수준별 학습을 위한 학습자 평가시스템의 설계와 구현

A Study on the Design and Implementation of Learner Estimation System for Leveled Learning

박 용 출 , 피 수 영 , 정 환 묵
대구효성가톨릭대학교 전자정보공학부
Park yong chul, Pi su young, Chung Hwan Mook
Faculty of Electronics & Information Engineering,
Catholic University of Taeguhyosung

요 약

본 논문에서는 기존의 교사 주도적이고 획일화된 주입식 교육 방식의 문제점을 해결하기 위한 수준별 학습평가시스템을 제안한다. 수준별 학습을 위한 교육평가의 문항분석에 퍼지이론을 적용하여 평가문항을 수준별로 분류하고 학습자의 수준에 따라 문제를 선정하여 평가할 수 있다. 따라서 학습자의 개인차를 정확하게 파악하고 개별 학습지도를 할 수 있으므로 학습자의 능력을 향상시킬 수 있다.

1. 서론

21세기는 세계화·정보화 시대로서 개인이 보유하고 있는 지식 정보의 양과 질이 개인은 물론 국가 발전의 원동력이 되는 사회이다. 이러한 시대적 요구에 대응하고, 오늘의 교육 현실 문제점을 해결하고자 교육 현장에서는 교육 경쟁력을 회복하기 위하여 평등성 지향 교육에서 수월성 추구 교육으로 그 방향을 전환하고, 학습자의 진로나 적성, 능력 등의 요인에 따라 학습 집단을 동질화하고, 차별적인 교육 내용을 제공하고자 노력하고 있다[1][5][8].

이에 교육부는 현재 제7차 교육과정의 대비로 창의성을 함양하는 교육과정을 확립하는 방안으로 학습자의 능력에 따른 "수준별 교육과정"을 도입하고 있으며, 수준별 교육과정으로는 단계형 수준별 교육과정, 심화보충형 수준별 교육과정, 과목선택형 수준별 교육과정의 3가지 유형으로 규정하고 있다[6][8]. 이것은 학습자의 개인차에 적응하기 위한 교육 과정 편성 체제로서 학습자 개인의 능력, 취미, 욕구, 진도 등을 고려하여 학습자의 학업 성취, 잠재 가능성을 보다 효율적으로 구현하며 학습의 결과보다는 학습하는 과정을 중시하는 교육과정이다

[2][5][8]. 그러나 우리 나라의 과밀 학급이라는 열악한 교육 현실에서는 교사가 학습자를 개별적, 수준별로 지도하고 평가하기 위해서는 많은 시간과 작업량이 요구되기 때문에 지금까지의 학교 수업은 획일적인 학습이 이루어지고 있고 학습자에 대한 평가 또한 동일한 수준으로 이루어지고 있다. 그러나 교육과정에서는 수준별 학습이 이루어지도록 요구하고 있으며 이에 따른 학습자에 대한 평가도 수준별로 이루어져야 한다. 그러나 기존의 학습 평가 방법은 동일 수준의 학습자를 평가하기 위한 평가 문항들로써 수준별 학습을 위한 평가도구로는 미흡한 점이 많다. 학습 수준이 높은 학습자와 낮은 학습자는 그들에게 알맞은 수준의 평가 문항으로 평가가 이루어져야 한다. 그러므로 평가 문항의 수준을 좀더 명확하게 분류하여 학습자를 평가하기 위한 새로운 평가 시스템이 필요하다.

이에, 본 논문은 수준별 학습에 따른 학습자 수준별 평가를 위한 방법으로 교육평가의 문항분석에 퍼지 이론을 적용함으로써 평가 문항을 수준별로 명확하게 분류하여 학습자를 평가할 수 있도록 평가 시스템을 설계하고 구현하였다. 이로써 교사는 학습자의 능력 수준에 따라 교육의 내용이나 방법을 달리하여 수준별 개별 학습의 효과를 최대한 반영할 수 있도록 하였다.

2. 교육과정 및 평가와 퍼지집합

본 연구는 학습자의 소질과 적성의 개인차를 고려하여 개별 지도할 수 있는 교사 중심의 학습자 평가 시스템을 제안하고자 한다. 이는 학생들의 능력 수준에 따라 교육의 내용이나 방법을 달리하자는 '수준별 교육과정'의 이론에 기반을 하고 있다. 이 장에서는 수준별 교육과정과 목적 및 문항분석, 그리고 퍼지이론에 대해서 개괄적으로 살펴보고자 한다.

