

# 문항 반응 이론에 의한 학습자 평가 시스템 설계 및 구현

송은하<sup>†</sup> · 박복자<sup>†</sup> · 하태령<sup>†</sup> · 정영식<sup>††</sup>

## 요 약

기존의 학습자 평가 시스템은 교수자의 주관적인 관점과 견해에 의해 각 문항의 난이도가 결정되는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서는 학습자의 개별 능력 평가가 가능하고 개인별 학습 수준에 적합한 문항을 난이도, 변별도 및 추측도를 이용하여 학습자에게 제공함으로써 개인별 문항 평가가 가능한 학습자 평가 시스템을 개발하고자 한다. 본 연구의 학습자 평가 시스템은 CAT 기법의 문항 반응 이론 중 3-모수 로지스틱 모델을 이용하여 개발한다.

## Design and Implementation of a Learner Testing System with Item Response Theory

Eun-Ha Song<sup>†</sup> · Bock-Ja Park<sup>†</sup> · Tae-Ryoung Ha<sup>†</sup> ·  
Young-Sik Jeong<sup>††</sup>

## ABSTRACT

In existing the learner testing system, it has a weak point to determine differently the difficulty of each question which has been estimated by teacher's view and the subjective stand point. In this paper, we develops the learner testing system which supports the estimation of the individual ability of learner, provides the questions for suitable to the individual learner level, and able to estimate the question of individual that used by three parameters such as the difficulty parameter, discrimination parameter, and guessing parameter. Also, it is applied to three-parameters logistic model of IRT(Item Response Theory) for using CAT(Computer Adaptive Testing) technique.

## 1. 서 론

정보통신 및 인터넷 기술의 발달은 현대 사회의 여러 분야에 많은 발전을 가져왔다. 특히, 교육적인 분야에서는 산업사회의 획일적이고 대량 생산적인 대중 교육에서 정보와 지식을 창조해 낼 수 있는 창의적인 인력을 양성하는 방향으로

변화하고 있다. 이러한 교육의 패러다임의 변화는 교육의 방향을 학습자 중심의 교육으로 바뀌어 놓았으며 이에 따라서 학습자들의 학습 방법을 수동적인 학습방법에서 능동적인 학습 방법으로, 집단적인 학습방법에서 개인별 학습 중심으로 변화되어 가고 있다[1].

웹을 기반으로 하는 새로운 개별 학습 형태인 사이버 교육 시스템을 지금까지 겪어 왔던 학교 중심의 교육과는 다르게 시간적, 공간적 제약을 받지 않고 학습자가 원하는 시간, 원하는 장소에

<sup>†</sup> 원광대학교 컴퓨터공학과 석·박사과정  
<sup>††</sup> 정 회 원: 원광대학교 컴퓨터 및 정보통신공학부 교수  
논문접수: 2003년 3월 16일, 심사완료: 2003년 4월 13일  
\* 본 연구는 2002년도 원광대학교 교비지원에 의해 연구되었음

서 언제라도 학습할 수 있으며, 자기주도적인 학습설계가 가능하다는 장점을 가지고 있다. 그러나, 사이버 교육 시스템은 학습자가 언제 얼마나 학습할 것인지, 충실히 학습된 내용을 이해하고 있는지 등 자신의 학습 상태를 관리하는데 더욱 많은 책임을 져야 하므로 이를 위해서 학습자의 학습 과정을 평가하고 개별 학습자의 학습 능력에 알맞게 학습 흐름을 제어할 수 있는 기능이 반드시 필요하다[2]. 뿐만 아니라, 학생의 적극적인 반응 형식으로부터 사물에 대한 이해 과정과 사고 과정을 추론할 수 있고, 인지수준을 파악할 수 있는 새로운 평가 방식이 필요하다. 이를 위하여 이전의 한정된 평가방식과 문항형식을 벗어난 다양한 평가방법 중 수행형 평가 방식이 다시 주목을 받기 시작하였고, 이를 통하여 학생들의 인지 과정과 상태를 파악하려는 검사이론들도 등장하게 되었다[3,4].

