
퍼지 논리를 이용한 자기 주도적 학습 및 평가 시스템

우영운* · 김광백** · 이종희**

Self-Directed Learning Assessment System Using Fuzzy Logic

Young Woon Woo* · Kwang-Baek Kim** · Jonghee Lee**

요 약

기존의 웹 기반 자기 주도적 학습은 학습 능력을 평가할 수 없을 뿐만 아니라, 시험 능력에 대한 평가도 시험점수로만 제공되어 학습 능력 평가의 객관성, 평가 기준의 모호성 등의 문제가 야기되고 있다. 본 논문에서는 학습자 스스로가 학습 능력을 조절하고 학습과정을 평가할 수 있는 자기 주도적 학습 및 시험 능력 평가에 대한 방법을 제안하고, 이를 정보 처리 기사 시험의 필기 과목에 적용하여 구현하였다. 제안된 자기 주도적 학습 및 시험 능력 평가 방법은 소속함수와 퍼지추론을 이용하여 학습 시간 및 횟수, 시험 시간 및 점수에 대한 각각의 소속도를 계산하여 학습과 시험 각각에 대한 퍼지 소속도를 계산하고 학습 및 시험에 대한 최종 퍼지 소속도를 계산한다. 제안한 시스템은 기존의 방법에 비해 학습자 스스로 성취도를 평가하기에 용이하며 이후의 학습 계획을 정하는데도 도움이 된다. 이는 구현된 시스템의 이용자들을 대상으로 한 설문에서도 확인할 수 있었다.

ABSTRACT

The existing web-based self-directed learning systems are in short for the ability of learning skills assessment. Even worse, they only give test scores as an indicate for test skills, which is also not a good measure for learning skills assessment and makes it difficult to assess learning skills objectively and to present clear assessment criterion. In this paper, we proposed an improved self-directed learning system using fuzzy logic, which can be controlled by learners themselves and helps to evaluate their own learning process. We also implemented the system on the written examination of Engineer Information Processing. The purposed system first calculates membership functions of learning time, learning frequency, testing time, and test score. Using them the final membership functions of learning and test skills are calculated and presented in a graphical, i.e. more understandable, way to user. The purposed system helps learners to assess their achievement and to plan future schedule, and the survey result on the students used the system also supports that.

키워드

자기 주도적 학습, 웹 기반 학습, 학습 능력 평가, 시험 능력 평가

Self-Directed Learning, Web-Based Learning, Learning Skills Assessment, Test Skills Assessment

I. 서 론

정보 통신 기술의 발달과 제 7차 교육 과정에서 정보

통신 기술 활용 교육이 강조됨에 따라 원격 교육이 다양한 형태로 실시되고 있다. 그 중 웹 서비스를 이용한 학습 방법이 각광을 받고 있으며, 이는 웹 서비스가 문자뿐

* 교신저자 : 동의대학교 멀티미디어공학과

접수일자 : 2007. 1. 23

** 신라대학교 컴퓨터정보공학부

만 아니라 동영상, 이미지, 사운드, 3차원 그래픽 등의 멀티미디어 자료를 포함 할 수 있기 때문이다.

학습자 측면에서 볼 때 웹 서비스를 이용한 학습은 정보통신을 매개로 하여 학습 행위가 교수 행위와 분리되어 행해지므로 개별 학습의 자율성에 중점을 두는 특징이 있다. 이처럼 개별 학습의 자율성에 중점을 둘 수 있는 학습 방안으로 자기 주도적 학습이 있다. 자기 주도적 학습은 학습자 스스로가 능동적인 자세로 학습에 대한 주도권을 가지고 학습 내용을 선택하여 학습하고, 평가까지 스스로 관리하는 과정이다[1]. 결국 웹 서비스를 이용한 학습 특성에는 자기 주도적 학습 방안이 적합하다고 볼 수 있다. 그러나 기존의 웹 기반 자기 주도적 학습에서는 학습 능력의 평가에 대해서 아무런 기준도 제시하지 않고 있으며, 단순히 객관식 혹은 선다형 문제에 대한 시험점수만을 제공해 주고 학습자 스스로에게 학습 능력에 대한 평가를 맡기고 있는 설정이다. 하지만 이러한 방법으로는 학습 능력 평가가 시험점수에 의해 평가될 수밖에 없으며, 평가에 대한 객관성이 부족한 문제점이 있다. 또한 창의력이나 문제 해결 능력, 분석 능력과 같은 고등 사고 능력에 대한 평가를 할 수 없는 등의 문제점이 있다[2].

본 논문에서는 소속함수와 페지 추론을 이용하여 학습 시간 및 횟수, 시험 시간 및 점수에 대한 각각의 소속도를 계산하여 학습과 시험 각각에 대한 페지 소속도를 계산하고 이를 통해 학습 및 시험에 대한 최종 페지 소속도를 계산하여 제공해 줌으로서 학습자 스스로 학습 능력을 조절하고 학습 능력과 시험 능력을 객관적으로 판단할 수 있는 자기 주도적 학습 능력 및 시험 능력 평가 방법을 제안하였다. 또한 제안한 방법을 정보 처리 기사자격증 필기 과목에 적용한 자기 주도적 학습 평가 시스템을 구현하였다.

II. 관련 연구

2.1. 자기 주도적 학습

2.1.1 자기 주도적 학습의 개념

자기 주도적(Self-Directed) 학습은 학자마다 내리는 정의가 다양하다. 기존의 정의에 따르면 '학습의 주체가 되려고 하는 학습자의 의도적인 노력[3]'으로 정의되기도 하며 '독립적인 학습자로 성숙해 가는 과정[4]'이라고 하는 견해도 있다. 또한 Knowles[5]는 '학습자가 전체

학습 과정을 자발적으로 이끌어 나가며 학습 경험을 계획하고, 시행하고, 평가하는 일차적인 책임을 학습자 스스로 맡는 학습 과정'이라 정의하였다.

