 학습자가 응답한 처음부터 n까지의 문제

Rc : 언어변수에 따른 정답의 수

Rn : 학습자에게 제시된 총 문제 수

즉, R_c/R_n 는 총 문제수에 대한 맞은 문제의 비율이다.

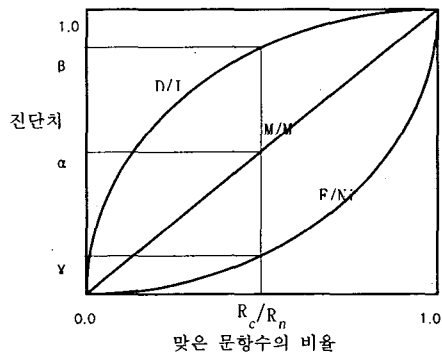
k : 언어변수에 따른 멱승의 수

* Important or Difficult : $\frac{1}{2}$

* Medium : 1

* Not important or Easy : 2

정규화는 모든 문제에 대한 응답을 정답으로 하여 계산한 진단치로 나누는 것으로 정의한다. 하나의 문제에 대하여 중요도와 난이도가 동시에 적용되면 그 중 귀속도가 최소값을 가지는 것을 택하여 계산한다. DV 함수는 선형 구조를 가지는 노드와 하나의 노드에 대한 반복적인 문제에 대하여 적용한다. AND 구조의 경우 퍼지에서는 일반적으로 min() 함수를 사용하지만, 이를 이용하면 진단 결과가 진단치들 중 최소값으로 수렴하는 경향이 있다. 그러므로 AND 구조에서는 그 하위의 진단치들의 평균값을 구하는 함수를 적용한다. OR 구조의 경우 그 하위 노드의 전체 진단치들 중 가장 큰 값을 취한다. <그림 7>은 <표 2>의 언어 변수를 그래프로 나타낸 것이다. 학습자의 응답을 진단하는데 사용되는 변수는 문제에 대한 응답의 정오 여부와 그 문제의 속성이다.



<그림 7> 테이블 2에 의한 진단 결과 그래프

난이도나 중요도를 표현하는데 있어 보다 다양한 값을 지정하려면 그 언어변수에 수식어(modifier)를 사용하여야 한다. 이 논문에서는 Very와 Little의 2 가지 수식어를 다음과 같이 정의한다.

$$\text{Very}^n \text{ Difficult} = M^{\frac{1}{2n}}$$

$$\text{Little}^n \text{ Difficult} = M^{\frac{1}{2n^2}}$$

위 식은 수식어의 반복 횟수에 관계없이 항상

$$V^n E \leq L^n E \leq M \leq L^n D \leq V^n D$$

를 만족한다. 여기에서 n은 0 이상의 양의 정수이다. 따라서 수식어의 반복에 의한 진단치의 불일치성이 제거된다. 예를 들어, Easy의 경우 Little 수식어를 아무리 사용하더라도 그 귀속 함수값이 Very Easy 보다 작아지지 않는다.

3.3 학습자 모델 추론기

학습자의 응답을 진단하는 DV 함수는 계산 결과가 [0,1] 범위의 실수값이 된다. 언어변수에 의한 퍼지 추론을 행하려면 DV 함수의 결과값을 언어변수로 퍼지화해야 한다. 퍼지화한 결과는 Good, Medium, Bad와 수식어 [Very]*, [Little]*로 이루어진 하나의 언어변수가 된다. 진단결과를 언어변수로 퍼지화하면 언어변수를 이용한 다른 추론 규칙과 함께 사용할 수 있게 된다. 추론 규칙은 언어변수로 이루어져 있으므로 저작자가 쉽게 입력할 수 있게 된다. 또한 영역 전문가가 귀속 함수를 변경하면 같은 DV 함수 값에 대해서도 진단 결과는 바뀌게 되어 추론 규칙을 수정하지 않아도 된다. 추론 규칙은 [표 3]과 같은 테이블 형태로 저장된다. 이 규칙은 실제로 데이터베이스에서 테이블의 형태로 저장이 되어 있으며, CGI 프로그램에서 판단문을 이용하여 진단을 실시한다. 예를 들어, 학습자가 단위 난이도가 VI인 단원에서 문제 난이도가 VD, 그 중요도는 VI인 문제를 맞았을 경우 그 진단 결과는 VG가 된다.

<표 3> 추론 규칙

규칙 번호	언어변수				결정 변수
	단위 난이도	문제			
		난이도	중요도	진단 결과	진단 결과
1	VI	VD	VI	G	VG
2	VI	D	M	M	VG
3	M	M	M	G	VG
...

<표 3>에서 문제 진단 결과는 학습자 응답을 DV 함수에 적용하고, 그 결과를 언어변수로 퍼지화한 것이다. 결정 변수는 그 단원의 전체적인 학습자 지식의 추론 결과이다.