본 논문은 컴퓨터의 향상된 연산 능력과 다양 평가 이론 중 하나인 문항반응이론(Item Response Theory)을 연계하여 학습자 개인의 능력에 따라 문항을 추출하여 개별적인 능력 정보를 제공할 수 있는 학습자 평가 시스템(CAT, Computer Adaptive Testing)을 구축한다. 특히, 평가하기 위한 출제되는 문항을 보다 정교하게 분석하는 방법이 필요한데, 이때 적용되는 분석 방법으로 IRT를 이용한다. 학습자의 수준에 적절한 개별적인 검사를 통해서 학습자의 능력을 정확하고 효율적으로 점검할 수 있는 평가 시스템을 개발한다. 학습자가 문항에 정답 할 확률을 나타내기 위해 IRT 이론 모델의 2-모수 모델을 수정하여 추측도를 추가한 3-모수 로지스틱 모델에 근거한다[5].

CAT는 실제 학교 현지의 교수-학습 과정에 도입되어 교육적인 목적으로 활용이 가능하나, 어려운 수학적 공식과 우리나라에는 익숙치 않은 평가 방식 때문에 많이 사용되지 못하고 있는 실정이다. 또한, CAT는 원칙적으로 학습자가 제시된 문항에 정답을 하면 좀더 어려운 문항들이 제시되고, 오답을 하면 좀더 쉬운 문항들이 제시되도록 하여 학습자의 능력을 평가하게 된다[6,7,8].

본 논문에서는 이를 위해 수행형 문항과 학생들의 능력 관계를 추론할 수 있는 3-모수 모델에

의한 문제 은행 시스템을 구축하여 학습자의 학습 능력을 평가한다. 학습자는 본 평가 시스템을 이용하여 평가를 마친 후 단순한 점수가 아닌 개별 학습자의 능력에 대한 정보를 얻을 수 있으며 보다 자기주도적인 학습을 유도할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음절에서 IRT와 CAT 기반 학습자 평가 시스템 설계 사항인 학습자 평가 결정 스킴(scheme), 학습자 능력 평가 스킴, 문항 생성기 구조 및 기능과 LTS의 구조 등을 설명한다. 3절에서는 학습자 평가 시스템 구현과 실제 적용사례를 기술한다.

구현과 적용사례를 위한 문제은행을 구축하기 위하여 정보처리 기능사(전자계산기 일반, 패키지 활용, PC 운영체제, 정보통신 일반)과목을 기준으로 한다. 과목별로 일정한 비율로 문제를 추출한 후 학생들에게 6개월간 지필식 시험을 실시하여 각각의 문항별로 난이도, 변별도 및 추측도 검출 스킴에 의해 분석된 모수치 값을 문항반응이론에 의한 3-모수 범위로 조절한 후 문제은행을 구축한다.

구축된 문제은행을 이용하여 학습자 개인별 능력 수준에 맞는 문항으로 평가할 수 있도록 하였으며 교수자는 전체 학습자의 응시 횟수 및 능력 추정치 관측이 가능하게 하였다.

## 2. IRT와 CAT 기반 학습자 평가 시스템 설계

### 2.1 학습자 평가 결정 스킴

현재 개발되어 운영되고 있는 학습자 평가 시스템은 교수자의 주관적인 입장에서 난이도를 입력하고 문항을 제공한다. 그러므로, 교수자의 능력에 따라서 난이도가 다르게 산출된다. 더욱이, 모든 학습자에게 동일한 문항, 시간, 동일한 순서로 문항을 출제함으로써 개인별 학습자 평가 결과를 얻을 수 없다.

교수자가 지정한 학습자 개인의 수준에 맞는 최적화된 문제들을 제공하기 위하여 교수자 주관적인 입장에서 지정한 난이도, 변별도 및 추측도에 의한 입력이 아니라 IRT이론에 근거하여 분

석된 객관적인 모수 결정을 통해 학습자의 수준을 추정한다.

$P(\theta)$ 를 문항의 답을 맞힐 확률, 변별도 모수를  $a$ , 난이도 모수를  $b$ , 추측도 모수를  $c$ , 능력수준을  $\theta$ 라 하면, 3-모수 로지스틱 모델은 식(1)과 같다.

$$P(\theta) = c + (1 - c) \frac{1}{1 + e^{-a(\theta - b)}} \quad (1)$$

3-모수 로지스틱 모델은 능력 수준이 +3~-3인 점에서의 문항 난이도를 +3~-3, 문항 변별도는 +2~-2, 문항 추측도는 0~1인 문항의 답을 맞힐 확률 계산에 의해  $P(\theta)$ 값을 7단계로 구분하여 결정한다. 난이도, 변별도 및 추측도를 분석하기 위한 스킵 공식은 아래와 같다.

