

# 부분점수를 고려한 웹 기반 학습자 개별적응 평가 시스템

김소연<sup>†</sup> · 홍의석<sup>††</sup>

## 요 약

교육평가란 학습자들을 서열별로 등급화 하는 과정이 아니라 적절한 평가를 통해 학습자의 문제를 해결하고 교육 과정을 개선하여 교육적 효과를 높이는 과정이다. 기존의 웹 기반 평가 시스템은 학습자의 인지 수준을 정 오답 이분 변수로만 측정하였다. 또한 수준별 평가를 지원하나 평가 시 학습동기 부여와 흥미를 이끌어 내는데 미흡하였으며, 평가 후 틀린 문제에 대한 피드백만을 제공하여 추후 학습 방향 설정과 재학습이 효율적으로 이루어지지 못한 문제점이 있다. 본 논문에서는 문제의 답지에 따라 학습자의 인지 능력을 좀 더 세밀하게 추정하고자 부분점수를 고려하여 문제를 출제하고 학습자의 수준을 평가하였으며 평가가 끝나면 학습 진단을 제공하여 피드백 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하였다.

**키워드** : 교육평가, 웹 기반 교육, 자동 문제 출제, 문항 분석

## Web-based individual adaptive testing system considering partial score

So-Youn Kim<sup>†</sup> · Euy-Seok Hong<sup>††</sup>

### ABSTRACT

Educational evaluation is not the work to rank learners hierarchically, but the thing to increase the educational effectiveness by solving a learner's problem and improving the education process from the proper evaluation. The conventional evaluation systems have measured a learner's recognition level by dichotomy. Although they support the evaluation depending on a learner's academic ability and supply the feedback for wrong selection, it is insufficient to take out study-motive and give the establishment for a guidance point of learning. In this paper, we propose the web-based individual adaptive testing system in considering partial score for a learner. Our system are effective to estimate the ability of learner by considering partial score in detail and offer an feedback study from the self-diagnosis function for a learning results.

**Keywords** : web based instruction, adaptive testing system, partial score

## 1. 서 론

웹기반 교육(WBI)은 학생들에게 다양한 형태

의 교육 자료를 시간적, 공간적 제약 없이 제공 해 줄 수 있으며, 개인별 능력 수준과 특성, 학습 속도에 따라 다양한 학습 과정을 개별적으로 제공 해 줄 수 있다는 점에서 지금까지의 학교 중심의 교육과는 다른 새로운 교육 형태로서 주목 받고 있다.

<sup>†</sup> 학생회원: 성신여자대학교 전자계산교육학과  
<sup>††</sup> 정 회 원: 성신여자대학교 컴퓨터정보학부 교수  
(교신저자)

논문접수: 2005년 6월 16일, 심사완료: 2006년 1월 9일  
\* 이 논문은 2005년도 성신여자대학교 학술연구조성비 지원에 의하여 연구되었음

학습 평가를 통하여 교수자는 학습자의 성취도를 확인하고 적절한 피드백을 제공함으로써 학습자에게 학습 동기를 부여하고 스스로 학습해 나가는 과정에 도움을 줄 수 있다[1].

학습자 평가와 관련하여 최근에는 웹을 기반으로 한 문제은행 시스템에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다[2-8]. 현재 개발되어 있는 대부분의 웹 기반 평가 시스템들은 평가 후 학습자의 수준을 문항에 대한 정답과 오답의 이분 변수로만 추정하였다[2-8]. 하지만 지식의 정도는 양분된 것이 아니라 연속적인 개념으로 분석하여야 한다[9]. 그러므로 학습 능력단계를 세밀하게 하여 측정할 필요가 있다.

기존 연구들에서의 문제 출제 방식을 살펴보면 문제를 임의로 추출하거나[2,3] 학습자의 능력을 추정한 후 그 능력 수준에 맞는 문제만 출제하는 방식을 사용하고 있으나[4-8] 학습자의 흥미와 학습 동기 유발을 위해서는 좀 더 다양한 수준의 문제들도 출제할 필요가 있다.

또한 평가의 결과로 피드백 제공 시 이전 연구들은 학습자의 평가 결과를 확인하고, 틀린 문제에 대해 다시 학습을 시키는 방식을 택하고 있으나[2-8] 효과적인 학습을 위해서는 틀린 문제들에 대한 복습 뿐 만 아니라 추후 학습 방향을 설정하는데 도움을 주어 재학습이 효율적으로 이루어질 수 있도록 해야 한다. [10]은 웹 기반 학습에서 학습자의 능동적인 참여를 유도하기 위해 사전 학습 계획의 사용과 CAT에서 평가 시 합격기준점 선정을 제안하고 있다.

