

퍼지 추론 규칙을 이용한 수행 평가 시스템

김 광 백*, 조 재 현**

Performance Assessment System using Fuzzy Reasoning Rule

Kwang-Baek Kim*, Jae-Hyun Cho**

요 약

수행 평가는 평가자에 의한 평가 오류 가능성, 채점의 공정성과 신뢰도, 타당도 문제, 채점 기준의 모호성, 객관성 확보에 대한 어려움 등의 문제가 야기되고 있다. 이러한 수행 평가의 문제점을 해결하고 교사와 학생의 수행 평가 결과에 대한 만족도를 높이기 위하여, 본 논문에서는 회계 원리 과목을 대상으로 수행 평가의 각 영역에서 영향을 미치는 요인을 분석하여 퍼지 소속 함수를 설계하고 퍼지 규칙을 정의하여 추론을 적용하여 객관적이고 신뢰성이 높은 수행 평가 방법을 제안하였다. 또한 제안된 수행 평가 방법에서 수행 평가 항목은 형성 평가와 과제 평가로 구분하여 소속 함수를 설계하였다. 제안된 퍼지 수행 평가 시스템을 통해 산출된 수행 평가 결과는 평정자의 채점 오류에 대한 부담을 줄일 수 있으며 학생들에게는 정확한 기준과 일관성 있는 채점을 통해 공평하고 신뢰성 있는 평가 결과를 제공한다.

Abstract

Performance assessment has problems about possibilities of assessment fault by appraisal, fairness, reliability, and validity of grading, ambiguity of grading standard, difficulty about objectivity security etc. This study proposes fuzzy performance assessment system to solve problem of the conventional performance assessment. This paper presented an objective and reliable performance assessment method through fuzzy reasoning, design fuzzy membership function and define fuzzy rule analyzing factor that influence in each sacred ground of performance assessment to account principle subject. Also, performance assessment item divides by formation estimation and subject estimation and designed membership function in proposed performance assessment method. Performance assessment result that is worked through fuzzy performance assessment system can pare down burden about appraisal's fault and provide fair and reliable assessment result through grading that have correct standard and consistency to students.

▶ Keyword : 수행 평가(Performance Assessment), 퍼지 규칙(Fuzzy Rule), 형성 평가(Formation Estimation) 과제 평가(Subject Estimation), 퍼지 수행 평가 시스템(Fuzzy Performance Assessment System)

• 제1저자 : 김광백

• 접수일 : 2001.01.11, 심사완료일 : 2005.03.04

* 신라대학교 컴퓨터공학과 ** 부산가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부

I. 서론

21세기 세계화 정보화 시대를 주도할 자율적이고 창의적인 한국인 육성에 목적을 둔 제7차 교육 과정은 수준별 교육과 자기 주도적 학습 능력의 신장을 위해 평가를 바탕으로 한 “질 관리형 교육과정”임을 표방하고 있다. 지금까지 우리나라 교육 현장에서 주로 사용된 평가 방식은 객관성, 신뢰성, 효율성에 중점을 둔 지필 고사 등의 미시적 평가 방법이었다. 그러나 이러한 평가 방식은 단순하고 측정이 용이한 인지적 평가에만 초점을 두므로써 학습자의 문제 해결 능력과 고등 사고 능력에 대한 평가가 어렵다. 또한 단순한 지식 암기 위주의 평가에만 치중되는 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하기 위한 방법으로 최근 들어 수행평가(Performance Assessment)가 다시 강조되고 있다[1].

수행 평가(Performance Assessment)는 평가자가 학습자들의 학습 과제 수행 과정과 결과를 직접 관찰하고 그 결과를 전문적으로 판단하는 평가 방식뿐만 아니라 선택형 지필 평가 이외의 다른 모든 방법으로 평가하는 방식을 포함한다[2]. 즉, 수행 평가는 “수업의 과정에서 교사에 의해 다양한 자료를 통해 다양한 방식으로 이루어지는 평가” 정도로 이해되고 권장되어야 할 것이다[3].

수행 평가는 인지적, 정의적, 심동적 특성을 모두 평가할 수 있는 총체적 접근 방법이며, 개방적인 평가 방법에 의해 학습자의 다양한 사고 능력을 함양할 수 있는 등의 장점이 있다. 그러나 수행 평가는 좋은 평가 문항 개발의 어려움, 평가자에 의한 평가 오류 가능성에 따른 채점의 공정성, 신뢰도, 타당도 문제, 채점 기준의 모호성, 객관성 확보에 대한 어려움 등의 문제가 야기되고 있다[4].