- 난이도 분석 :

$$P(\theta) = \left[ \frac{R - \frac{N}{K-1}}{N - NR} \right] \quad (2)$$

(2)식에서 P는 문항 난이도 지수, R은 정답자수, N은 시험을 치른 총 학습자수, NR은 그 문항의 미답자수, K는 답지수이다.

- 변별도 분석 :

$$r = \frac{N \sum XY - \sum X \sum Y}{\sqrt{N \sum X^2 - (\sum X)^2} \sqrt{N \sum Y^2 - (\sum Y)^2}} \quad (3)$$

(3)식에서 N은 총 학습자 수, X는 각 학습자의 문항 점수로 정답일 경우 1, 오답일 경우 0을 대입하며, Y는 각 학습자의 총점수 즉, 맞은 개수를 나타낸다.

- 추측도 분석 :

$$P_{GR} = \frac{W}{Q-1} \quad (4)$$

(4)식에서 Q는 답지수, W는 문항의 답을 맞지 못한 학습자수, N은 총 학습자수를 나타낸다.

본 논문에서 적용한 3-모수 로지스틱 모델에 사용되는 3-모수를 적용하기 위하여 기초 실험을 실시한 난이도, 변별도 및 추측도 모수 분석 결과는 (그림 1)과 같다.

### 2.1.1 모수 변환

문항 분석에 의하여 분석된 3-모수를 문항반응

이론에서 정의하는 범위로 변환하는 과정을 거친다. 난이도의 범위는 -3~+3로 7단계로 정의하며, -3은 난이도가 가장 낮은 수준이며 +3은 난이도가 가장 높은 수준이다. 난이도 조절 지수는 <표 1>과 같다.

순번	이름	1	2	3	4	12	13	14	15	16	17	18	19	개수	비율
1	검체질	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	86.7
2	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
3	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	63.3
4	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	63.3
5	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	53.3
6	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	76.7
7	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	63.3
8	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	66.7
9	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	46.7
10	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	80
11	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
12	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	60
13	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	20
14	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	40
15	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	66.7
16	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
17	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17	56.7
18	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	76.7
19	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	13.3
20	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50
20	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	15	50
계수		11	8	12	15	12	12	9	13	14	16	12	17	369	
추측도		0.150	0.200	0.133	0.083	0.133	0.133	0.183	0.117	0.100	0.100	0.133	0.117		
난이도		0.217	0.067	0.267	0.417	0.267	0.267	0.117	0.317	0.387	0.387	0.267	0.317		
변별도		0.067	0.057	0.517	0.635	0.365	0.463	-0.051	0.419	0.464	0.690	0.500	0.332		

순번	이름	331	332	333	334	345	350	351	352	353	358	359	360	개수	비율
1	검체질	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28	89.3
2	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	63.3
3	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
4	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	70
5	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	76.7
6	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	86.7
7	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	66.7
8	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	76.7
9	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
10	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23	76.7
11	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	70
12	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	60
13	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	70
14	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
15	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	70
16	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	70
17	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	73.3
18	분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	80
19	검체지	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	83.3
20	미분류	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	83.3
계수		15	14	15	18	17	15	15	16	18	14	14	14	446	
추측도		0.083	0.100	0.083	0.100	0.050	0.083	0.083	0.067	0.067	0.100	0.100	0.100		
난이도		0.417	0.367	0.417	0.367	0.517	0.417	0.417	0.467	0.367	0.367	0.367	0.367		
변별도		0.289	0.234	0.346	0.162	-0.164	0.090	-0.162	-0.060	0.170	-0.039	0.286	-0.162		

(그림 1) 난이도, 변별도, 추측도 문항 분석 결과

<표 1> 난이도 조절 지수

난이도	-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
비율	-0.283	0.167	0.267	~	~	~	0.517
	0.117	0.217	0.317	0.367	0.417	0.467	0.617

변별도의 범위는 -2~+2로 정의한다. -2는 변별력이 가장 낮은 문항이며 +2는 변별력이 가장 높은 문항을 나타낸다. <표 2>는 변별도 조절 지수이다.