이러한 정의들을 종합해 볼 때 자기 주도적 학습이란 학습 욕구 진단, 학습 목표 설정 및 시행, 학습에 대한 평가까지 학습자 스스로 주도권을 가지는 학습 과정을 의미한다고 볼 수 있다.

2.1.2 자기 주도적 학습의 특성

자기 주도적 학습은 다음과 같은 특성을 가지고 있다.

첫째, 학습자 자신의 내적 에너지에서 발산되는 동기 내발성

둘째, 학습 과정에서 학습자는 자신의 결정에 따라 생각하고 행동하는 자율성, 즉 외부적 요인으로부터의 독립성

셋째, 학습자 스스로 세운 학습 목표에 대한 목표 달성을 지향성

넷째, 학습 과정 전체에 있어 외부 요인과 관계없이 학습자 스스로가 학습에 대해 가지는 주도성

이러한 특성에서 볼 때, 자기 주도적 학습은 다른 어떠한 학습보다 학습자의 적극성과 책임성을 강조하는 학습 방법이라 할 수 있다.

2.1.3 자기 주도적 학습 모형

Knowles는 자기 주도적 학습의 초점을 학습의 자기 주도성과 학습자의 자기 관리에 두고 그림 1과 같은 자기 주도적 학습 모형을 제시하였다.

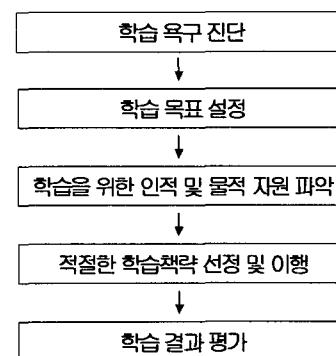


그림 1. Knowles의 자기 주도적 학습 모형
Fig. 1. Knowles' self-directed learning model

(1) 학습 욕구 진단

학습자들은 학습 이전에 가지고 있는 다양한 학습에 대한 욕구를 스스로 파악하여 자신의 현재 상태를 파악하고 자신이 원하는 바람직한 상태와의 차이를 느낄 수 있어야 한다.

(2) 학습 목표 설정

학습 목표는 학습의 실행 결과를 보여주는 행동을 구체적으로 기술한 것이다. 자기 주도적 학습에서 학습자 개개인이 자신의 요구나 능력에 맞게 스스로 학습 목표를 설정하는 것만으로도 학습의 능률을 향상 시킬 수 있다.

(3) 학습을 위한 인적 및 물적 자원 파악

학습 과제를 수행하는데 자기 주도적 학습에서는 학습자 스스로 학습을 진행해 가기 때문에 학습에 도움이 될 수 있는 학습 자료나 인적 자원을 찾아내는 일은 학습 목표 도달에 중요한 영향을 미친다.

(4) 적절한 학습 책략 선정 및 이행

자기 주도적 학습에서는 학습자 개개인의 요구나 특성이 모두 다르기 때문에 학습 진행 과정이 다양하게 나타난다. 이에 따른 학습 내용도 다양하므로 학습자는 자신에게 적합한 학습 방법을 선택하여 학습을 진행해야 한다.

(5) 학습 결과 평가

자기 주도적 학습은 학습자 자신이 학습 전체를 계획하고 평가하므로 일차적인 책임이 학습자 스스로에게 있다. 그러므로 학습 결과에 대한 학습자의 자기 평가가 중요시 된다.

자기 주도적 학습에서는 학습에 대한 평가가 학습자 스스로의 주관적인 평가에만 의존해서는 안 된다. 이에 본 논문에서는 퍼지 논리를 이용한 학습 능력 평가 및 시험 능력 평가에 대해 객관성을 확보 할 수 있는 방법을 제안한다.

2.2. 웹 기반 학습(Web-Based Learning)

웹은 문자뿐만 아니라 동영상, 이미지, 사운드, 3차원 그래픽 등의 멀티미디어 자료를 포함할 수 있어 자기 주도적 학습을 지원하기에 적합한 특성을 지니고 있으며,

전통적인 교실 형태의 교수-학습 과정을 보조 하는데 있어 효과적이라는 실증적 결과가 제시되고 있다[6]. 그러나 학습자의 학습동기 부족이나 학습에 대한 비몰입성, 원격 환경에 따른 학습자들의 고립성 등의 원인에 의해 학습에 실패할 수 있다. 이러한 문제점의 해결방안에 대한 연구 또한 필요하다.

III. 소속함수와 퍼지논리를 이용한 자기 주도적 학습 및 시험 능력 평가 방법

본 논문에서 제안한 자기 주도적 학습 능력과 시험 능력 평가 방법은 소속함수와 퍼지 논리를 이용하여 정보 처리 기사 필기 과목에 적용하였다. 제안한 방법의 구성은 그림 2와 같다. 학습 능력 평가를 위한 학습 횟수와 학습시간에 대한 소속함수를 설계하고, 시험 능력 평가를 위한 시험 시간과 시험점수에 대한 소속함수를 설계한다. 각각의 소속함수를 통해 결정된 소속도를 Yager[7]의 일반화된 퍼지합 논리 연산자를 이용하여 학습에 대한 최종 소속도와 시험에 대한 소속도를 결정하여, 최대-최소 합성 연산을 이용하여 학습 및 시간에 대한 최종 소속도를 결정한다.