본 논문에서는 회계 원리 과목을 중심으로 수행 평가 실시에서 나타나는 평가자의 일관성 유지에 대한 어려움, 채점의 공정성, 신뢰도, 타당도 문제, 객관성 문제 등을 해결하고자 교사의 주관적 판단에 의한 항목별 평가 점수들을 객관적으로 평가할 수 있는 퍼지 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 방법을 제시한다. 또한 학생의 다양한 수행 과제 결과물의 일률적이고 일방적인 평가 방법을 지양하고 수행 평가 과정에서 고려되는 세부 항목에 대한 규칙과 정확한 평가의 척도를 제공하기 위하여 퍼지 소속 함수

(fuzzy membership function)를 설계하고, 퍼지 추론과 비퍼지화를 통한 최종적인 수행 평가 점수를 산출한다. 회계 원리 과목을 대상으로 WBI(Web Based Instruction)에서 퍼지를 이용한 수행 평가 시스템을 설계하고 구현하여 수행 평가의 신뢰도와 타당도를 높일 수 있는 가능성을 제시한다.

II. 관련 연구

2.1 수행평가

2.1.1 수행 평가 개념 및 특징

‘교육 비전 2002, 새 학교 문화 창조’ 계획안에 포함된 평가의 다양성 및 투명성 보장의 일환으로 도입된 수행 평가는 평가자인 교사가 학생의 학습 과제를 수행하는 과정이나 결과를 보고 학생의 지식, 기능, 태도 등에 대해 전문적으로 판단하는 평가 방법이다. 수행 평가 제도는 “교사가 학습자들의 학습 과제 수행 과정 및 결과를 보고 교사가 학생의 지식이나 기능, 태도 등에 대해 전문적으로 판단하는 평가 방식”을 의미한다[5].

수행 평가의 일반적 특징은 다음과 같다[6].

첫째, 수행 평가는 학생이 문제의 정답을 선택하는 것이 아니라, 자기 스스로 정답을 작성하거나 행동으로 나타나도록 하는 평가 방식이다.

둘째, 수행 평가는 추구하고자 하는 교육 목표의 달성 여부를 가능한 한 실제 상황에서 파악하고자 한다. 즉 추상적인 상황에서 정답을 선택하게 하여 평가하기보다는 실제 상황에서 직접 관찰할 수 있는 방향으로 직접 평가하고자 하는 것이다.

셋째, 수행 평가는 교수·학습의 결과뿐만 아니라 교수·학습의 과정도 함께 중시하는 평가 방식이다.

넷째, 수행 평가는 학생 개개인의 변화·발달 과정을 종합적으로 파악하기 위해 전체적이면서 지속적으로 이루어지는 것을 강조하는 방식이다.

다섯째, 수행 평가는 개개인을 단위로 평가하기도 하지만 학생 상호간 협력을 유도하기 위해 집단에 대한 평가도 중요시한다.

여섯째, 수행 평가는 학생의 학습과정을 진단하고 개별

학습을 촉진하려는 노력을 중시한다.

마지막으로 수행 평가는 학생의 인지적인 영역뿐만 아니라 학생 개개인의 행동 발달 사항이나 흥미·태도 등의 정의적인 영역, 체력이나 체격 등의 심동적인 영역에 대한 종합적이고 전인적인 평가를 중시하고 있다.

2.1.2 수행 평가의 문제점

수행 평가는 학생이 능동적으로 문제 해결을 유도할 수 있는 과정 중심적인 평가 방법이며 학생의 종합적인 능력을 정확하고 타당성 있게 파악하여, 수업 개선에 도움이 되는 의미 있는 평가 결과를 학생 및 교사에게 제공한다라는 점에서 유용한 평가이다. 그러나 현실 적용 가능성에 대한 면밀한 검토와 반추 없이 성급한 학교 현장 도입은 많은 문제점이 야기된다. 특히 수행 평가 결과의 객관성과 공정성의 문제는 피평가자인 학생에게 내신과 직결되는 것으로 인식되어져 채점에 대한 신뢰성을 잃게 만들었다.

이러한 문제에 대한 개선 방안으로 교사들의 교과 협의를 통한 세분화된 평가 기준 채택, 평가 기준의 공개, 동료 평가, 자기 평가 등 다양한 방법 등이 이루어지고 있으나 여전히 평가에 대한 객관성, 신뢰도, 타당도 문제는 남아 있다.