<표 2> 변별도 조절 지수

변별도	-2	-1	0	+1	+2
비율	0.468	0.024	0.164	0.286	0.428
	~	~	~	~	~
	0.013	0.163	0.283	0.422	0.691

추측도의 범위는 0~1 사이의 값이며, 0은 추측도가 가장 낮은 문항이며 1은 추측도가 가장 높은 문항을 나타낸다. 추측도는 백분율을 이용하여 정해진 값을 사용하게 되므로 모수 분석 스킴에 의하여 분석된 값을 적용한다.

2.1.2 학습자 능력 평가 기준

모수 분석에 의해 입력된 값은 학습자 능력을 평가하는데 적용된다.

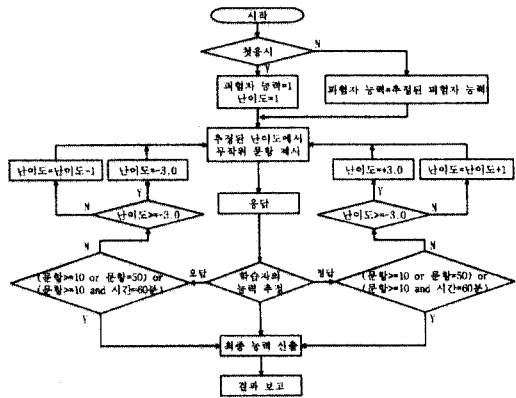
$$\theta_{s+1} = \theta_s + \frac{\sum_{i=1}^N a_i [U_i - P_i(\theta_s)]}{\sum_{i=1}^N a_i^2 P_i(\theta_s) Q_i(\theta_s)} \quad (5)$$

(5)식에서  $\theta_s$ 는 s번째 반복교정을 통해 얻은 능력 추정치,  $a_i$ 는 문항 i의 변별도,  $U_i$ 는 문항 i에 대한 응답 결과이다. 문항 i가 정답일 때 점수는  $U_i=1$ 이며, 문항 i의 답이 오답일 경우는  $U_i=0$ 을 부여한다.  $P_i(\theta_s)$ 는 s번 반복해서 추정된 능력  $\theta_s$  값을 가진 피험자가 문항 i의 답을 맞힐 확률이며  $Q_i(\theta_s)$ 는  $1 - P_i(\theta_s)$ 를 나타낸다.

2.2 학습자 능력 평가 스킴

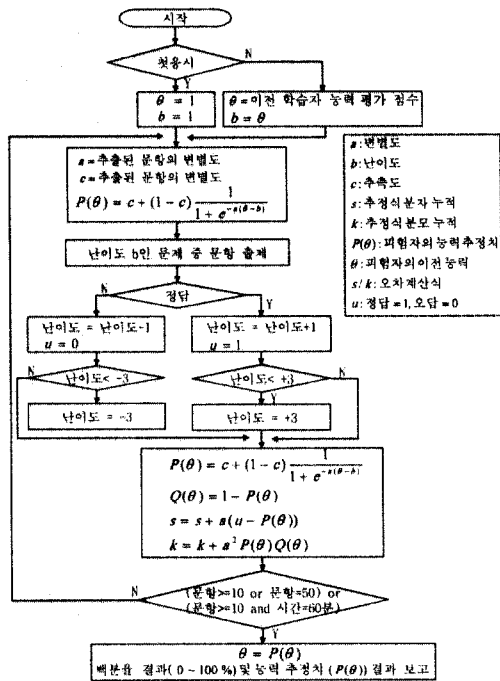
학습자는 (그림 2)에 의한 평가 후 능력 추정치를 얻는다. 학습자는 먼저 처음 평가 유무를 결정한다. 첫 응시일 경우는 문항반응이론에 의해 학습자 능력 추정치와 난이도를 1로 결정한다. 첫 응시가 아닐 경우에는 마지막으로 평가된 능력 추정치를 난이도로 결정한다. 이때 추정된 난이도에 해당되는 문항을 랜덤하게 첫 문항으로 출제한다. 학습자는 출제된 문항에 응답하여 정답일 경우 현재 난이도보다 한 단계 높은 난이도가 다음 문항으로 출제하게 된다. 그러나, 오답일 경우에는 현재 난이도보다 한 단계 낮은 난이도가 다음 문항으로 출제된다. 연속적으로 10문항이 정답이거나 오답일 경우, 혹은 50문항 모두에 답하였거나 10문항 이상에 답하고 60분의 제한시간이 되었을 경우에는 평가를 종료하게 되며, 학습자의 능력 추정치를 산출하여 교수자에게 보고한다. 추정된 학습자 능력 추정치는 데이터베이스에

스에 저장되어 다음 학습자 능력 평가시에 문항 출제 기준으로 사용한다.