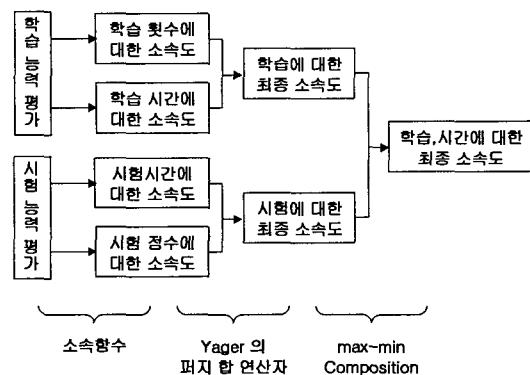


그림 2. 학습 능력 및 시험 능력 평가 방법
Fig. 2. Assessment method for education and test skills

3.1. 소속함수의 설계

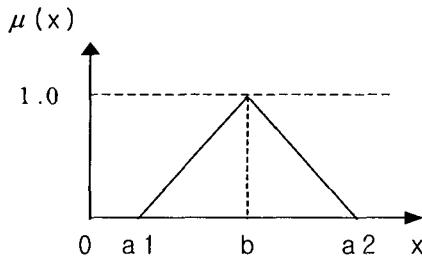


그림 3. 삼각형 타입의 소속함수

Fig. 3. Triangular membership function

그림 3에서 x 는 입력이고 $\mu(x)$ 는 입력 x 의 소속도 (membership degree)이다. 입력 x 에 대하여 소속도는 식 (1)과 같이 구해진다.

$$\begin{aligned}
 &\text{if } (x \leq a_1) \text{ or } (x \geq a_2) \text{ then } \mu(x) = 0 \\
 &\text{else if } (x > b) \text{ then } \mu(x) = \frac{(a_2 - x)}{(a_2 - b)} \\
 &\text{else if } (x < b) \text{ then } \mu(x) = \frac{(x - a_1)}{(b - a_1)} \\
 &\text{else if } (t = b) \text{ then } \mu(x) = 1
 \end{aligned} \tag{1}$$

학습 시간, 학습 횟수, 시험 시간, 시험점수에 대한 소속함수는 컴퓨터 관련 학과 4학년 10명을 대상으로 실험한 결과를 기준으로 작성하였다.

3.2. 학습에 대한 소속함수

학습에 대한 소속함수는 학습 시간에 대한 소속함수와 학습 횟수에 대한 소속함수로 구성된다.

3.2.1 학습 시간에 대한 소속함수

학습 시간에 대한 소속함수는 학습 시간별로 시간이 빠른 그룹(LT_{HD}), 보통인 그룹(LT_{MD}), 느린 그룹(LT_{LD})의 3단계로 구분하였고, 그에 대한 소속함수는 그림 4와 같으며, 학습 시간에 대한 소속구간은 표 1과 같다.

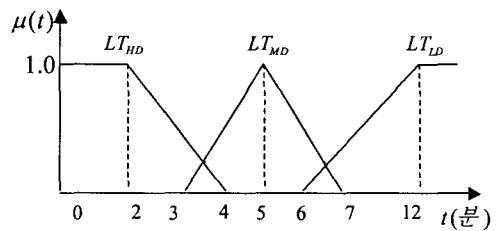


그림 4. 학습 시간의 소속함수
Fig. 4. Membership function of learning time

표 1. 학습 시간의 소속 구간

Table 1. Membership range of learning time

| 퍼지값(학습 시간) | 소속구간(분) |
|------------------|----------------|
| 빠르다(LT_{HD}) | [0, 4] |
| 보통(LT_{MD}) | [3, 7] |
| 느리다(LT_{LD}) | [6, ∞] |

$$\begin{aligned}
 &(1) \text{ 학습 시간이 빠를 경우 소속도} \\
 &\text{if } (t \leq 2) \text{ then } \mu(t) = 1 \\
 &\text{else if } (t < 4) \text{ then } \mu(t) = \frac{(4 - t)}{(4 - 2)} \\
 &\text{else if } (t \geq 4) \text{ then } \mu(t) = 0
 \end{aligned} \tag{2}$$

$$\begin{aligned}
 &(2) \text{ 학습 시간이 보통일 경우 소속도} \\
 &\text{if } (t \leq 3) \text{ or } (t \geq 7) \text{ then } \mu(t) = 0 \\
 &\text{else if } (t < 5) \text{ then } \mu(t) = \frac{(t - 3)}{(5 - 3)} \\
 &\text{else if } (t > 5) \text{ then } \mu(t) = \frac{(7 - t)}{(7 - 5)} \\
 &\text{else if } (t = 5) \text{ then } \mu(t) = 1
 \end{aligned} \tag{3}$$

$$\begin{aligned}
 &(3) \text{ 학습 시간이 느릴 경우 소속도} \\
 &\text{if } (t \leq 6) \text{ then } \mu(t) = 0 \\
 &\text{else if } (t < 12) \text{ then } \mu(t) = \frac{(t - 6)}{(12 - 6)} \\
 &\text{else if } (t \geq 12) \text{ then } \mu(t) = 1
 \end{aligned} \tag{4}$$

3.2.2 학습 횟수에 대한 소속함수

학습 횟수에 대한 소속함수는 학습 횟수 별로 학습 횟수가 적은 그룹을 LC_{HD} , 보통인 그룹은 LC_{MD} , 많은 그룹은 LC_{LD} 의 3단계로 구분하였다. 학습 횟수에 대한 소속함수는 그림 5와 같으며, 소속 구간은 표 2와 같다.

