

퍼지 규칙을 이용한 가상대학 연구

홍유식*

*상지대학교 컴퓨터정보공학부

e-mail:yshong@sangji.ac.kr

A Study on Virtual University using Fuzzy Rules

You-Sik Hong*

*Dept of Computer Science, Sang-Ji University

요 약

본 논문에서는 난이도를 고려한 학생의 성적을 퍼지 규칙 및 신경망을 이용해서 자신의 취약한 과목 및 이해도를 측정할 수 있는 알고리즘을 이용해서 모의실험을 하였다. 모의 실험결과 난이도가 표준보다 쉽거나 어렵게 출제 되었을 때에도 학생의 합격점수를 꼭 60점이 아니라 난이도가 어려운 경우에는 40점도 합격을 할 수 있고, 난이도가 쉬운 경우에는 80점도 불합격시킬 수 있도록 하였다. 특히, 똑같은 60점 이상을 취득해서 합격한 학생일 지라도, 본 논문에서는 각 과목당, 단위별 학습과정의 문제를 모두 틀렸거나 점수가 매우 낮은 경우에는 다음 학습 진도를 나가기 전에, 경고 메시지를 출력할 수 있기 때문에 학생 자신이 어떤 부분이 취약한지를 알 수 있는 알고리즘을 개발하였다.

1. 서론

가상대학에서는 국어과목을 90점을 취득한 학생이, 일반대학의 국어 과목에서는 70점을 취득했다면, 과연 이러한 학생의 진짜 국어 성적은 몇 점 인 지를 분석하여, 그 학생의 정확한 점수를 환산해야지만 상대적 난이도의 차이로 인한 불이익을 막을 수 있기 때문이다.

병원에서는 피 한 방울로 환자의 병명을 진단할 수 있게 되었다. 뿐만 아니라, 같은 병명이라도 환자의 연령이나, 성별, 체중, 신장에 따라서 약 처방법이 달라진다. 왜냐하면, 똑 같은 병에 걸렸어도 나이가 많은 노인과 어린이는 약 처방이 1일 1회 1캡셀 이지만, 반면에 20대의 청년처럼 건강한 경우에는 약 처방이 1일 2회 1-2 캡셀로 약간 많은 편이다.

이러한 병원의 환자 진료처럼, 학교에서도 60점이 넘는 학생에게는 합격을 시키고, 60점미만인 경우에는 불합격을 시키면, 일단 수준별 학습을 위한 기본 단계는 만족을 시키지만 60점 이상으로 합격을 한 상위권학생도 강의의 난이도 조절을 할 필요가 생긴다. 왜냐하면 비록 60점 이상을 부여받아서 똑같이

합격은 했지만, 85점 이상의 수학을 잘하는 학생과 그렇지 못한 학생은 같은 강의실에서 선생님이 강의 하는 내용을 알아듣는 수준이 틀리기 때문이다[3-6]. 본 논문에서는 사이버 강좌에서의 학생들에 대한 효율적인 평가 방법을 통해서 학습자가 보다 효과적인 학습을 할 수 있도록 하는 일련의 학습 평가 방법에 대해서 다루고자 한다[8-12]. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해서, 2장에서는 문항난이도에 의한 변별력을 평가하여 각 문제의 문항 변별도를 분석한다. 3장에서는 개인별 능력 학습을 알아보고, 4장에서는 쌍방향방식을 이용한 난이도별 문항수의 결정을 이용한 알고리즘과 모의실험결과를 제시하고 5장에서는 결론을 제시한다.

2. 기존 교육 문제점

강의를 80% 이상 이해하는 학생은 강의의 내용이 너무 쉽기 때문에 학생한테, 오히려 큰 도움이 안 되고 강의를 30% 미만 이해하는 학생은 강의를 전혀 이해를 못해서 시간 낭비가 되는 결과를 초래하게 된다.

이러한 문제점을 개선하기 위해서, 중학교 및 고등학교에서는 우열반을 대신하여, 수준별 학습을 실행하고 있다. 수준별 학습이란 말 그대로 강의시간에 학생이 자기 수준에 맞게끔 학습을 하도록 하는 것이다[4].