(그림 2) 학습자 능력 평가 스킴

최종 능력 추정치 산출은 (그림 3)에 의하여 얻는다.

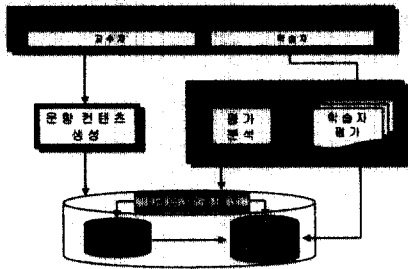


(그림 3) 학습자 능력 평가 최종 산출

2.3 문항 생성기 구조

웹을 기반으로 학습자 능력에 적합한 문제를 제공하고 문항의 멀티미디어 요소를 통해 학습

효과를 증대시킬 수 있는 문항 생성기 구조는 (그림 4)이다.



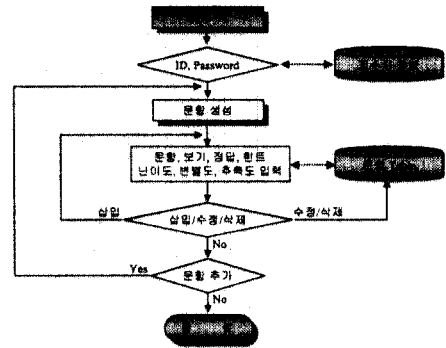
(그림 4) 문항 생성기 구조

웹 기반 사용자 인터페이스를 통해 교수자와 학습자는 로그인하여 각각의 환경을 이용할 수 있다. 교수자는 문항 컨텐츠 생성 메커니즘에 의해 문제를 입력, 수정, 삭제 및 관리한다. 학습자는 문제 은행의 학습자 평가 매커니즘에 따라 각 단계별로 평가 과정을 거치며, 학습자의 능력 추정치를 산출하게 된다. 특히, 동일한 문항에 의한 평가가 아닌 학습자 개인별 능력에 맞는 맞춤형 문항이 출제된다.

출제된 문항에 의하여 학습자 개인별 능력이 추정되며 추정된 추정치는 난이도가 결정되어 각각 저장된다.

### 2.4 문항 생성기 기능

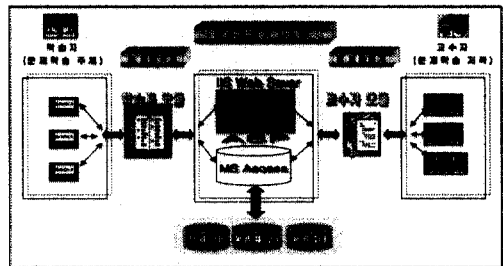
교수자 모듈에서 각 문항별로 문항반응이론에 의하여 분석, 산출된 값을 선다형으로 입력하고 지정하여 문제 데이터베이스에 저장한다. 문제를 입력할 때 멀티미디어 type 요소에 따라 입력하며 관리한다(그림 5).



(그림 5) 문항 생성 메커니즘

### 2.5 LTS(Learner Testing System) 구조

시스템의 구성은 교수자 문항출제 저작 에디터와 학습자를 위한 문항 평가 프로그램, 데이터베이스, 웹 서버 등으로 (그림 6)과 같이 구성된다. 교수자 문항출제 저작 에디터는 교수자 모듈을 통해 학습자에게 멀티미디어를 통한 다양하고 풍부한 문제를 제공한다. 학습자를 위한 문항 평가 프로그램은 학습자 모듈을 통해 학습자의 수준에 맞는 개인별 문제를 제공하여 학습자 능력을 추정하는 알고리즘을 구현한다. 데이터베이스는 교수자와 학습자에 대한 정보, 교수자 문제 정보, 학습자 성적 정보, 문제 평가 정보 등을 저장하고 활용하기 위해 사용된다. 웹 서버는 교수자, 학습자의 요구에 따른 내용을 시스템으로부터 사용자에게 전송하기 위해 사용된다.