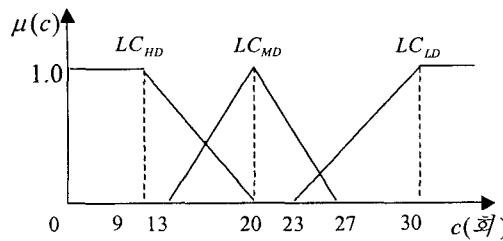


그림 5. 학습 횟수의 소속함수
Fig. 5. Membership function of learning frequency

표 2. 학습 횟수에 대한 소속 구간
Table 2. Membership interval of learning frequency

| 퍼지값(학습횟수) | 소속구간(회) |
|-----------------|-----------------|
| 적다(LC_{HD}) | [0, 20] |
| 보통(LC_{MD}) | [13, 27] |
| 많다(LC_{LD}) | [23, ∞] |

3.3. 시험에 대한 소속함수

시험에 대한 소속함수는 시험시간에 대한 소속함수와 시험점수에 대한 소속함수로 구성된다.

3.3.1 시험시간에 대한 소속함수

시험시간에 대한 소속함수는 시험시간 별로 시험 시간이 빠른 그룹을 ET_{HD} , 보통인 그룹은 ET_{MD} , 늦은 그룹은 ET_{LD} 의 3단계로 구분하였고, 그에 대한 소속함수는 그림 6과 같으며, 학습 시간에 대한 소속구간은 표 3과 같다.

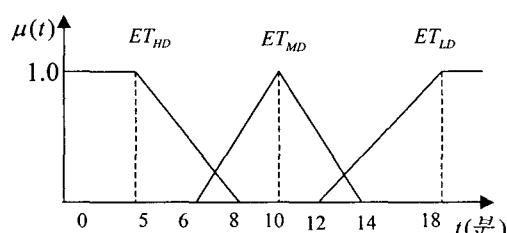


그림 6. 시험 시간에 대한 소속함수
Fig. 6. Membership function of testing time

표 3. 시험 시간에 대한 소속 구간
Table 3. Membership interval of testing time

| 퍼지값(시험시간) | 소속구간(분) |
|------------------|-----------------|
| 빠르다(ET_{HD}) | [0, 8] |
| 보통(ET_{MD}) | [6, 14] |
| 늦다(ET_{LD}) | [12, ∞] |

3.3.2 시험점수에 대한 소속함수

시험점수에 대한 소속함수는 시험점수 별로 시험점수가 높은 그룹을 ES_{HD} , 보통인 그룹은 ES_{MD} , 낮은 그룹은 ES_{LD} 의 3단계로 구분하였고, 그에 대한 소속함수는 그림 7과 같으며, 학습 시간에 대한 소속 구간은 표 4와 같다.

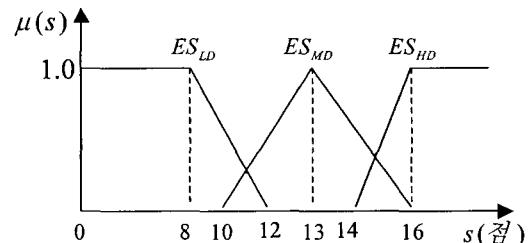


그림 7. 시험점수의 소속함수
Fig. 7. Membership function of test score

표 4. 시험점수에 대한 소속구간
Table 4. Membership interval of test score

| 퍼지값(시험점수) | 소속구간(점수) |
|-----------------|-----------------|
| 낮다(ES_{HD}) | [0, 12] |
| 보통(ES_{MD}) | [10, 16] |
| 높다(ES_{LD}) | [14, ∞] |

3.4. 학습 및 시험에 대한 퍼지 소속도

본 논문에서는 학습 능력에 대한 소속도와 시험 능력에 대한 소속도를 이용하여 학습자가 학습 능력을 스스로 평가하기 위한 방법을 제시하기 위해 학습 시간과 횟수, 시험 시간과 점수를 Yager의 일반화된 퍼지 논리 연산자를 사용하여 학습 능력의 퍼지 소속도와 시험 능력의 퍼지 소속도를 결정하였다.

Yager의 일반화된 퍼지합 접속 논리 연산은 식 (5)와 같다[7].

$$\mu(x_1, \dots, x_n) = \min(1, (x_1^p + \dots + x_n^p)^{\frac{1}{p}}) \quad (5)$$

4.1 학습 능력에 대한 최종 평가 소속도

학습 능력에 대한 퍼지 소속도 $\mu(LMD)$ 는 학습 시간과 학습 횟수에 대해 Yager의 퍼지 연산자를 이용하여 식 (6)과 같이 계산된다.

$$\mu(LMD_{HD}) = \wedge(1, \sqrt{(\mu(LT_{HD}))^2 + (\mu(LC_{HD}))^2})$$

$$\mu(LMD_{MD}) = \wedge(1\sqrt{(\mu(LT_{MD}))^2 + (\mu(LC_{MD}))^2})$$

$$\mu(LMD_{LP}) = \wedge(1, \sqrt{(\mu(LT_{LP}))^2 + (\mu(LC_{LP}))^2}) \quad (6)$$

여기서 \wedge 는 기본 퍼지 곱 연산자로서 Min 연산이고,
 $\mu(LMD_{HD})$ 는 학습 능력에 대한 고급 소속도이며,
 $\mu(LMD_{MD})$ 는 학습 능력에 대한 중급 소속도이며,
 $\mu(LMD_{LD})$ 는 학습 능력에 대한 초급 소속도이다.

3.4.2 시험 능력에 대한 최종 평지 소속도

시험 능력에 대한 폐지 소속도 μ (*LMD*)는 시험 시간과 시험 횟수에 대해 Yager의 연산자를 이용하여 식 (7)과 같이 계산된다.