2.2 퍼지 이론을 이용한 기존의 수행 평가 방법

수행 평가의 특성 중 하나가 평가 상황에서 교사의 주관성이 개입된다는 것이고, 이는 학생들의 채점 결과에 대한 불신이 요인이 된다는 것이다. 이러한 문제점을 개선하기 위하여 수평 행가의 취약점인 객관성, 신뢰성 및 공정성을 확보하기 위하여 교사의 주관적 판단에 의한 항목별 평가 점수들을 퍼지 채점표에 의한 방법으로 전환시켜 퍼지 등급표를 이용한 퍼지 수행 평가 방법이 제안되었다(7). 이 방법에서 평가 문항은 각각 다른 정도의 문제 난이도를 갖는 5개의 소문항으로 구성하였다. 그러나 이 방법은 수행 평가 퍼지 점수에 의한 퍼지 채점표의 효과를 높이기 위한 평가 유형에 적합한 문항 개발이 이루어지지 않았다.

를 이용하여 고등학교 회계원리 과목의 수행 평가 방법을 제시한다.

제시된 방법은 고등학교 회계원리 과목의 수행 평가를 각 영역에서 영향을 미치는 요인을 고려하여 퍼지 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 방법을 제시하고 웹 환경에서 수행 평가 시스템 구현을 통해 평가자의 일관성 유지에 대한 어려움을 해결하고, 채점의 공정성, 신뢰도, 타당도 문제, 객관성 문제 등을 개선하여 교사의 주관적 판단에 의한 항목별 평가 점수들을 객관적으로 평가할 수 있도록 한다. 여러 가지 수행 평가 영역 중에서 제시된 방법은 회계 원리 과목에 적용하여 적합한 형성 평가와 과제물 평가(보고서)를 통해서 기존의 채점 오류 부분에 대한 문제점을 개선한다. 회계 원리 과목의 평가에 대한 반영 비율은 지필 고사는 60%, 수행평가는 40%라고 정의한다. 평가에 대한 반영 비율은 각 교과목별로 교과 협의 통해 변경될 수 있다. 그리고 수행 평가 영역별 배점 비율은 형성 평가는 30%이며, 과제물 평가(보고서)는 10%로 한다.

본 논문에서 제안한 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 방법의 기본 구조는 퍼지화부, 추론부, 규칙베이스, 비퍼지화, 처리부로 구성된다.

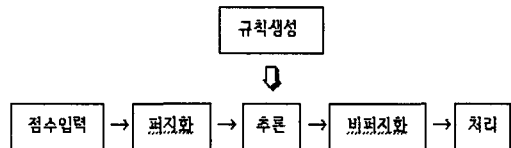


그림 1. 제시된 수행 평가 방법의 구성도
Fig 1. Map of the proposed performance assessment method

3.1 문항 난이도를 고려한 형성 평가의 소속 함수 설계

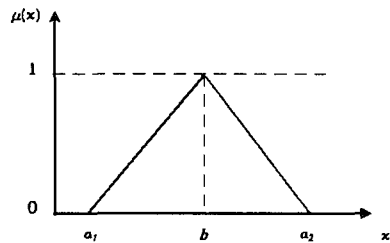


그림 2. 삼각형 타입의 소속 함수
Fig 2. Membership function of triangle type

III. 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 방법

본 논문에서는 웹 환경에서 퍼지 소속 함수와 퍼지 추론

여기서 x 는 입력이고 $\mu(x)$ 는 입력 x 의 소속도(membership

degree)이다. 입력 x 는 $[a_1, a_2]$ 의 구간에서 소속도를 가진다. 만약 $x = b$ 이면 소속도는 1이 된다. 따라서 구간 $[a_1, a_2]$ 에 대해 입력 x 는 다음과 같이 소속도가 결정된다.

$$\begin{aligned} & \text{IF } (x \leq a_1) \text{ or } (x \geq a_2) \text{ THEN } \mu(x) = 0 \\ & \text{IF } (x \leq b) \text{ THEN } \mu(x) = \frac{(a_2 - x)}{(a_2 - b)} \\ & \text{IF } (x < b) \text{ THEN } \mu(x) = \frac{(x - a_1)}{(b - a_1)} \\ & \text{IF } (x = b) \text{ THEN } \mu(x) = 1 \end{aligned} \dots\dots\dots (1)$$

3.1.1 난이도를 고려한 형성 평가에 대한 소속 함수
 회계 원리 수행 평가의 첫 번째 영역은 형성 평가 문항 분석을 통한 정답률에 대해 난이도를 고려하여 소속 함수를 설계한다. 형성 평가의 문항 수는 10문항이며 형성 평가시 문항 난이도를 고려한다. 얼마나 많은 학생이 어떤 문항에 대해 정답을 맞추었느냐를 고려하는 것이 난이도이다. 교육학에서 난이도(p)는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{난이도}(p) = \frac{\text{문항을 맞춘 학생수}}{\text{총 학생수}} \dots\dots\dots (2)$$

그러므로 난이도는 0에서 1사이의 값이다. 본 논문에서는 난이도를 상, 중, 하로 구분하여 형성 평가 문항 중에서 난이도가 높은 것을 상, 중간을 중, 낮은 것을 하로 정의한다.