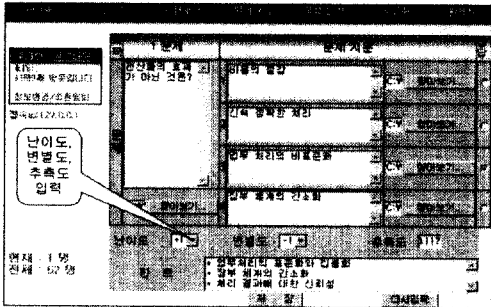
(그림 6) LTS 운영 구조

## 3. 학습자 평가 시스템 구현 및 적용사례

### 3.1 LTS 구현

3.1.1 교수자 문항 저작 에디터

교수자에게 문항 저작을 지원하기 위해서 웹 에디터는 문제학습을 작성하는 교수자에게 편리한 인터페이스를 제공한다. 세부 기능으로 문제 입력 메뉴는 일반적인 문제 저작 프로그램과 같이 기본 문제 작성을 위한 부분으로 (그림 7)과 같은 문제은행 저작 화면이다. 각각의 문제를 저작할 때 각 문제에는 자동으로 고유 번호가 부여되는데, 이것은 문제의 수정시 각 문제의 구별키로 사용하여 수정을 가능하게 한다. 각 항목들은 문제와 지문, 각 해당 지문에 관련된 멀티미디어 참고 자료, 정답 및 힌트를 입력한다. 특히, 문항을 입력하는데 있어서 문항의 특성인 난이도, 변별도 및 추측도는 모수 분석 모델에 의해 결정된 값을 입력한다.



(그림 7) 문제은행 저작 화면

문제를 수정 및 삭제하기 위한 문제보기 메뉴와 등록된 학습자 목록 및 전체 학습자 능력 추정치를 조회할 수 있는 관리자 메뉴로 구성된다. 문제은행 조회는 총 문항수 뿐만 아니라 각 난이도별로 문항수를 조회하여 교수자가 쉽게 문제은행을 조회한다.

CAI Computer Adaptive Test

번호	문항	난이도	변별도	추측도
1	개인용 컴퓨터(Personal Computer)에서 18비트 또는 32비트용 그래픽을 지원하고 있음	쉬움	0	
2	다중용어 입력 방식에 대한 설명이 있음	쉬움	0	
3	강의내용 편집을 위해서는 모든 열, 개인기	쉬움	0	
4	다중용어 입력 방식에 대한 설명이 있음	쉬움	0	
5	다중용어 입력 방식에 대한 설명이 있음	쉬움	0	
6	다중용어 입력 방식에 대한 설명이 있음	쉬움	0	

(그림 8) 문항수 조회

관리자 메뉴는 등록된 회원을 교수자와 학생으로 구분하여 전체 등록된 회원 조회 및 수정한다.

시험은 한번에 한 문항만을 출력하게 되며 정답 여부에 따라서 다음 문항이 결정된다. 시험을 시작하게 되면 평가중인 학습자의 이름과 출제된 문항의 난이도를 출력한다. 실시간으로 학습자의 능력을 추정하며 기본 10문항을 평가하고 10문항을 연속적으로 정답 또는 오답하거나 50문항을 풀고 60분의 시간이 지나게되면 시험은 종료한다. 종료후 학습자의 최종 능력 추정치는 저장되어 다음 평가에 응했을 경우 첫 문항의 난이도 결정에 적용된다.

3.1.2 학습자 문항 평가

학습자는 교수자에 의해 생성된 문항에 대해서 학습자 개인별 능력 추정치에 의하여 문항 난이도가 결정되며 결정된 난이도별 문항을 첫 문항으로 응시하게 된다.

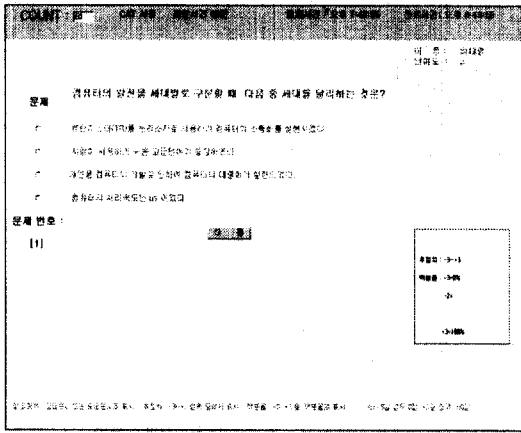
현재 평가 중인 문항이 정답일 경우 다음 문항은 현재 문항 난이도+1의 난이도에서 하나의 문항이 선택되어 학습자에게 보여지게 되며 오답일 경우 다음 문항은 현재 문항 난이도-1의 난이도에서 다음 문항이 출제된다.