2.1. 수준별 교육과정과 목적

국제환경의 변화와 정보사회의 출현으로 자라나는 학생들이 국가의 주도적 역할을 하게 될 21세기는 자신의 소질과 적성을 바탕으로 한 전문 영역에서의 능력 발휘는 물론, 폭넓은 교양을 갖추고, 보다 창조적인 역할의 수행을 요구하고 있다. 이 시점에서 일선 교육의 전반에 걸쳐 5·31 교육 개혁 조치에 따라 단편적인 지식의 암기 위주의 교육, 즉 교사 주도적 학습에서 학생 주도적 학습인 창의력 중심 교육으로 전환되고 있다. 교육부는 신교육 체제에서 7차 교육과정에 대비하여 창의성을 함양하는 교육과정을 확립하는 방안으로 학생의 능력에 따른 수준별 교육과정을 도입하도록 규정하고 있다. 수준별 교육과정에 따른 학습은 미리 정해져 있는 획일화된 학습 자료에 의존해서 학습하는 것이 아니라, 학습자 스스로 자신의 사고 능력을 발휘해서 탐구하고 발견해 나가는 학습 활동을 말하는 것이다[3][7][8].

신교육체제에서 수준별 교육과정의 목적은 다음과 같다[4][5][8].

첫째, 학생능력의 개인차가 고려된 수업을 가능하게 하여 학생 개개인의 학업 성취의 잠재가능성을 보다 효율적으로 구현한다.

둘째, 교육 과정에서 학생능력의 개인차를 고려해야 한다는 의식을 교육전반에 걸쳐 고양하고 확대시킨다.

셋째, 학생능력의 개인차까지 고려하여 학교교육을 실현한다.

2.2. 문항분석

문항 곤란도(item difficulty)는 문항이 어려운 정도를 의미한다. 그러나 문항 곤란도를 추정하는 공식을 보면 정답률(正答率)이라고 하는 것이 정확한 표현일 것이다. 문항 곤란도 계산방법에는 한 문항에 바르게 답한 학생수를 총사례수의 백분율로 표시하는 단순한 방법도 있고 미달항과 추측요인을 제거시켜 보다 정확하게 계산하는 방법도 있다[9].

총사례수를 기저로 하는 곤란도 계산은 시험을 받은 전체 학생수를 N이라 하고 문항마다 그 문항에 정답을 한 학생수를 R이라고 했을 때 문항 곤란도(P)는 다음과 같은 공식을 이용

하여 추정한다.

$$P=\frac{R}{N}\times 100 \quad \cdots \quad (1)$$

P = 문항 곤란도 지수
R = 문항에 대해 정답을 한 학생수
N = 총사례수 즉 상위집단과 하위집단의 전체 학생수

총사례수를 기저로 하여 곤란도를 계산하는 공식은 단순, 간편하기 때문에 문항 곤란도를 구할 때 가장 많이 사용된다. 일반적으로 규준 기준평가에서는 곤란도가 20이상, 80이하면 양호한 문항이라고 본다.

2.3 퍼지집합

퍼지집합은 인간의 주관적이며 불분명하고 애매모호한 언어의 의미를 수학적으로 취급할 수 있게 한 것이다. 따라서 퍼지집합은 컴퓨터의 사고를 보다 인간에 가깝게 하기 위해 고안된 개념으로 1965년 켈리포니아대학의 Zadeh교수가 제안했다[12]. 다시 말하면 기존컴퓨터 논리체계에서는 속한다, 속하지 않는다와 같이 구분이 분명한 집합인데 반해 퍼지집합은 완전히 속할 때는 1, 완전히 속하지않을 때는 0, 그 외에도 0과 1사이의 점진적으로 변하는 값을 갖게된다. 즉 어느 정도 속한다고 볼 수 있고, 어느 정도 속하지 않는다고 볼 수 있는 애매한 논리체계를 가지고 있으며 다음과 같이 정의한다.

U: 전체집합, $U=\{u_1, u_2, u_3, \ldots, u_n\}$

U의 퍼지집합 $\overline{A}$는 다음과 같이 순서쌍들(ordered pairs)의 집합으로 구성되어 있다.

$$\{(u_1, f_{\overline{A}}(u_1)),(u_2, f_{\overline{A}}(u_2)), \ldots ,(u_n, f_{\overline{A}}(u_n)) \}$$

여기서 $f_{\overline{A}}$는 $\overline{A}$의 소속함수(membership function)이다.

$$f_{\overline{A}} : U \rightarrow [0,1]$$

그리고 $f_{\overline{A}}(u_i)$는 $\overline{A}$에서 u_i의 소속정도를 나타내며, 퍼지집합 $\overline{A}$는 다음과 같은 조건을 만족할 때 볼록(Convex)이라고 한다.