난이도 상, 중, 하별로 학생이 정답을 맞힌 문항에 대해 판정할 때 잘함(good, G), 보통(midial, M), 부족(bad, B)의 3단계로 구분하여 평가한다. 각 난이도 별로 정답을 맞힌 문항의 수를 변수 x 라고 하면 그에 대한 소속 함수는 (그림 3)과 같다.

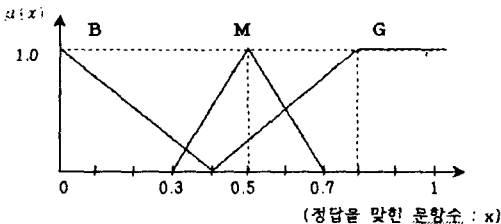


그림 3. 난이도별 형성 평가에 대한 소속 함수
 Fig 3. The membership function about formation examination according to difficulty level

3.1.2 형성 평가에 대한 추론 규칙

수행 평가 시스템의 추론 규칙은 전문가의 지식이나 경험에 의해서 생성된다. 규칙은 앞에서 언급한 IF~THEN 형식으로 추론되므로, 전문가의 경험과 지식을 자연 언어로 사용할 수 있다. 형성 평가에 반영한 27가지의 추론 규칙은 <표 1>과 같다. 난이도별로 형성 평가에 대한 소속 함수를 퍼지 규칙을 적용하여 A, B, C, D, E의 5단계 등급으로 분류한다. 추론 규칙은 시스템 설계 후, 적용 예에서 혹은 전문가에 의해 추론 규칙은 약간의 조정이 가능하다.

표 1. 상, 중, 하 난이도를 고려해서 정의한 추론 규칙
 Table 1. The reasoning rules defined considering of difficulty level of Good, Middle, and Bad

규칙	상 중 하 → E	규칙	상 중 하 → E
규칙1	G G G → A	규칙15	M M B → D
규칙2	G G M → A	규칙16	M B G → C
규칙3	G G B → B	규칙17	M B M → D
규칙4	G M G → A	규칙18	M B B → E
규칙5	G M M → B	규칙19	B G G → C
규칙6	G M B → B	규칙20	B G M → D
규칙7	G B G → B	규칙21	B G B → D
규칙8	G B M → C	규칙22	B M G → C
규칙9	G B B → D	규칙23	B M M → C
규칙10	M G G → A	규칙24	B M B → E
규칙11	M G M → B	규칙25	B B G → C
규칙12	M G B → C	규칙26	B B M → E
규칙13	M M G → C	규칙27	B B B → E
규칙14	M M M → C		

3.1.3 5단계 평가 등급에 따른 점수에 대한 소속 함수
 학생들이 형성 평가를 실시한 후, 난이도 별로 퍼지 규칙에 의하여 A, B, C, D, E의 5단계의 평가 등급으로 분류되고 이에 따른 등급을 점수로 환산하기 위한 소속 함수를 설계하면 그림 4와 같이 표현된다. 형성 평가는 30점 만점으로 한다.

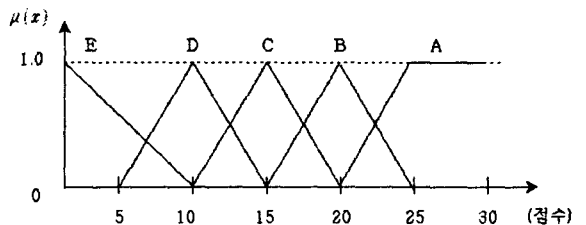


그림 4. 5단계 평가 등급에 따른 점수에 대한 소속 함수
 Fig 4. The membership function about grades according to the 5-level evaluation level

여기서 비퍼지화를 통해 불확실하고 언어적인 5단계 등급에 대해 정량적인 수치로 나타내어 점수를 계산한다. 본문에서 제시된 비퍼지화는 식 6과 같이 중앙값 비퍼지화 기법을 적용하여 정량적인 점수를 산출한다.

$$x' = \frac{\int \mu_i(x) x dx}{\int \mu_i(x) dx} \dots\dots\dots (3)$$

3.2. 과제 평가(보고서)에 대한 소속 함수 설계

수행 평가의 두 번째 항목인 과제를 평가는 교사가 주제를 제시하고 그 주제에 대해서 자기 나름대로 자료를 수집하고 분석, 종합하여 보고서를 작성, 제출하도록 하여 평가한다.