저작자가 추론 규칙을 입력하여 사용하는 경우 규칙 사이에 충돌이 발생하면, 즉 같은 조건에 대하여 다른 결론을 입력할 때에는 저작자에게 조건부를 보여주고 입력된 결론 중 어느 것을 사용할지를 묻게 된다. <표 3>에서 저작자가 결정 변수를 어떻게 입력하느냐에 따라 학습을 잘했는지 못했는지를 결정하게 된다. 이것은 저작자의 의도를 학습자 모듈의 추론 규칙에 반영할 수 있음을 나타내는 것이다.

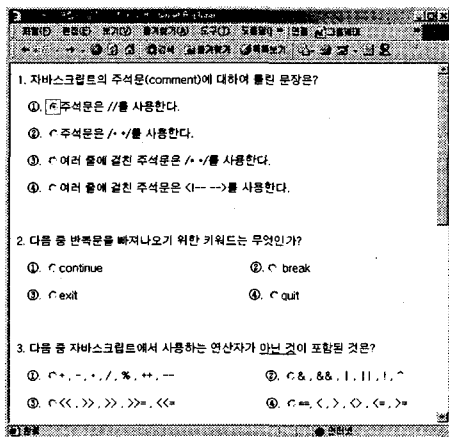
4. 실험 및 고찰

제안한 학습자 모듈의 실험을 구현하기 위한 환경은 <표 4>와 같다.

<표 4> 실험 구현 환경

구분	항목명
OS	Windows 2000 Server
H/W	Pentium IV 1.2GHz
Web Server/DBMS	IIS 5.0/MS-SQL Server 2000
CGI Language	ASP 3.0

제시된 문제는 자바스크립트 언어를 학습하는 과정을 평가하기 위한 문제로 구성되며, 문항의 제시 예는 <그림 8>과 같다. 총 문제의 수는 6이며, D, M, E가 각각 2문제씩이다. 문제의 난이도에 따라 같은 수의 정답이라도 진단치가 다르게 된다.



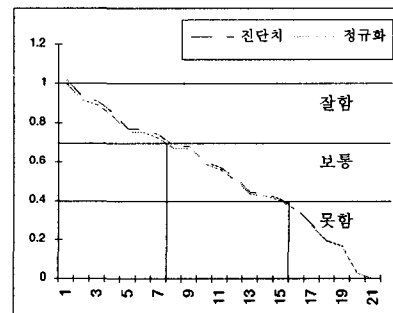
<그림 8> 문제 제시 화면

이 절에서는 제안된 DV 함수의 타당성을 입증하기 위하여 주어진 문제에 대하여 학습자가 응답 가능한 모든 경우에 대하여 DV 함수를 적용해 보았다. [표 5]는 제시된 문제에 대한 가능한 모든 경우의 진단 결과를 나타낸 것이다. 번호 4의 경우 5 문제를 맞았음에도 불구하고 4 문제를 맞은 번호 3의 경우보다도 진단치가 더 작음을 보인다. 이것은 문제의 난이도에 따라 각기 다른 진단 결과를 가져올 수 있다는 것이다. <그림 9>는 <표 5>의 분석 결과를 그래프로 나타낸 것이다.

<표 5> DV 함수를 이용하여 진단 가능한 모든 결과

번호	맞은수	D	M	E	진단치	정규화
1	6	2	2	2	1.021	1.000
2	5	2	2	1	0.938	0.918
3	4	2	2	0	0.910	0.891
4	5	2	1	2	0.885	0.836
...
20	1	0	0	1	0.0277	.0272
21	0	0	0	0	0	0

<그림 9>에서 보는 것처럼 잘함을 0.7 이상으로, 못함을 0.4 이하로 보았을 때 잘함의 경우는 번호 1에서 8까지, 못함의 경우는 번호 16에서 21까지에 해당된다. 또한 각각의 경우 문제수가 거의 균등하게 분포됨을 알 수 있다. 따라서 일반적인 경우 <표 5>에서 제시한 귀속 함수를 그대로 적용할 수 있게 된다.



<그림 9> 표 5의 결과 그래프

<그림 8>과 같은 문제를 30명의 학생들을 대상으로 실험하였다. 그 결과 중 10명에 대한 결과는 <표 6>과 같다.

<표 6> 시험 결과 및 그 진단치

학생번호 문항 (난이도)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1(D)	○	×	○	×	×	○	×	○	×	×
2(D)	×	×	○	×	○	×	×	○	×	×
3(M)	○	×	○	○	○	○	○	×	×	×
4(M)	○	○	○	×	○	○	○	○	×	×
5(E)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
6(E)	×	○	○	×	×	○	○	○	×	○
맞은 문항비율	0.667	0.500	1.000	0.333	0.667	0.833	0.667	0.833	0.167	0.333
진단치	0.769	0.277	1.021	0.194	0.769	0.770	0.444	0.855	0.028	0.120
정규화	0.753	0.272	1.000	0.190	0.753	0.737	0.435	0.837	0.027	0.112

<표 6>에서 보듯이 보듯이 단순히 맞은 문항 비율만을 고려하여 학습자를 진단한다면 문제의 난이도에 관계없이 맞은 문항수에 따라 같은 점수를 보이거나, 제안된 DV 함수를 적용하여 진단한다면 문제의 난이도에 민감한 결과를 얻을 수 있음을 보였다.