퍼지집합 $\overline{A}$는 소속의 정도값의 최대치가 1 일 때, 즉 $\bigvee f_{\overline{A}}(u_i)=1$ 일 때 $\overline{A}$는 정규(Normal)이라고 한다.

2.3.1 사다리꼴 퍼지수
(Trapezoidal Fuzzy Number : TrFN)

퍼지 숫자에서 또 하나의 특별한 형태는 사다리꼴 퍼지 숫자이다. 이 형태의 숫자는 소속정도가 최대 ($\alpha=1$)가 되는 점이 여러 개가되어 사다리꼴 모양이 된다. 즉, 다음과 같은 사다리꼴 퍼지 숫자 A를 정의하면,

$$A=(a_1 , a_2 , a_3 , a_4)$$

사다리꼴 퍼지수의 소속함수는 다음과 같이 된다.

$$\mu_A(X) = \begin{cases} 0 & X < a_1 \\ \dfrac{X-a_1}{a_2-a_1} & a_1 \le X \le a_2 \\ 1 & a_2 \le X \le a_3 \\ \dfrac{a_4-X}{a_4-a_3} & a_3 \le X \le a_4 \\ 0 & X > a_4 \end{cases} \cdots (2)$$

이러한 형태의 퍼지수에 α-절단 구간을 구하면 다음과 같다.

$$\forall \alpha \in [0,1]$$

$$A_\alpha = [(a_2-a_1)\alpha + a_1, -(a_4-a_3)\alpha + a_4]$$

이때 $a_2 = a_3$ 이면 사다리꼴 퍼지수는 삼각퍼지수가 된다는 것을 알 수 있다.

3. 수준별 학습을 위한 학습자 평가 시스템의 설계

3.1 학습자 평가 시스템의 필요성

앞으로의 학습은 학습자의 수준별로 학습이 이루어져야 하며 평가 또한 수준별로 이루어져야한다. 그러나 이에 따른 수준별 학습에 의한 학습자의 평가 방법에 있어서는 기존의 방법에 의해 작성된 평가 문항으로 평가하기에는 한계가 있다. 학습 수준이 높은 학습자와 낮은 학습자는 그들에게 알맞은 수준의 평가 문항으로 평가가 이루어져야 한다. 그런데 평가 문항을 작성하여 쉬운 문항과 어려운 문항으로 분류할 때 문항 곤란도가 60.0이상 80.0인 문항을 쉬운 수준의 문항으로 분류하고 40.0이상 60.0미만인 문항을 중간 수준의 문항으로, 40.0미만인 문항을 어려운 수준의 문항으로 분류한다면 문항 곤란도가 59.9인 문항은 중간 수준의 문항에 포함되는 모순이 생기게 된다. 왜냐하면 같은 문항이라도 평가자의 수를 다르게 하여 평가한 후 문항분석을 한다면 곤란도가 59.9인 문항이 60.0이 넘을 수도 있어 쉬운 문항으로 분류될 수 있기 때문이다. 그러므로 평가 문항의 수준을 좀더 명확하게 분류하여 학습자를 평가하기 위한 새로운 평가 시스템이 필요하다.

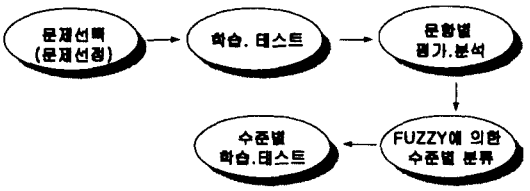
3.2 평가 시스템의 설계

학교의 실정을 보면, 시험을 치기 전에 예비조사를 하여 문항분석을 한 다음 양호도가 높은 문항만을 골라 출제한다는 것이 현실적으로 불가능하다. 그렇다고 해서 양호도가 검증되지 않은 문항으로 시험을 치는 것도 불합리하다. 학교에서 실시하는 시험도 양호도가 확인된 문항만을 사용할 수 있는 방법이 있다[9]. 즉, 시험을 칠 때마다 사후에 문항분석을 해서 양질의 문항을 문제은행에 보관하여 두었다가 시험문제의 80~90%는 문제은행에 보관해 둔 문제에서 출제하여 성취도를 평가하는 데 사용하고 나머지 10~20%의 시험 문제는 새로운 문항을 개발하여 채점결과를 성적에 포함시키지 않고 문항분석을 해서 양호도가 확인된 문항을 다음 기회에 사용할 수 있도록 문제은행에 보관한다면 학교에서도 양호도가 보장된 문항만을 출제할 수 있다. 이렇게 개발된 문항들을 본 논문에서는 문항분석의 곤란도에 퍼지 이론을 적용, 평가 문항을 수준별로 분류하여 문제은행에 저장해 두었다가 교사가 학습자의 수준에 따라 필요한 평가 문항을 추출하여 평가할 수 있도록 평가 시스템을 설계하였다.