본 논문에서는 등급반응이론에 근거하여 학습자 평가에 관련된 문제들을 해결하기 위해 부분 점수를 고려한 웹 기반 학습자 개별적용 평가 시스템을 제안한다. 제안하는 시스템은 학습자의 지적 능력을 이분 변수로 판정하는 것이 아니라 오답일 경우도 학습자가 어떤 답지를 선택하였는지를 고려하여 측정하고자 한다. 이는 맞으면 1점, 틀리면 0점을 부여하는 기존의 평가 시스템보다 학습자의 수준을 더욱 세밀하게 추정할 수 있다. 그리고 수준별 개별 학습을 지원하고자 학습자의 수준을 분석한 후 개별적으로 문제를 제공한다. 또한 평가 종료 후 기존 연구들과 같이 학습자의 성적 통계를 보여주는데 그치지 않고

학습자의 취약점을 분석하여 학습조언을 제공함으로써 평가 이후의 학습이 보다 효과적이고 적절하게 이루어질 수 있도록 하였다.

2장에서는 이론적 배경으로 컴퓨터 개별적용 검사와 문항 분석을 위한 검사이론을 소개하고, 기존 연구들에 대해 간략히 살펴본다. 3장에서는 제안하고자하는 평가 시스템의 구조와 설계 과정을 설명하고 4장에서는 개발 환경 및 실제 구현을 통한 교육적 효과에 대해 기술한다. 5장에서는 제안시스템의 평가로 기존 연구와 성능 특징을 비교하였으며 6장에서는 연구 결과를 바탕으로 결과 및 향후 과제에 대해 논의한다.

## 2. 관련 연구

CAT (Computer Adaptive Testing)는 학습자의 능력수준에 적합한 문항들을 추출하여 제시함으로써 개별적인 검사를 가능하게 한다[11]. CAT를 실시하기 위해서는 많은 문항들이 난이도, 변별도, 추측도와 같은 특성별로 분석되어 체계적으로 저장되어 있는 문제은행이 구축되어 있어야 한다. 문항 분석을 위한 검사이론으로는 1920년대 개발된 고전검사이론 이후 문항반응이론, 등급반응이론이 제안되었다.

기존의 웹 기반 평가 시스템들을 위의 검사 이론 중 어떤 이론에 기반 했는가를 기준으로 분류할 수 있다.

### 2.1. 고전검사이론에 기반한 시스템

고전검사이론은 검사도구의 총점에 의하여 분석되는 이론으로 문항난이도는 문항의 총 응답자중 답을 맞힌 학습자의 확률이 된다[9].

[4]는 학습자 평가 결과를 이용하여 문항을 분석하고, 검증된 문항들을 문제은행에 저장, 관리한다. 이 시스템은 평가 시 학습자가 출제영역, 문항의 난이도와 문항수를 선택하기 때문에 다양한 영역에서의 평가가 어렵다

[5]는 교수자가 입력한 예상평균점수와 문제수에 따라 난이도 비율을 계산하여 자동으로 문제를 출제하고, 피드백 학습 후에는 시험의 난이도를 높여 재시험에 응시할 수 있도록 하였다. 그

그러나 이 시스템은 문항의 특성 중 난이도만 고려하여 출제하였으며, 학습자의 수준을 결정하는 근거와, 재시험 여부에 대한 명확한 기준을 제시하지 않고 있다.

[6]은 자주 출제되면서 오답률이 낮은 문제들은 제외한 나머지 중에서 무작위로 추출하여 평가지를 구성하였다. 이 시스템은 문항 분석 시 문항의 특성들 가운데 난이도만 고려하였으며 무작위 문제 제공으로 인해 학습자 개별학습을 지원하기 어렵다.

## 2.2. 문항반응이론에 기반한 시스템

문항반응이론은 검사 총점에 의하여 문항이 분석되는 것이 아니라, 문항의 고유한 불변하는 속성을 나타내는 문항특성곡선에 의하여 문항을 분석하는 검사이론으로 문항의 특성이 학습자 집단의 특성에 의하여 변화되지 않는다[9].

[7,8]은 문항반응 이론의 3-모수 로지스틱 모형을 사용하여 개인의 수준에 맞는 최적화된 문제들을 제공하고자 하였다. 3모수란 문항의 난이도와 변별도, 추측도를 고려한 것으로 [7]의 연구에서는 3모수를 사용한 문항 분석과 주변 최대 우도 추정법과 베이지안 네트워크를 이용하여 학습자 수준을 추정하였으며, [8]의 연구에서는 학습자들의 평가 결과를 가지고 각각의 모수치 값을 구하여 문제은행을 구축하고 학습자별로 문제를 선별하여 제공하였다. 그러나 3-모수 로지스틱 모형은 자동화하기 어렵고, 과정들이 매우 복잡하다는 단점이 있다.