5. 결 론

이 논문에서 설계한 학습자 모듈은 WBI 시스템에서 학습자의 학업 성취도를 평가하기 위한 자료로서 언어변수를 이용할 수 있게 하였다. 따라서 저작자는 속성을 특정한 값으로서 입력하지 않고 인간이 사용하는 언어를 사용할 수 있게 하였고, 저작 능력이 향상될 수 있도록 하였다. 또한 학습자 모듈이 영역 지식에 종속되지 않음으로서 여러 영역 지식에 응용될 수 있도록 하였다.

학습자 진단 공식인 DV 함수는 학습자의 응답뿐만 아니라 애매한 언어적 표현을 진단에 사용함으로써 보다 다양한 진단이 이루어지도록 하였으며, 추론 규칙은 퍼지의 언어변수를 이용할 수 있도록 하여 복잡한 수식을 적용하지 않고도 근사 추론이 이루어질 수 있도록 설계하였다. 본 학습자 모듈에 대한 설계는 WBI 시스템의 지식영역에 독립적인 학습자 모듈을 이룬다.

참 고 문 헌

- [1] Barr, A. and Feigenbaum, The Handbook of Artificial Intelligence, Vol. 2. WilliamKaufmann, Inc., Los Altos, California, 1982, pp.224-294.
- [2] Brusilovsky, P. Methods and techniques of adaptive hypermedia. User Modeling and User-Adapted Interaction, 6 (2-3), pp. 87-129. 1996
- [3] D. H. Sleeman and J. S. Brown(Eds.), Intelligent Tutoring Systems, Academic Press, NewYork, 1982
- [4] IBM Lotus, LearningSpace, www.lotus.co.kr, 2001
- [5] Leemseop Shim, STUDENT MODELING FOR AN INTELLIGENT TUTORING SYSTEM-BASED ON THE ANALYSIS OF HUMAN TUTORING

SESSIONS, Ph.D. Dissertation, Illinois Institute of Technology, Chicago, Illinois, 1991, pp.57-63.

[6] Martha C. Pison, J. Jeffrey Richaedon & Elliot Soloway, Foundations of Intelligent Tutoring Systems, Lawrence Erlbaum Associates, inc. Publishers, 1988, pp.1-19.

[7] Rich. E, ATIFICIAL INTELLIGENCE, Macgraw-Hill Book Company, 2nd, 1991, pp.135-242.

[8] Ronald R. Yager, Lotfi A. Zadeh, AN INTRODUCTION TO FUZZY LOGIC APPLICATIONS IN INTELLIGENT SYSTEMS, KLUWER ACADEMIC PUBLISHERS, 1992.

[9] WebCT, WebCT, www.webct.com, 2001.2 .

[10] 나일주, 웹기반 교육, 교육과학사, 1999년, pp.188~193

[11] 백영태, 이세훈, 윤경섭, 왕창중, "지능적 교육 시스템을 위한 학습자 모듈 설계에 관한 연구," 한국정보과학회 추계학술발표 논문집, Vol. 19, 제2호, 1992. 10, pp.1091-1094.

[12] 백영태, 이세훈, 윤경섭, 왕창중, "학습자 인지 정보 모델 기반의 교육 시스템 설계," 한국멀티미디어학회 춘계학술발표 논문집, 제4권 1호, 2001. 6 p24-p28

[13] 이기호, 최영미, 지능형 교육 시스템 개론, 교학사, 1992.



백 영 태 (Yeong-Tae Baek)

1989년 인하대학교 전자계산학과 졸업

1993년 인하대학교대학원 전자계산 공학과졸업(공학석사)

2000년 인하대학교대학원 전자계산 공학과 박사수료

1998년 5월~1999년 2월 정보통신 연구소 선임연구원

1998년 3월~현재 김포대학 컴퓨터계열 조교수
관심분야 : 멀티미디어, ITS, 웹기반교육, 하이퍼미디어
시스템



서 대 우(Dae-Woo Seo)

1992년 인하대학교 전자계산공학과
졸업

1994년 인하대학교대학원 전자계산
공학과 졸업(공학석사)

1994년~현재 인하대학교대학원
전자계산공학과 박사과정

1994년 7월~1997년11월 대상정보기술 (주)정보통신연구소

1997년 11월~1998년 1월 한국정보공학 개발부

1998년 1월~1999년12월 (주)사이맥스 기술연구소

2000년 3월~현재 용인송담대학 인터넷경영정보과 전임강
사

관심분야 : 인터넷, 전산교육, 신경망



왕 창 중(Chang-Jong Wang)

1964년 고려대학교 물리학과
(이학사)

1975년 성균관대학교 (경영학석사)

1979년~현재 인하대학교
전자계산공학과 교수

관심분야 : 소프트웨어공학,
분산객체기술, 컴퓨터기반교육