3.3 평가 시스템에 의한 학습 과정

본 논문에서는 수준별 학습에 따른 평가와 학습의 흐름을 [그림 1]과 같이 나타낼 수 있다.

먼저 일반적인 평가로 학습자의 수준을 분류하여 학습자들에게 수준별 학습을 실시하고 테스트를 한 다음 테스트에 이용한 문항들을 평가, 분석하여 다시 수준별로 분류한다. 이때 문항의 분류는 평가에 이용된 문항들을 문항 곤란도와 변별도에 따라 문항분석을 하고 양호도가 확인된 문항들을 문항 곤란도에 따라 쉬운 수준, 중간 수준, 어려운 수준으로 구분하는 방법을 퍼지 이론을 적용하여 좀 더 명확하게 구분할 수 있게 하였다. 이러한 방법에 의해 수준별로 명확히 분류, 선정한 문항들은 다음의 수준별 학습 후의 평가 자료로 활용한다.



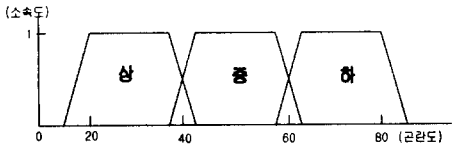
[그림 1] 수준별 학습과 수준별 평가에 따른 수업의 흐름도

3.4 퍼지 이론을 적용한 문제의 분류

먼저 학생들의 답안지를 가지고 문항분석을 하여 총사례수를 기저로 하는 곤란도 계산 방법, 즉 수식(1)에 의해 문항 곤란도를 구한다. 이때 문항 곤란도가 20.0이상 40.0미만은 어려

운 문제, 40.0이상 60.0미만은 중간 정도의 문제, 60.0이상 80.0미만은 쉬운 문제로 분류한다.

그런데 40.0미만인 문항을 어려운 수준의 문항으로 분류한다면 문항 곤란도가 59.9인 문항은 중간 수준의 문항에 포함되는 되는 것과 같은 모순이 생기게 된다. 왜냐하면 같은 문항이라도 평가자의 환경에 따라 곤란도가 59.9인 문항이 60.0이 넘을 수도 있어 쉬운 문항으로 분류될 수 있기 때문이다. 따라서 평가 문항의 수준을 좀더 명확하게 분류하기 위해 사다리꼴 퍼지수를 이용하여 표시한다. 이를 그림으로 나타내면 [그림 2] 와 같다.



[그림 2] 사다리꼴 퍼지수

[그림 2]에서 나타난 것처럼 교차되는 부분이 생기게 된다. 교차되는 부분은 최대· 최소의 평균법(Mean of Maxima and Minima)을 이용하여 구한다. 즉 최대 멤버쉽 값을 갖는 곤란도 y_k와 최소 멤버쉽값을 갖는 곤란도 y_i와의 사이에서 평균을 취하는 방법이다.

$$g=\frac{\mu_A(y_i)+\mu_A(y_k)}{2}\ ,\ (\ i\le k\le n\ )$$

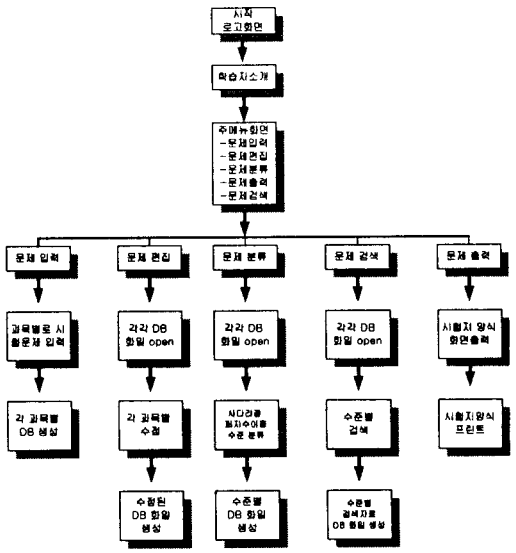
4. LES(Leveled Estimation System)의 설계 및 구현

4.1 LES 설계를 위한 평가문항의 작성 및 문항분석

본 논문에서는 교육부에서 제작한 초등학교 6학년 교사용 자연과 지도서에 있는 평가 문항을 대구광역시의 일반 초등학교 6학년 4개 학급의 160명 학생을 대상으로 평가를 실시하고 문항분석을 실시하여 곤란도 20~80, 변별도 .30 이상인 20개의 문항만을 선정하여 시스템을 설계하고 Visual Basic 5.0을 이용하여 구현하였다.