본 논문에서는, 수준별 학습을 위해서 강의실을 이동할 필요 없이 가상대학 강좌에서는 학생이, 점수에 근거한 수준별 학습 평가방식 알고리즘 및 모의 실험결과를 개발하였다.

두 번째로, 시험문제의 상대적 난이도의 차이는 심각한 결과를 초래할 수 있다. 예컨대 대학의 본 고사 제2외국어 선택에서 학생 A가 독어를 선택하고 학생 B는 불어를 선택하였는데 독어가 평균 80점 정도로 쉬웠던 반면 불어가 평균 60점 정도로 어려웠다면 A와 B가 설혹 동일하게 70점을 받았더라도 B가 상대적으로 불이익을 당했음을 알 수 있다. 이를 위해서 사후적으로 시험 차등화(Test Equating) 즉, 표준 점수제라는 통계적 보정 방법을 사용하거나 문제의 난이도를 조정하는 연구가 활발하게 움직이고 있다.

다시 말해서 가상대학에서는 국어과목을 90점을 취득한 학생이, 일반대학의 국어 과목에서는 70점을 취득했다면, 과연 이러한 학생의 진짜 국어 성적은 몇 점 인지를 분석하여, 그 학생의 정확한 점수를 환산해야지만 상대적 난이도의 차이로 인한 불이익을 막을 수 있기 때문이다[9-11].

3. 개인별 능력학습

2장에서 살펴본 이러한 문제점을 해결하기 위해서 문항난이도를 측정하는 방법은 다음과 같다. 전통적 방식으로 교실 수업을 위주로 가르쳐온 일반대학이 정보통신기술을 도입하여 전 과정을 가상공간에서 제공하는 형태로, 문항난이도(item difficulty)는 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로서, 총 피험자 중 답을 맞힌 피험자의 비율, 즉 확률이 된다. 영문을 그대로 직역하여 문항 곤란도라고 표현하기도 하고, 일부 미국 학자들도 지수가 높을수록 문항이 쉽다는 것을 의미하므로 Item easiness로 표현하여야 한다고 주장하고 있다. 일부에서는 오랜 세월 Item difficulty로 사용하였으며, 의미상 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내므로 문항난이도로 번역하는 것이 바람직하다고 볼 수 있다.

문항난이도를 계산하는 공식은 다음과 같다.

$$P = \frac{R}{N} \times 100$$

N : 총 피험자 수

R : 문항의 답을 맞힌 피험자 수

여기서,

N : 총 피험자 수

R : 문항의 답을 맞힌 피험자 수

문항난이도에 의하여 문항을 평가하는 절대적 기준은 없으나 30미만이면 매우 어려운 문항,, 30이상에서 80미만이면 적절한 문항, 그리고 80이상이면 매우 쉬운 문항이라 평가하였다.

문항변별도 지수를 구하기위해서, 상위 집단과 하위 집단을 구분하여 변별도 지수를 산출하는 방법은 정확성이 떨어지는 단점이 있다. 그러므로, 문항변별도 지수를 가장 정확하게 계산하는 방법은 상관계수를 산출하는 방법이다. 문항변별도의 정의에 따라 검사의 총점이 높은 학생은 어떤 문항에서 높은 점수를 보이는 경향이 강하다면, 즉 두 가지 점수간의 상관계수가 높으면 그 문항의 변별도가 높은 것으로 본다. 양분상관계수를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$r_{bis} = \frac{M_R - M_W}{S_t} \times \frac{P(1-P)}{Y}$$

여기서,

M_R : 정답반응 학생들의 득점 평균 값

M_W : 오답반응 학생들의 득점 평균 값

S_t : 전체 점수분포의 표준편차

P : 전체 학생의 정답률

Y : 정규분포곡선에서 P(정답 부분)와

1-P(오답부분)을 나누는 Z점에 상응하는 종축치

표 1에서는 개인별 학습능력(난이도)를 고려한 최종 성적 입력조건을 설명 하고 있다.