이 때 $\mu(EMD_{HD})$ 는 학습 능력에 대한 고급 소속도이며, $\mu(EMD_{MD})$ 는 학습 능력에 대한 중급 소속도이며, $\mu(EMD_{LD})$ 는 학습 능력에 대한 초급 소속도이다.

$$\mu(EMD_{up}) = \sqrt{(\mu(ET_{up}))^2 + (\mu(EC_{up}))^2}$$

$$\mu(EMD_{\text{opt}}) \equiv \sqrt{(\mu(ET_{\text{opt}}))^2 + (\mu(EC_{\text{opt}}))^2}$$

$$\mu(EMD_{\tau}) \equiv \wedge(1, \sqrt{(\mu(ET_{\tau}))^2 + (\mu(EC_{\tau}))^2}) \quad (7)$$

3.4.3 학습 및 시험 능력에 대한 최종 평가 소속도

본 논문에서는 학습 능력과 시험 능력에 대한 각각의 퍼지 소속도를 이용하여 학습 및 시험 능력에 대한 최종 퍼지 소속도를 결정하여 학습자에게 전달함으로써 학습자가 학습 및 시험 능력에 대해 평가할 때 객관적이 판

단을 할 수 있는 방법을 제시한다.

학습 및 시험에 대한 최종 평점은 학습 능력에 대한 소속도와 시험 능력에 대한 소속도로 최대-최소 합성(max-min composition) 연산을 이용하여 최종 고급 소속도($\mu \frac{H}{R}$), 최종 중급 소속도($\mu \frac{M}{R}$), 최종 초급 소속도($\mu \frac{L}{R}$)로 구분하여 제시한다.

본 논문에서 학습 및 시험 능력에 대한 최종 폐지 소속도는 최대-최소 합성 연산을 이용하여 식 (8)과 같이 계산된다.

$$\mu \frac{H}{R} = \begin{cases} \{\mu_R(EMD_{HD} \wedge LMD_{HD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{HD} \wedge LMD_{MD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{HD} \wedge LMD_{LD})\} & \end{cases}$$

$$\mu \frac{M}{R} = \begin{cases} \{\mu_R(EMD_{MD} \wedge LMD_{HD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{MD} \wedge LMD_{MD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{MD} \wedge LMD_{LD})\} & \end{cases}$$

$$\mu \frac{L}{R} = \begin{cases} \{\mu_R(EMD_{LD} \wedge LMD_{HD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{LD} \wedge LMD_{MD})\} & \vee \\ \{\mu_R(EMD_{LD} \wedge LMD_{LD})\} & \end{cases} \quad (8)$$

여기서 R 은 최종 학습 소속도의 집합과 최종 시험 소속도의 집합 사이의 퍼지 관계이며, \wedge 는 퍼지 논리 곱 연산자로서 Min 연산이며, \vee 는 퍼지 논리 합 연산자로 셔 Max 연산이다.

IV 구현 및 분석

4.1. 제안한 자기 주도적 학습 및 시험 능력 평가 방법 구성도

본 논문의 자기 주도적 학습 능력과 시험 능력 평가의 구성도는 그림 8과 같다.

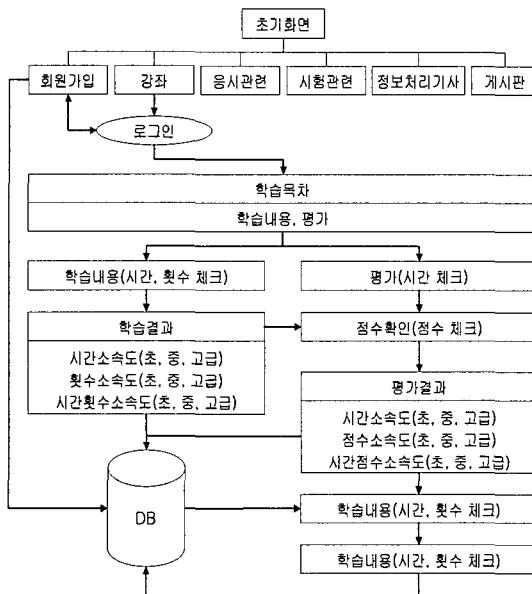


그림 8. 제안된 자기 주도적 학습 능력 평가 시스템
Fig. 8. Self-directed learning skills assessment system

4.2. 데이터베이스 설계

DBMS는 MS SQL-SERVER 2000을 이용하여 구축하였으며, 데이터베이스는 회원 정보 테이블과 시험 내용에 대한 테이블, 게시판에 대한 테이블로 구성하였고, 회원아이디를 Primary Key로 정의하였다. 표 5는 회원 정보 테이블로써 학습자의 기본적인 정보와 학습에 대한 최종 소속도 및 시험에 대한 최종 소속도, 학습 및 시험에 대한 최종 소속도를 저장하는 테이블이다.

표 5. 회원 정보 테이블
Table 5. Member's information table

| 필드 이름 | 데이터 형식 | 설명 |
|---------------|-------------|----------------|
| USER_ID | varchar(10) | 회원 아이디 |
| USER_PASSWORD | varchar(10) | 회원 비밀번호 |
| USER_NAME | varchar(10) | 회원 이름 |
| EMAIL | varchar(50) | 회원 이메일 |
| LMD_H | float(8) | 학습에 대한 소속도(고급) |
| LMD_M | float(8) | 학습에 대한 소속도(중급) |
| LMD_L | float(8) | 학습에 대한 소속도(초급) |
| EMD_H | float(8) | 시험에 대한 소속도(고급) |

| 필드 이름 | 데이터 형식 | 설명 |
|----------|-------------|----------------------------------|
| EMD_M | float(8) | 시험에 대한 소속도(중급) |
| EMD_L | float(8) | 시험에 대한 소속도(초급) |
| FMD_H | float(8) | 학습 및 시험에 대한 소속도(고급) |
| FMD_M | float(8) | 학습 및 시험에 대한 소속도(중급) |
| FMD_L | float(8) | 학습 및 시험에 대한 소속도(초급) |
| LMD_DATE | datetime(8) | 가장 최근 학습에 대한 소속도가 결정된 날짜 |
| EMD_DATE | datetime(8) | 가장 최근 시험에 대한 소속도가 결정된 날짜 |
| FMD_DATE | datetime(8) | 가장 최근 학습 및 시험에 대한 최종 소속도가 결정된 날짜 |

4.3. 구현

제안된 웹 기반 자기 주도적 학습 및 평가 시스템은 학습 능력 평가와 시험 능력 평가를 위해 퍼지 소속함수와 퍼지 논리를 이용하여 소속도를 결정하고, 최종적으로 그래프를 제공하여 학습자 스스로 학습 능력과 시험 능력을 객관적으로 평가하고, 학습 능력을 조절할 수 있도록 구현하였다. 제안된 학습 평가 시스템은 Intel Pentium-4 2.0GHz CPU와 1GB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 ASP와 VB SCRIPT, JAVA SCRIPT를 이용하여 구현하였다.