본 논문에서는 회계 원리 교과의 한 단원이 끝난 후 과제를 제출하도록 하며, 과제물에 대한 평가는 3가지 기준을 가지고 각각의 기준에 부합하는 만큼 10점을 기준으로 교사가 평가한다. 평점의 3가지 기준은 과목의 특성과 과제물 주제를 고려하여 교사가 임의로 정의한다. 과제 평가는 전체 수행 평가의 배점 비율 40% 중에서 10%를 차지한다.

3.2.1 과제 평가의 3가지 기준에 대한 소속 함수

회계 원리 과목에 대한 과제물 평가는 학생이 수행한 과제물을 제출하면 교사가 3가지 기준을 만들어 그 기준에 얼마나 부합하는지 평가하여 10점 만점으로 점수화 한다. 이때 적용되는 3가지 기준을 F1, F2, F3라고 정의하며 이 기준들은 과제의 특성과 중시도를 고려하여 교사가 정할 수 있다. 과제 평가시 교사의 주관이 들어가게 되므로 점수에 대해서 소속 함수를 적용하여 평가에 대한 평가 오류를 예방하고 평가에 대한 타당도와 신뢰도를 높일 수 있도록 설계한다. 과제 평가시 평가자인 교사는 미리 정의한 3가지 기준으로 과제물을 판정할 때 잘함(good, G), 보통(midial, M), 부족(bad, B)의 3단계로 구분하여 평가한다. 평가자가 3가지 기준에 대해 10점 만점으로 하여 점수를 부여하고 이에 대한 소속 함수는 (그림 5)와 같다.

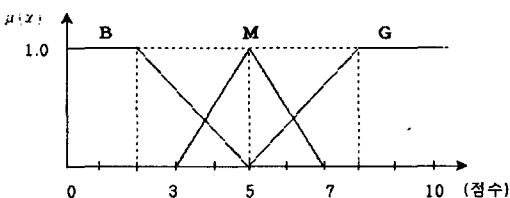


그림 5. 과제 평가의 3가지 기준에 대한 소속 함수

Fig 5. The membership function about three standards in evaluating work

3.2.2 과제 평가에 대한 추론 규칙

과제 평가는 형성 평가 추론 규칙과 마찬가지로 전문가의 경험과 지식을 바탕으로 IF...THEN 형식으로 추론된다. 과제 평가에 반영한 27가지의 추론 규칙은 표2와 같다. 과제 평가를 할 때 고려한 3가지 기준에 대한 소속 함수를 퍼지 추론 규칙을 적용하여 A, B, C, D의 4단계의 등급으로 분류한다.

표 2. 3가지 기준을 고려한 과제 평가에 대한 추론 규칙
Table 2. The reasoning rules about evaluating works considering of three standards

규칙	F1 F2 F3 → E	규칙	F1 F2 F3 → E
규칙1	G G G → A	규칙15	M M B → C
규칙2	G G M → A	규칙16	M B G → B
규칙3	G G B → B	규칙17	M B M → C
규칙4	G M G → A	규칙18	M B B → D
규칙5	G M M → B	규칙19	B G G → B
규칙6	G M B → B	규칙20	B G M → B
규칙7	G B G → B	규칙21	B G B → C
규칙8	G B M → B	규칙22	B M G → B
규칙9	G B B → C	규칙23	B M M → C
규칙10	M G G → A	규칙24	B M B → D
규칙11	M G M → B	규칙25	B B G → C
규칙12	M G B → B	규칙26	B B M → D
규칙13	M M G → B	규칙27	B B B → D
규칙14	M M M → B		

3.2.3 4단계 평가 등급에 따른 점수에 대한 소속 함수

학생들이 과제물을 제출하면 교사가 3가지 기준으로 평가하고, 퍼지 논리 시스템을 통한 추론 규칙에 의해 A, B, C, D의 4단계 등급으로 분류한다. 추론에 의해 분류된 등급을 기반으로 하여 점수로 환산하기 위해 그림 6과 같은 소속 함수를 적용한다. 과제 평가는 전체 수행 평가의 배점 비율 40% 중에서 10%를 차지하며 과제 평가의 점수는 10점 만점이며 최저점은 5점으로 한다.