표 1 난이도를 고려한 점수 계산

난이도를 고려한 최종성적 입력 조건		
1. 과거 1개월치 학습자 시험점수	small	Big
2. 시험문제 오답율	small	Big
3. 시험문제 정답율	Big	Small
4. 시험문제 난이도	Big	Small
5. 과거 1개월치 학습자 태도/출석	Small	Big

그림 1. 인터넷을 이용한 시험 결과

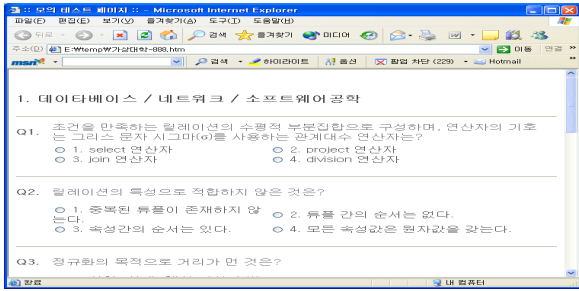


그림 1은 인터넷을 이용한 테스트학생들의 최종점수 및 이해도를 판단하여 결과를 교사용 컴퓨터에게 보여 주는 과정을 나타내고 있다. 그러므로 교사는 학습단원이 끝날 때 마다, 학생들의 점수 및 이해도를 정확하게 알 수 있기 때문에, 이해가 떨어지는 학생에게는 복습을 하는 문제를 개별적으로 가르킬 수 있고, 이해를 많이한 학생은 난이도가 보다 높은 문제를 공부할 수 있는 장점이 있다.

본 논문에서는 퍼지 규칙을 이용한 전문가시스템을 이용하여 수준별 학습결과 시뮬레이션 결과를 제시한다. 본 논문에 사용된 수요예측 과정은 다음과 같으며, X축에는 시간, Y축에는 변수의 값(과거 데이터 값)을 의미 한다.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \dots + \epsilon \quad (1)$$

단, Y : 난이도를 고려한 최종점수

X₁ : 종속변수에 영향을 주는 요인1

X₂ : 종속변수에 영향을 주는 요인2

X₃ : 종속변수에 영향을 주는 요인3

X₄ : 종속변수에 영향을 주는 요인4

X₅ : 종속변수에 영향을 주는 요인5

4. 가상대학 학점 평가

온라인 평가에서 본인여부를 판단할 수 있는가 하는 문제는 가상교육시스템의 평가 영역에서 가장 큰 문제라 볼 수 있다. 전통적인 학점처리 방법은 즉, 성적을 줄때 가장 보편적으로 사용하는 것이 등급에 따라서 성적을 산출하는 것이다. 즉 절대평가나 상대 평가는 90점 이상 혹은 90%이상은 A, 80점에서 89점 혹은 80%에서 89%은 B, 이와 같은 방법으로 나누어져서 중간 성적과 학기말 성적 등을 합하여 성적을 내는 것이다. 이 방법은 불합리한 점을 가지고 있다[8]. 표 2에서 보는 것과 같이 각 문제마다 문항난이도가 틀리기 때문에 본 논문에서는 난이도를 고려한 최종 성적을 산출하는 알고리즘을 개발하였으며, 각 학생이 시험성적만 표시 되는 것이 아니

라, 어떠한 부분이 취약한지를 알려주는 기능이 그림 2와 그림 3에서 보여주고 있다.

표 2 난이도와 문항수를 이용한 점수

단계	난이도 (%)	출제된 문제수	출제된 문제의 점수	난이도에 따른 득점자	총 정답자수 (%)	총 오답자수 (%)
0	10	1	10	2	20	80
1	30	3	30	6	75	25
2	40	2	20	8	82	18
3	50	3	30	10	89	11
4	70	4	40	14	95	5
5	90	3	30	18	34	66