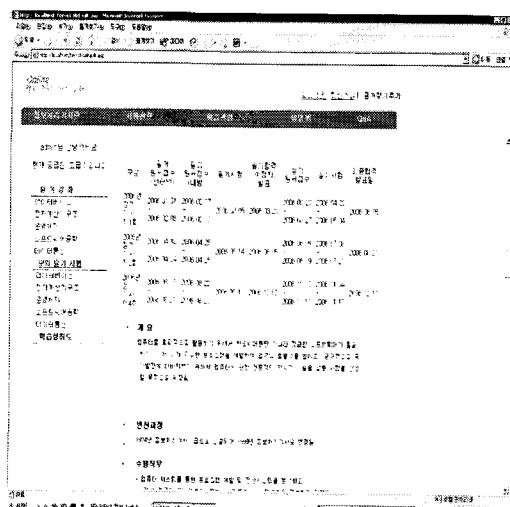


그림 9. 초기 화면

Fig. 9. Main screen

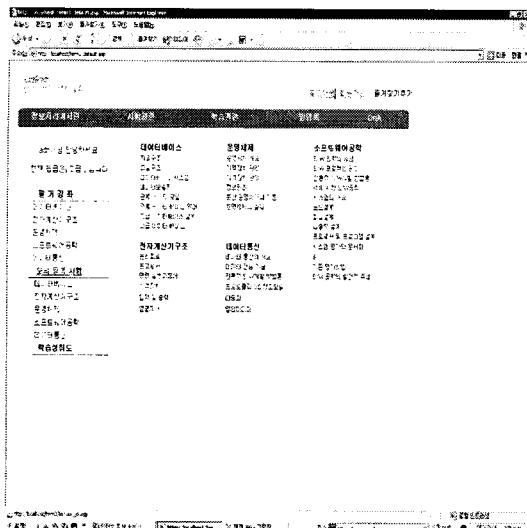


그림 10. 학습 목록 화면
Fig. 10. Topic list screen

그림 9는 회원가입과 강좌, 응시 관련, 시험 관련, 자격증 정보, 게시판으로 구성되어 있는 초기화면을 나타낸 것이다. 그리고 그림 10은 학습 목록을 나타낸 것으로, 컴퓨터 정보 처리 기사 필기 자격증 시험은 총 5과목으로 구성되어 있으며, 각 과목은 세부 Chapter로 학습 내용이 구성되어 있다.

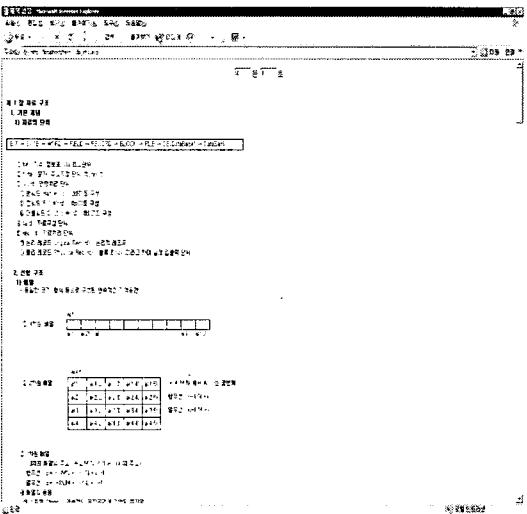


그림 11. 세부 학습 목록 화면
Fig. 11. Detailed topic list screen

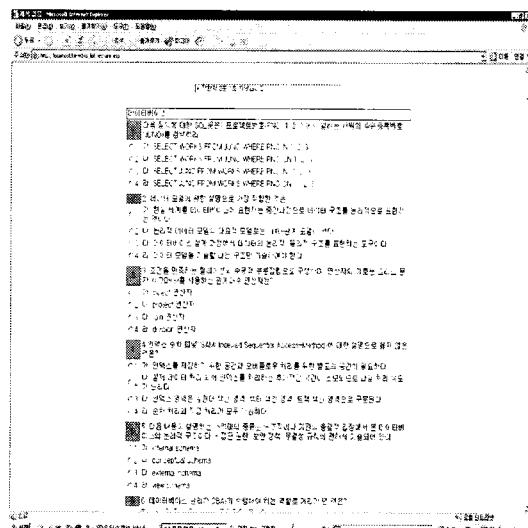


그림 12. 시험 화면
Fig. 12. Actual test screen

세부 Chapter를 선택하게 되면 그림 11의 세부 학습에 관한 정보가 나타나며, Timer가 작동되어 상단에 학습 진행 시간이 분 단위로 표시 된다. 그림 12는 학습자가 자신에게 필요한 과목에 대하여 모의시험을 선택하여 모의시험을 진행하는 화면이다. 시험 진행 시간이 분 단위로 표시되며, 실제 정보 처리 기사 필기 과목 시험에서 한 과목당 제한시간이 20분이므로 20분이 지나면 시험이 종료된다.