평가가 완료되면 학습자 능력 추정치가 구해지게 되며 학습자와 교수자에게 능력 추정치 결과가 보고된다.

3.2 LTS 적용사례

6개월간 학습자 20명을 대상으로 하여 360문항을 지필식 평가를 실시하여 분석된 문항으로 문

제은행을 구축한 후 실제 학습자들에게 CAT 평가를 실시한다.



(그림 9) 학습자 능력 평가 화면

(그림 9)는 학습자가 문제 학습을 통해 평가를 실시하는 화면으로 문항의 정답과 오답에 따라 학습자 수준별 상이한 문항이 출제되어 학습자

문항 수와 배정 시간으로 인하여 개별 학습자 평가가 제대로 이루어지지 못하며, 텍스트 위주의 문제학습을 통해 학습 효과를 저하시키는 요인이 발생한다.

이에 본 논문에서는 학습자 개인별 능력 추정이 가능하도록 개별 시험자의 능력에 맞는 문항이 제시되는 검사형태인 CAT(Computerized Adaptive Test) 기법에 응용되는 문항반응이론에 의한 3-모수 로지스틱 모델을 적용하여 개인별 학습자 수준에 적합한 문항을 제공하였다.

개인별 능력 추정에 이용되는 난이도, 변별도, 추측도를 이용하여 개인별 문항 평가가 가능하도록 학습자 평가 시스템을 구현하였다.

학습자가 문항을 맞혔을 경우에는 보다 더욱 어려운 수준의 문항이 제시되고, 틀렸을 경우에는 보다 쉬운 문항이 제시되어 시험자들은 각기 다른 문항으로 검사를 치른다. 그러므로 CAT 알고리즘을 통해 각 개인에게 가장 적합한 검사가 새로 구성되는 것이며 가장 정확하게 개인의 능

전체 학생 명단 및 응시 정보

학번	이름	주민번호	이메일	전화	가입일자	방문수	기타	난이도	기록
13	kimik	김종민	1234567890	k@k.com	858-0009	2002-02-07	12	3	보고
12	kimis	김민숙	1234567890	k@k.com	858-0008	2002-02-07	7	2	보고
11	seonjelli	서나실	1234567890	k@k.com	858-0009	2002-02-07	12	3	보고
10	parksoo	박성남	1234567890	k@k.com	858-0008	2002-02-07	7	2	보고
9	kimchw	김충원	1234567890	k@k.com	858-0007	2002-02-07	36	7	보고
8	leelj	이재룡	1234567890	k@k.com	858-0006	2002-02-07	62	-2	보고
7	kimhj	김희자	1234567890	k@k.com	858-0005	2002-02-07	132	-1	보고
6	namhe	남현숙	1234567890	k@k.com	858-0004	2002-02-07	53	0	보고
5	lee	이순희	1234567890	k@k.com	858-0003	2002-02-07	48	1	보고
2	k2	김재일	1234567890	k@k.com	858-0002	2002-02-07	86	2	보고

[학생]

번호	id	이름	주민번호	이메일	전화	가입일자	방문수	기타	난이도	기록
13	kimik	김종민	1234567890	k@k.com	858-0009	2002-02-07	12	3	보고	
12	kimis	김민숙	1234567890	k@k.com	858-0008	2002-02-07	7	2	보고	
11	seonjelli	서나실	1234567890	k@k.com	858-0009	2002-02-07	12	3	보고	
10	parksoo	박성남	1234567890	k@k.com	858-0008	2002-02-07	7	2	보고	
9	kimchw	김충원	1234567890	k@k.com	858-0007	2002-02-07	36	7	보고	
8	leelj	이재룡	1234567890	k@k.com	858-0006	2002-02-07	62	-2	보고	
7	kimhj	김희자	1234567890	k@k.com	858-0005	2002-02-07	132	-1	보고	
6	namhe	남현숙	1234567890	k@k.com	858-0004	2002-02-07	53	0	보고	
5	lee	이순희	1234567890	k@k.com	858-0003	2002-02-07	48	1	보고	
2	k2	김재일	1234567890	k@k.com	858-0002	2002-02-07	86	2	보고	

다음목록

1 / 2 page

(그림 10) 전체 학습자 평가 목록

능력 평가가 이루어진다.