난이도를 고려한 형성 평가와 같이, 비퍼지화를 통해 불확실하고 언어적인 4단계 등급에 대해 정량적인 수치로 나타내어 점수를 계산한다. 본문에서 제시된 비퍼지화 기법은 가장 일반적으로 사용되고 정밀한 값을 계산할 수 있는 중앙값 비퍼지화 기법을 통해 정량적인 점수를 산출한다.

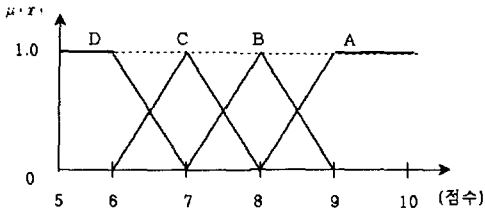


그림 6. 4단계 평가 등급에 따른 점수에 대한 소속 함수
Fig 6. Membership function about marks according to the four evaluation levels

3.3 제시된 수행 평가 시스템 구성도

본 논문에서 제시한 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 시스템의 구성도는 (그림 7)과 같다.

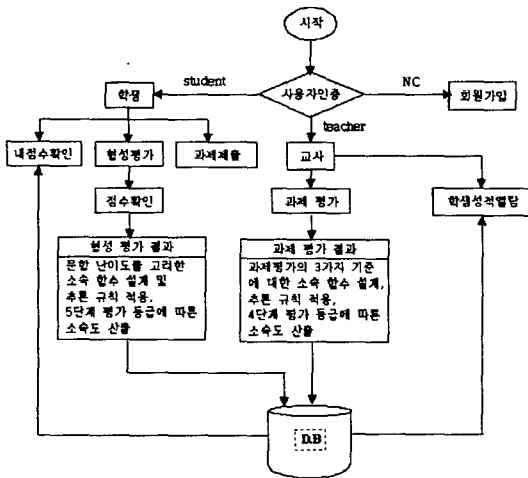


그림 7. 제시된 수행 평가 시스템 구성도
Fig 7. Map of proposed performance assessment system

IV. 구현 및 분석

4.1 데이터베이스의 설계

DBMS는 Microsoft Access를 이용하여 데이터베이스를 구축하였다. 데이터베이스는 회원등록 테이블(표 3)과 과제 평가 및 형성 평가 결과 테이블(표 4)로 구성하였으며, 회원 아이디(userid)를 primary key로 정의하였다.

〈표 4〉는 과제물과 형성 평가 결과에 대한 테이블이다.

과제물 평가는 교사가 학생이 제출한 과제물을 분석하여 3가지 기준(plow, pmid, phigh)에 대해 각각 평가 한 후, 소속 함수를 적용하고 미리 정의된 추론 규칙으로 4단계 등급으로 분류하여 최종적인 과제 평가 점수를 저장한다. 형성 평가는 문항에 대한 난이도를 분석하여 소속 함수를 적용한 후, 미리 정의된 추론 규칙으로 5단계 등급으로 분류하여 최종적인 형성 평가 점수를 저장한다.

표 3. 회원 등록 테이블
Table 3. Member registration table

필드 이름	데이터 형식	설 명
userid	텍스트	회원 아이디(교유값)
password	텍스트	회원 비밀번호
id	정수형	회원 학번(교유값)
name	텍스트	회원 이름
email	텍스트	회원 E-mail
tel	텍스트	회원 전화 번호
intro	텍스트	회원 자기 소개

표 4. 과제 평가 및 형성 평가 결과 테이블
Table 4. Work evaluation and formation examination result table

필드 이름	데이터 형식	설 명
plow	정수형	교사의 과제물 평가
pmid	정수형	교사의 과제물 평가
phigh	정수형	교사의 과제물 평가
mark	정수형	산출된 최종 과제 평가 점수
test 1	정수형	정답, 오답 체크
test 2	정수형	정답, 오답 체크
test 3	정수형	정답, 오답 체크
test 4	정수형	정답, 오답 체크
test 5	정수형	정답, 오답 체크
test 6	정수형	정답, 오답 체크
test 7	정수형	정답, 오답 체크
test 8	정수형	정답, 오답 체크
test 9	정수형	정답, 오답 체크
test 10	정수형	정답, 오답 체크
test	정수형	산출된 최종 형성 평가 점수

4.2 구현

본 수행 평가 시스템은 회계원리 과목을 대상으로 난이도를 고려한 형성 평가와 과제 평가를 위해 퍼지 소속 함수, 퍼지 추론을 통해 규칙을 생성하고 최종적으로 등급으로 분류하여 평가자의 오류 가능성을 최소화하고 채점의 공정성과 신뢰도, 타당도를 높일 수 있도록 구현하였다. 제안된 수행 평가 시스템은 Intel Pentium-IV 700MHz CPU와 130MB RAM이 장착된 IBM 호환 PC상에서 ASP와 VB

Script로 구현하였다.