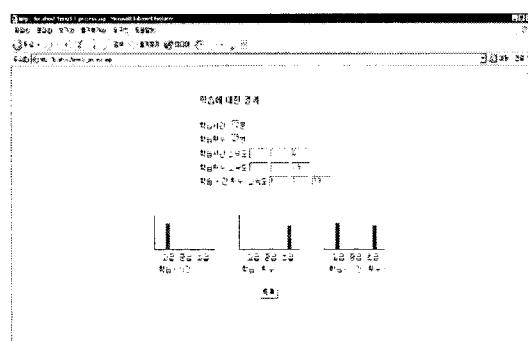


그림 13. 학습 결과 출력 화면
Fig. 13. Learning result screen

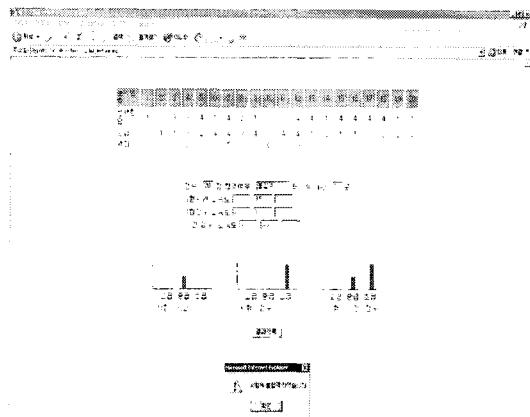


그림 14. 시험 결과 출력 화면
Fig. 14. Test result screen

학습자가 학습을 완료하게 되면 그림 13과 같이 학습 능력을 평가할 수 있는 해당 Chapter의 학습 횟수와 학습 시간, 그리고 학습시간에 대한 소속도 및 그래프와 학습 횟수에 대한 소속도 및 그래프, 학습에 대한 최종 소속도 및 그래프를 학습자에게 제공한다.

그림 14는 시험에 대한 결과 화면으로 시험 문항에 대하여 사용자가 선택한 답과 정답을 보여주며, 시험점수 및 시간을 보여준다. 그리고 정보 처리 기사 필기 과목은 각 과목당 100점 만점에 60점 이상이면 합격 기준에 만족하므로 합격/불합격 여부를 판단하여 제공한다. 또한 시험 시간에 대한 소속도와 시험점수에 대한 소속도, 최종 시험 능력에 대한 소속도를 학습자에게 제공한다.

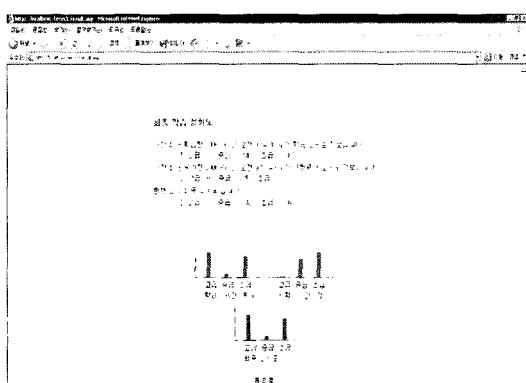


그림 15. 최종 학습 및 시험 능력에 관한 소속도 화면
Fig. 15. Screenshot of final membership functions of learning and test skills

본 논문에서는 자기 주도적 학습에서 학습자가 스스로 학습 및 시험 능력에 대한 최종 평가를 하는데 그림 15에서와 같이 학습자의 최근 학습 능력에 대한 소속도와 시험 능력에 대한 소속도를 제공하며, 두 소속도를 이용하여 최종 학습 및 시험 능력에 관한 소속도 화면을 제공하여 학습자가 학습과 시험 능력 전체에 대해 객관성을 가지고 평가 할 수 있는 방법을 제시하였다.

4.4. 설문 분석 내용

본 논문에서는 소속함수를 설계하기 위해 실험에 참여한 10명을 대상으로 설문 조사를 실시하였다. 설문 문항은 총 3문항으로 구성되었다.

표 6은 “본 웹 기반 자기 주도적 학습 시스템이 유용하게 사용할 수 있겠는가?”라는 문항에 대한 분석 결과이다. 응답자의 70%가 유용하게 사용할 수 있다고 응답하였고, 10%는 보통, 20%는 그렇지 못하다고 답하였다. 결국 본 시스템에 대해 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있으며, 그 이유로는 학습자가 스스로 학습 능력을 평가하는데 있어 시험점수만 제시되는 기존의 방법에서는 결과 중심의 평가로 이루어 질 수밖에 없는데, 본 논문에서 제안한 방법에서는 과정에 대한 객관적인 자료를 제시해 평가하기 더욱 유용하다는 점과 자신이 취약한 부분을 알 수 있다는 순으로 꼽았다.

표 6. 학습 시스템으로서의 유용성
Table 6. Usability as a self-directed learning system

문1) 본 웹기반 자기 주도적 학습 시스템은 평가용 도구로 유용하게 사용될 수 있는가?

| 보기 | 응답자수(명) |
|-----------------|---------|
| (1) 매우 그렇다 | 3 |
| (2) 그렇다 | 4 |
| (3) 보통이다. | 1 |
| (4) 그렇지 못하다. | 2 |
| (5) 전혀 그렇지 못하다. | 0 |

표 7은 “본 웹 기반 자기 주도적 학습 시스템에 대해 얼마나 만족하십니까?”라는 만족도 조사에 대한 분석 결과이다. 응답자의 50%가 만족한다고 하였으며, “보통이다”는 30%, “그렇지 못하다”는 20%로 조사되어 본 시스템에 대하여 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다. 만족하는 이유로는 결과 중심이 아닌 과정 중심이 가장 많았고, 부정적으로 평가하는 이유로는 자신의 소속도

그래프에 대한 불만이 가장 많았다. 즉, 소속함수의 설계를 신뢰할 수 없다는 점이었다. 이 부분은 본 시스템을 이용하는 사용자의 능력에 대한 결과를 분석하여 소속함수를 지속적으로 변경하여 줌으로서 해결할 수 있을 것이다.