4.2 LES의 구성

본 논문의 수준별 학습을 위한 LES의 구성도는 [그림 3]과 같다.



[그림 3] 수준별 학습을 위한 학습자평가시스템 구성도

[그림 4]는 LES의 검색부분이다. DB에 저장된 문제들을 수준별로 검색하여 검색된 부분을 DB 화일로 생성하여 시험문제지 형식으로 출력이 가능하다.

[그림 4] LES의 검색화면

5. 결 론

본 논문에서 개발한 학습 평가 시스템은 학습자를 수준별로 지도한 후에 수준별로 평가할 수 있는 시스템을 제안하였다. 제안된 시스템에서 제공되는 방법으로 학습자의 학습 내용을

평가하고, 분석 결과를 이용하여 교사는 학생 개인차를 고려하여 학생들의 능력별 수준에 따라 수업 내용이나 방법을 달리 제공하면 학습자의 능력과 요구에 맞는 학습자 주도적 개별화 학습이 가능할 것이다.

따라서, 현 교육의 문제점인 획일적이고 교사 주도적인 수업으로 일관되는 것을 방지할 수 있으며, 교과의 성취 수준에 따라 학습자의 수준별 학습을 실시한다면 교사는 학습자의 능력에 맞는 다양한 학습 전략을 모색하여 수업의 효과를 높일 수 있는 장점을 가지고 있다.

교사는 학습자의 능력 수준을 파악하여 수준별로 개별 학습과 평가를 실시한다면 학생들의 잠재 가능성을 최대로 실현케 할 수 있을 것이다. 학습자의 입장에서 살펴보면, 학습자 역시 그들 자신의 수준에 적합한 교육 내용과 방법을 제공받게 되어 개별학습을 받을 수 있다.

특히 수준이 낮은 학습자 역시 그들의 수준에 맞는 학습 내용을 제공받고 평가 받게되어 학습에 대한 흥미와 자신감을 갖게 된다.

참고 문헌

[1] 수준별 교육과정 (열린교육 연수교재) ,대구광역시교육청, 1998. 3.

[2] 김창식, 수준별 과학 실험 지도 방법 (열린 교실에서의 수준별 과학 실험교육) , 국민대학,1997

[3] 한국과학단체총연합회 , 수준별 실험 학습의 장점 (수준별 과학실험지도의 실제), 1996

[4] 주간교육신문사 , 열린 교육과정과 수준별 교육과정, 교육평론, p38, 1998. 7

[5] "교과 수준별 프로그램 적용을 통한 효율적인 방과후 교육 활동 방안", '97 교과교육 연구 보고서, 부산광역시 교육청 방과후 교육활동 연구회 동백중학교편, 1997.12.

[6] "수학과 성취 수준별 반편성 이동수업을 위한 교수·학습 지도 방법 연구", '97 교과교육 연구 보고서, 부산광역시 교육청 방과후 교육활동 연구회 동백중학교편, 1997.12.

[7] "중등학교 수준별 교육과정 운영의 실제", 부산광역시 교육청, 1997.12.

[8] 교육부, 교육부 고시 제 1997-15호 "초등학교 교육과정", 대한교과서주식회사, p.12-25, 1997.12.

[9] 김인식,최호성, "최신 교육과정 및 평가" 교육과학사, p.337-374, 1998.3

[10] 김은미, 추교훔, 심효지, 김창수, "클라이언트/서버환경에서 수준별 학습을 위한 학생 평가 시스템 구현 연구, 1998.6.

[11] 교육부, 초등학교 교사용 지도서 자연, p.203-206, 1998.2.

[12] L.A.Zadeh, A Fuzzy-Algorithmic Approach to the Definition of Complex or Imprecise Concepts , Int·Journal of Man-Machine Studies, Vol.8, p.249-291, 1996

[13] Katsuni Yoshine Yukuo Isomoto, Fuzzy Logics for Measuring and Contoling of Learning Presses in CAI, ET-91-47

[14] K · J · Mitchell, et al, "A Frzmework for User-Interface to Database, AVI", 96,Gubbio, Italy, 1996