본 수행 평가 시스템은 로그인, 회원가입, 공지사항, 회계 원리 강좌, 게시판으로 구성되어 있다.

회원 가입을 통해 로그인한 학생은 회계 원리 강좌에서 형성 평가로 접근하여 문제를 풀고 자신의 정·오답을 확인할 수 있다. 과제는 교사에게 직접 제출하며, 학습자의 과제 평가와 형성 평가 점수는 개별 학습자 점수에서 확인할 수 있다. 학생은 형성 평가 후 정·오답을 확인하고 결과를 저장한다. 이 때 시스템은 모든 학생에 대해 문항 난이도를 계산하여 소속 함수를 적용한 후, 추론 규칙과 비퍼지화를 거친 후 최종적인 점수를 산출한다.

시스템이 1번 문항 난이도를 분석하여 난이도를 상으로 결정하였다고 하면 난이도 중이나 하의 문항보다 낮은 점수로 계산하게 된다. 즉, 형성 평가 10문제 중에서 학생들이 맞춘 문항의 수가 같더라도 난이도를 고려하게 되므로 점수는 다르게 채점된다. 학생의 개인별 점수를 확인하는 화면은 (그림 8)과 같다.

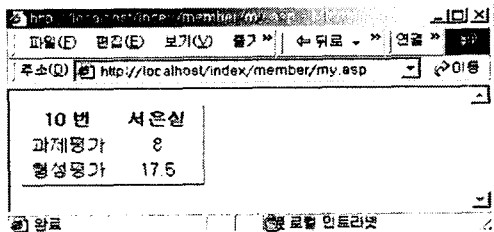


그림 8. 내 점수 확인 화면
Fig 8. The screen to confirm my mark.

교사는 admin으로 로그인을 한 후, 점수 관리에서 학생들이 제출한 과제물에 대해 3가지 기준을 적용하여 점수를 입력한다. 또한 교사는 학생들의 형성 평가 점수를 확인할 수 있으며 학생의 요청에 따라 형성 평가와 과제 평가를 한꺼번에 확인할 수 있다.

(그림 9)는 교사가 전체 학생에 대한 형성 평가와 과제 평가에 대한 최종적인 점수를 확인하는 화면이다. 형성 평가의 경우에 제안된 수행 평가 시스템은 난이도를 고려하여 소속도를 계산하고 퍼지 추론을 통해 퍼지 규칙을 적용시켜서 비퍼지화를 한 후 정량적인 점수를 산출한다. 과제 평가의 경우도 교사가 미리 제시한 3가지 기준에 대해 적당한 점수를 입력하면 시스템은 소속도를 계산하고 퍼지 추론에 의한 퍼지 규칙을 적용하여 비퍼지화를 통해 정량적인 점수를 산출한다.

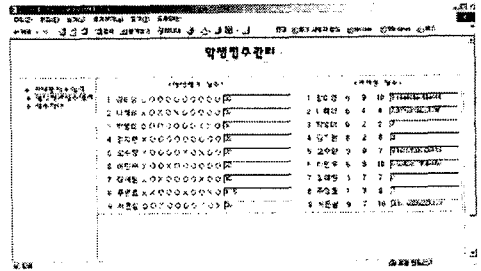


그림 9. 전체 학생에 대한 점수 확인 화면
Fig 9. Screen of mark confirming about total student

4.3 설문 분석 내용

본 논문에서는 실험 분석을 위해 부산 D여고와 S여고에서 1학년 회계 원리 과목을 대상으로 "회계의 기본 원리" 단원에 대하여 수행 평가를 실시한 후, 교사 15명과 학생 100명을 대상으로 하여 설문 조사를 하였다. 설문 문항은 교사용 3문항, 학생용 3문항으로 총 6문항으로 구성되었다.

〈표 5〉는 교사를 대상으로 한 "본 수행 평가 시스템은 평가용 도구로 유용하게 사용할 수 있는가?"라는 문항에 대한 분석 결과이다. 응답자의 60%가 유용하게 사용될 수 있다고 응답하였고, 27%는 보통이다, 13%는 그렇지 못하다고 답하였다. 결과적으로 본 시스템에 대해 긍정적으로 평가하고 있음을 알 수 있다.

표 5. 수행 평가 도구로서의 유용성
Table 5. Availability as a method of performance assessment

문1) 본 수행 평가 시스템은 평가용 도구로 유용하게 사용될수 있는가?