표 7. 제시된 학습 시스템에 대한 만족도
Table 7. Satisfaction to the implemented system

| 문1) 본 웹기반 자기 주도적 학습 시스템을 통한 결과에 만족 하십니까? | |
|--|---------|
| 보기 | 응답자수(명) |
| (1) 매우 그렇다 | 1 |
| (2) 그렇다 | 4 |
| (3) 보통이다. | 3 |
| (4) 그렇지 못하다. | 2 |
| (5) 전혀 그렇지 못하다. | 0 |

그 외 본 시스템에 대한 요구 사항으로는 정보처리 기사 실기시험도 필기형식으로 변경 되었으므로 실기 시험에 대한 내용도 다루었으면 하는 점과 과목별 수준에 대해서도 정보를 제시해주었으면 하는 점이 있었다.

V. 결 론

기존의 웹 기반 자기 주도적 학습에서는 학습 능력의 평가에 대해 아무런 기준도 제시하지 않고 있으며, 단순히 객관식 혹은 선다형 문제에 대한 시험점수만을 제공해 주고 학습자 스스로에게 학습 능력에 대한 평가를 맡긴다. 이러한 방법으로는 학습 능력에 대한 평가가 객관성을 가지기 힘들며, 고등 사고 능력에 대한 평가를 할 수 없다.

본 논문에서는 소속함수와 퍼지 추론을 이용하여 학습 시간 및 횟수, 시험점수 및 시간으로 학습에 대한 퍼지 소속도와 시험에 대한 퍼지 소속도, 시험 및 학습 전체에 대한 최종 퍼지 소속도와 각각의 소속도를 그래프로 제공해 줌으로서 학습자 스스로 학습 능력을 조절하고, 학습 능력과 시험 능력을 객관적으로 판단하고, 조절 할 수 있는 자기 주도적 학습 및 시험 능력 평가 방법을 제안하여, 정보 처리 기사자격증 필기 과목에 적용하여, 자기 주도적 학습 평가 시스템을 구현하였다.

설문조사를 통해 나타난 제안한 웹 기반 자기 주도적 학습 시스템의 효과는 학습자가 스스로 학습 능력을 평가하는데 결과 중심이 아닌 객관적인 과정 중심의 평가 방법을 제시하여 자신의 취약한 부분에 대해서도 알 수 있다는 것이다.

향후 연구 과제로는 학습 내용의 난이도 및 시험 문항의 난이도를 고려하여, 학습자가 학습 및 시험 능력을 평가하는데 더욱 효율적인 방법을 제시 할 것이며, 제안된 방법을 기반으로 학습자의 학습 능력에 따라 학습 내용 및 시험 문항을 제공 할 수 있는 지능적인 자기 주도적 학습 시스템을 개발할 것이다. 또한 연구 결과의 통계학적인 근거가 충분하도록 설문 조사 대상자의 수를 20명 이상으로 확대하여 실험할 것이다.

참고문헌

- [1] 김광백, 조재현, “퍼지 추론 규칙을 이용한 수행 평가 시스템,” *한국컴퓨터교육학회 논문지*, 제10권, 제1호, pp. 209-216, 2005
- [2] 장이채, 김태균, “퍼지 수행 평가 방법과 수학 교육,” *한국퍼지및지능시스템학회 논문지*, 제11권, 제2호, pp. 742-745, 2001
- [3] Corno & Mandinash E. B., "The role of cognitive engagement in classroom learning and motivation," *Educational Psychologist*, 18, pp. 88-108, 1983
- [4] Paris S. G. & Newman R. S., "Developmental aspects of self-regulates learning," *Educational Psychologist*, 25(1), pp. 87-102, 1996
- [5] Knowles M. S., *Self-Directed Learning*, New York: Association Press, 1975
- [6] Hiltz S. R., "Evaluating the virtual classroom," *Perspectives in a new environment*, L. Harasim(Ed), Praeger Publishers, pp. 133-185, 1990
- [7] Yager R. P., "On a General Class of Fuzzy Connective," *Fuzzy Sets System*, 4, pp. 235-242, 1980

저자소개

우 영 운(Young Woon Woo)



1989년 2월 연세대학교 전자공학과
(공학사)

1991년 8월 연세대학교 본대학원 전
자공학과(공학석사)

1997년 8월 연세대학교 본대학원 전자공학과(공학
박사)

1997년 9월 ~ 현재 : 동의대학교 멀티미디어공학과
교수

※ 관심분야 : 인공지능, 영상처리, 의료정보

김 광 백(Kwang-Baeck Kim)



1999년 부산대학교 전자계산학과
(이학박사)

1996년 ~ 1997년 동의공업대학 사무
자동화과 전임강사

1997년 ~ 현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 부교수

1999년 ~ 2000년 Biomedical Fuzzy Systems
Association Associate Editors (Japan)

2005년 ~ 현재 한국멀티미디어학회 학술이사 및 논문지
편집위원

2005년 ~ 현재 한국해양정보통신학회 이사 및 논문지
편집위원

※ 관심분야 : Fuzzy Neural Networks and Application,
Medical Imaging and Biomedical System, Bioinformatics,
Fuzzy Logic, Support Vector Machines

이 종 희(Jonghee Lee)



1982년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학
전공 공학석사

1990년 경북대학교 대학원 컴퓨터공학
전공 공학박사

1979년 ~ 1987년 경남정보대학 전자계산과 교수

2003년 ~ 2004년 시라큐스(미) 대학교 방문교수

1988년 ~ 현재 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수

※ 관심분야 : 인공지능, 영상처리, 의료정보