교수자는 (그림 10)과 같이 평가된 학습자들의 명단과 응시횟수, 능력 추정치 검색이 가능하다.

#### 4. 결론

기존의 학습자 평가 시스템은 교수자의 주관적인 난이도에 의한 학습자 평가에 적용함으로써 상이한 난이도가 산출된다. 뿐만 아니라, 동일한

력을 추정한다.

본 논문에서는 학습자를 개별적으로 평가할 수 있도록 하기 위하여 CAT의 문항반응이론을 적용한 학습자 평가 시스템을 구현하기 위해 학생들을 대상으로 정보처리 기능사 필기시험을 6개월간 실시하여 각 문항별로 3-모수를 분석하여 신뢰성 있는 문항을 제작하였다. 또한, 학습자 개인별 능력수준에 맞춰 문항을 제공함으로써 동일한 문항을 배제하여 신뢰도를 향상시켰으며, 평

가 문항 및 시간을 개인별 수준에 따라 상이하게 배정하여 학습자 개인별 능력추정이 가능하도록 구현하였다. 또한 멀티미디어를 통한 다양한 형태로 문제를 저작하여 학습자의 흥미를 유발한다.

본 학습자 능력 평가 시스템은 웹을 통하여 학습자 개인별로 능력을 평가하고 교수자는 문제은행을 제작한다. 평가된 학습자의 능력 추정치는 학습자 정보에 저장되어 다음 학습자 평가를 위한 문항 선택의 난이도 기준으로 이용된다. 교수자는 능력 추정된 전체 학습자의 정보 검색이 가능하다.

### 참 고 문 헌

- [1] 백순근·채선희(1998). 컴퓨터를 이용한 개별 적용 검사. 원미사.
- [2] 성태제(1991). 문항반응이론 입문(F. B. Baker). 양서원.
- [3] 이종성(1990). 문항반응이론과 응용(F. M. Load). 대광문화사.
- [4] 채선희(1995). 컴퓨터화된 개별 적용검사와 지필식 검사에 있어서 문항 모수치의 동등성 검증. 교육평가연구.
- [5] <http://irt.com.ne.kr>.
- [6] 지은림(1993). 컴퓨터화된 Rasch 모형에 의한 PI 검사 문항 난이도에 영향을 미치는 요인들의 분석. 교육평가연구.
- [7] American Psychological Association(1996). Guidelines for computer-based tests and interpretations. Washington D.C.
- [8] Green, B. F., Bock, R. D., Humphreys, L. G., & Reckase, M. D.(1984). Technical guidelines for assessing computerized adaptive tests. Journal of Educational Measurement.



### 송 은 하

1997 원광대학교  
통계학과(이학사)  
2000 원광대학교  
컴퓨터공학과(공학석사)

2001~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 박사과정  
관심분야: 분산병렬시스템, WBI, CAT, CBT  
E-Mail: ehsong@wonkwang.ac.kr



### 박 복 자

1998 조선대학교  
전자계산학과(이학사)  
2001~현재 원광대학교  
교육대학원 정보·  
컴퓨터전공 석사과정

관심분야: WBI, SCORM, e-learning system  
E-Mail: ppojja@wonkwang.ac.kr



### 하 테 령

1998 광주대학교  
전자계산학과(공학사)  
2003 원광대학교 교육대학원  
정보·컴퓨터전공  
(교육학석사)

관심분야: 컴퓨터교육, CAT, CBT  
E-Mail: htr9766@naver.com



### 정 영 식

1987 고려대학교 수학과  
(이학사)  
1989 고려대학교  
전산학과(이학석사)  
1993 고려대학교 전산학과  
(이학박사)

1993~현재 원광대학교 컴퓨터 및 정보통신공학  
부 교수

관심분야: 분산병렬시스템, CAT, CBT, 멀티미디어 CAI, 그리드 컴퓨팅

E-Mail: ysjeong@wonkwang.ac.kr