	보기	응답자 수 (명)	백분율 (%)
(1)	매우 그렇다.	3	20
(2)	그렇다.	6	40
(3)	보통이다.	4	27
(4)	그렇지 못하다.	2	13
(5)	전혀 그렇지 못하다.	0	0

〈표 6〉은 학생을 대상으로 하여 제시된 수행 평가 시스템에 대한 만족도 조사이다. 응답자의 47%가 수행 평가 결과에 대해 만족한다고 하였으며, 보통이라는 29%, 그렇지 못하다는 24%로 조사되었다. 따라서 학생들은 본 시스템을 긍정적으로 평가하고 있으며, 그 이유로는 과제 평가에 대한 객관적이고 공정한 평가와 형성 평가 후 즉각적인 결과 산출과 피드백 순으로 꼽았다.

표 6. 제시된 수행 평가 시스템에 대한 만족도
Table 6. Satisfaction level about the proposed performance assessment system

문3) 본 수행 평가 시스템을 통한 수행 평가 결과에 대해 만족하십니까?

	보기	응답자 수 (명)	백분율 (%)
(1)	매우 만족한다.	15	15
(2)	만족한다.	32	32
(3)	보통이다.	29	29
(4)	그렇지 못하다.	17	17
(5)	전혀 그렇지 못하다.	7	7

V. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 회계 원리 과목을 대상으로 수행 평가의 각 영역에서 영향을 미치는 요인을 분석하여 퍼지 소속 함수를 설계하고 퍼지 규칙을 정의하여 추론을 통해 객관적이고 신뢰성이 높은 퍼지 수행 평가 방법을 제안하였다. 또한 제안된 수행 평가 방법에서 수행 평가 항목은 형성 평가와 과제 평가로 구분하여 소속 함수를 설계하였다.

수행 평가의 항목인 형성 평가와 과제 평가는 각각의 문항 난이도를 분석하여 난이도별로 소속 함수를 설계하고 IF~THEN 구조를 가진 퍼지 규칙을 정의하여 Max-Min 추론으로 형성 평가의 등급을 계산하였다. 또한 추론 규칙을 통해 분류된 형성 평가의 등급은 다시 소속 함수를 적용하여 소속도에 의한 정량화된 점수를 산출하였다.

설문 조사를 통해 나타난 제시된 수행 평가 시스템의 효과는 산출된 수행 평가 결과에 대하여 평가자의 채점 오류에 대한 부담을 줄일 수 있고 정확한 기준과 일관성 있는 채점을 통해 학생들에게 공평하고 신뢰도 높은 평가를 제공한다는 것이다. 또한 과제 평가시 간단한 점수 입력으로 인한 교사 업무 경감 효과도 제공할 수 있다.

본 논문에서 제시한 퍼지 소속 함수와 퍼지 추론을 이용한 수행 평가 방법을 다양한 과목에서 적용할 수 있는 지능형 수행 평가 시스템으로 확장할 것이다.

참고문헌

[1] 김성희, 김수형, "수준별 동적 교수 학습 시스템 개발을 위한 학습자 모델링 기법," 한구OA학회논문지, 제

7권, 2호, 59-67, 2002.

[2] 수행평가의 길잡이, 교육인적자원부, 1998.
 [3] 김길준, "ICT를 통한 교수-학습 효율화 방안," 한국컴퓨터정보학회논문지, 제8권, 4호, pp.194-203, 2003.
 [4] 김충호, "중학교 수행평가제 운영에 관한 연구," 단국대 교육대학원 석사 학위 논문, 2000.
 [5] 수행평가의 문제점과 개선방향, 교육부, 1999.
 [6] 국립교육평가원, 수행 평가의 이론과 실제, 1996.
 [7] 정희인, 양황규, 김광백, "퍼지 논리를 이용한 자기 주도적 학습능력과 시험 능력 평가 방법," 컴퓨터교육학회논문지, 제7권, 2호, pp.77-84, 2004.

저자 소개



김 광 백

1999년 2월 부산대학교 전자계산학과 (이학박사)

1997년~현재 신라대학교 컴퓨터공학과 부교수

2005년~현재 한국멀티미디어학회 조직이사, 한국해양정보통신학회 인공지능 및 지능정보시스템 분과위원장

<관심분야> Fuzzy Neural Networks, Image Processing, Support Vector Machines, Computer Education



조 재 현

1986년 2월 부산대학교 계산통계학과 졸업

1989년 2월 숭실대학교 전자계산학과 석사

1998년 2월 부산대학교 전자 계산학과 박사

2001년 3월~현재 : 부산가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 부교수

<관심분야> 신경회로망, 컴퓨터 교육, 영상처리