그림 2. 난이도를 고려한 테스트 점수 결과

Virtual University : E-Learning Test			
Course Name : CS302Multimedia Processor Name : Alice			
E-mail : yshong@sangji.ac.kr Tel : 033-742-1121			
Submit		Rewrite	
student1	student2	student3	student4
high	medium	low	high
student5	student6	student7	student8
high	medium	low	high
student9	student10	student11	student12
medium	high	medium	high
student13	student14	student15	student16
high	low	high	medium
student17	student18	student19	student20
high	low	medium	high
Total Students : 20			
Understanded : high : 10 medium : 6 low : 4			
Current Date : 2003-05-09 Current Time : 21:30:08.34			

그림 3 인터넷을 이용한 가상대학

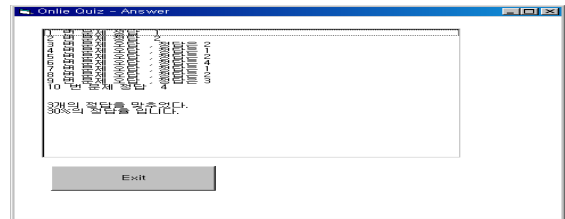


표 2 난이도와 문항수를 이용한 최종점수산출

시험 점수	전체 학생 정답율	난이도를 고려한 성적산출				지능형 합격점수 (%)		
		난이도	최종 점수 산출	오답 문제 내용	단위별 오답 점수	최근 성적 흐름세	개인별 처방	기존 방식
92	BIG	LOW	84	8	8	SMALL	합격/정상	합격
68	BIG	MED	58	10	8	BIG	불합격/복습요망	합격
45	SMALL	HIGH	56	6	0	BIG	합격/복습요망	불합격
92	SMALL	MED	90	10	6	SMALL	합격/정상	합격
72	medium	HIGH	84	4	0	medium	합격/복습요망	합격
56	SMALL	LOW	62	12	12	SMALL	불합격/정상	불합격
84	SMALL	HIGH	76	12	10	BIG	합격/복습요망	합격
70	BIG	MED	68	6	6	BIG	합격/정상	합격
58	BIG	LOW	62	10	8	BIG	합격/복습요망	불합격

표 2에서는 퍼지규칙을 이용하여 난이도를 고려한 최종 성적 산출과정을 보여준다.

(RULE 1) IF DPSV IS PB
AND USPC IS PB
THEN OPRG IS BIG

- (RULE 2) IF DPSV IS PB
AND USPC IS NS
THEN OPRG IS MEDIUM
- (RULE 3) IF DPSV IS NS
AND USPC IS NS
THEN OPRG IS SMALL

여기서,

DPSV : 실제점수

USPC : 시험 난이도

OPRG : 난이도를 고려한 성적 (10등급)

$$\mu_y(y) = \text{Max}_k(\text{Max}_{x \in X} [\text{Min} [\mu_{x_1}(x_1), \dots, \mu_{x_n}(x_n), m_R^n(x_1, \dots, x_n, y)])]$$

여기서 $x = [x_1, \dots, x_n]$ 은 퍼지 시스템에 관한 n개의 상호작용을 갖지 않는 입력 벡터이다.

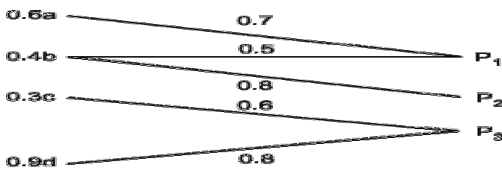


그림 4 퍼지 규칙을 이용한 난이도 재조정

그림 4에서는 만약 a, b, c, d 4명의 학생이 시험 점수를 표현 하고 있다. 0.8-1.0 으로 표시하고 시험 점수가 80점에서 100점으로 상위권학생을 의미하고, 중위권 학생은 50점에서 70점으로 0.5-0.7로 표시할 수 있다. 마지막으로 하위권 학생은 40점미만 으로 0.1에서 0.4로 표시할 수 있다. 여기서, P_1, P_2, P_3 는 난이도를 고려한 최종성적점수를 표시하고 있다 여기서, 여기서 연결선에 표시된 숫자는 난이도 및 학생 학습상태 조건을 의미한다. 그러므로 똑같은 90 점을 취득한 학생이라도 시험 난이도가 높거나(0.8) 낮은 경우(0.6) 에는 난이도를 고려한 학생의 최종점수가 환산 되어서, 2장 및 3 장에서 문제점을 제기한 것을 보완 할 수 있도록 하였다.

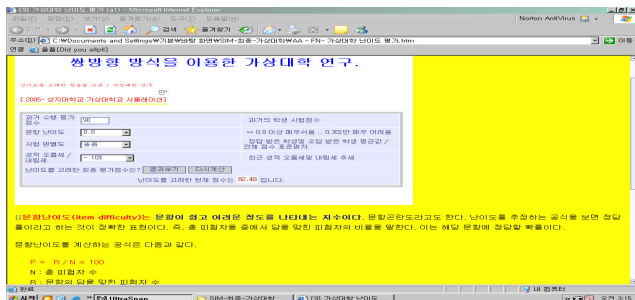


그림 5 난이도를 고려한 최종성적 산출

5. 결론

초등 교육부터 대학 교육까지 한번만의 공부로서 변화하는 세상에 계속 적용하면 살수 없는 초 정보

화 사회에 직면하고 있다. 즉, 평생교육의 필요성이 그 어느 때 보다도 절실히 요구되는 시점에 있다. 이를 위해서 각 대학에서는 사이버 대학을 설립하여 평생교육의 장을 실현하기 위해서 노력하고 있다. 본 논문에서는 난이도를 고려한 학생의 성적을 퍼지 규칙 및 신경망을 이용해서 자신의 취약한 과목 및 이해도를 측정할 수 있는 알고리즘을 이용해서 모의 실험을 하였다. 모의 실험결과 난이도가 표준 보다 쉽거나 어렵게 출제 되었을 때에도 학생의 합격점수를 꼭 60점이 아니라 난이도가 어려운 경우에는 40 점도 합격을 할 수 있도록 재조정을 할 수 있고 , 난이도가 쉬운 경우에는 80점도 불합격시킬 수 있도록 난이도를 재조정 할 수 있도록 하였다.

특히, 똑같은 60점 이상을 취득해서 합격한 학생일 지라도, 4장에서 설명한 것처럼 각 과목당, 단위별 학습과정의 문제를 모두 틀렸거나 점수가 매우 낮은 경우에는 다음 학습 진도를 나가기 전에, 경고 메시지를 출력할 수 있기 때문에 학생 자신이 어떤 부분이 취약한지를 알 수 있도록 하였다.

[참고 문헌]

- [1] 강성국, 김성식, 한국컴퓨터 교육학회 논문지 제2권 제2호(1999.6)
- [2] 경상대학교, 2000학년도 가상대학 운영보고서, 2001.2
- [3] 이화성, 과학과 수준별 학습의 방향과 과제, 교육인적자원부, 2002 하계 세미나
- [4] 충청북도교육청, 교실수업개선안 학습자료, 2002
- [5] 김홍래, 송기상, 구성주의적 접근을 통한 웹 기반의 가상학교의 설계 및 구현, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제1권, 제1호(98.6)
- [6] 吳東建, TQM(Total Quality Management)을 적용한 가상교육 프로그램의 질 개선방안에 관한 연구, 漢陽大學校 大學院, 1999
- [7] 허명희, SPSS 설문지 조사입문, SPSS 아카데미, 2002
- [8] 김하균, 배경울, 퍼지이론을 이용한 학점 전문가 시스템연구, 한국정보시스템학회, 1996
- [9] Colin McCormack, David Jones (1997). Building a Web-based Education system, Wiley computer publishing, New York, .
- [10] Lynnette R. Porter (1997). Creating the virtual Classroom. Wiley computer publishing. New York.
- [11] 김하균, 배경울, 퍼지이론을 이용한 학점 전문가 시스템연구, 한국정보시스템학회, 1996
- [12] 홍종기, 전우천, "수준별 평가를 위한 문제은행 시스템", 한국정보교육학회 논문지 6권 3호, 2002. 11.
- [13] 최숙영, 양형정, "적응형 교수 학습을 위한 퍼지 집합 기반 에이전트 시스템", 한국정보처리학회논문지 VOL.10 NO. 04 pp.321-330, 2003. 10.