문항반응식 CAT는 검사의 목적이나 필요에 따라 보다 효율적인 검사 전략을 구상할 수 있다. 그러나 문항모수치를 분석하는 일은 중요한 과제이며, 문항모수치 분석은 타당성과 신뢰도가 검증된 문제들을 사전 지필 검사를 통해 모든 학습자의 모든 문항에 대한 응답결과를 가지고 문항 분석 프로그램에 적용하여 분석되는데 이러한 과정들이 매우 복잡하며, 일반 교사들이 과정을 이해하고 제작하기에는 어려움이 따른다[12].

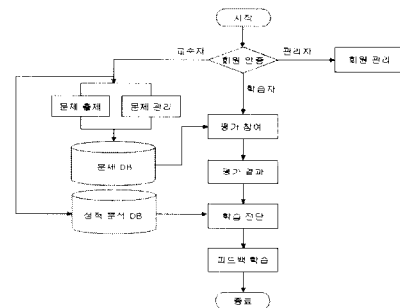
## 2.3. 등급반응이론에 기반한 시스템

학습의 응답이 정답과 오답으로 분류되지 않는 3개 이상의 범주로 분류되는 문항반응모형을 다분반응모형이라 한다. 인지적 영역에서는 정답과 오답 여부로 지식의 정도를 추정하나 엄밀히 말하면 지식의 정도는 연속변수로 간주하여야 한다. 그러므로 학습자의 점수를 정답과 오답사이의 중간능력도 추정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다[9].

등급반응이론에 의한 문항 분석은 이론적으로 학습자의 지식의 정도를 가장 세밀하게 추정하나 아직까지는 초기 단계라 실용적으로 사용되고 있지 않다. 본 논문에서는 등급반응이론에서 제안하는 바와 같이 이분법적 측정 방법을 개선하여 학습자의 중간 능력도 측정해내고자 한다. 이를 위해 각 문항의 답지마다 부분점수를 부여하고 학습자가 어떠한 답지를 선택하느냐에 따라 지적 수준을 달리 측정하였다.

## 3. 개별적응 평가 시스템의 설계

본 논문의 개별적응 평가 시스템의 처리 구조는 <그림 1>과 같다.

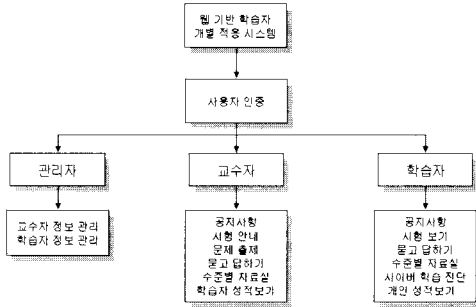


<그림 1> 시스템 처리 구조도

시작 화면에서 로그인 하면 관리자, 교수자, 학습자 인증을 받고 각각 서로 다른 화면에 접근하게 된다. 관리자는 회원과 시스템을 관리하며, 교수자는 문제의 출제와 관리, 성적 분석 자료를 열람할 수 있다. 학습자는 평가에 참여하고 평가결과와 학습 진단을 확인한 후 개별 피드백 학습을 받게 된다.

시스템의 전체 구조는 <그림 2>와 같다. 관리자는 교수자 정보와 학습자 정보를 관리하며, 교수자는 시험안내, 수준별 자료실을 관리하며, 문

제 출제와 수정, 학습자 성적 보기, 학습 진단하기 등을 할 수 있다. 학습자는 시험보기, 개인성적 보기, 사이버 학습 진단 등을 이용할 수 있다.



<그림 2> 시스템 전체 구조

이 시스템을 동작의 기능별로 구분하면 교수자 모듈, 학습자 모듈, 평가 모듈의 3개 모듈로 구성된다. 이 모듈들의 각 구성 및 동작 내용은 다음과 같다.

### 3.1. 교수자 모듈

교수자는 새로운 문제를 등록할 수 있으며, 등록된 문제의 난이도와 변별도, 문제 등급 등을 확인할 수 있다. 등록된 각 문제들에 대한 정보를 통해 신뢰도와 타당도가 낮은 문제들은 수정, 삭제함으로써 문제 피드백이 이루어진다.

문제 출제는 교수자가 단원별, 영역별로 분류하여 웹에 등록한다. 문제는 오지선다형이며 교수자가 출제 시 각 답지마다 부분점수를 부여할 수 있다. 답지의 정답에 가까운 정도에 따라 0.0~1.0의 값을 입력할 수 있으며 이 값은 난이도와 변별도 계산과 같은 문항 분석과, 학습자 수준을 측정하는데 사용된다.

#### 3.1.1 문항 분석 방식

##### 1) 문항 난이도 (item difficulty)

문항난이도는 문항의 어렵고 쉬운 정도를 나타내는 지수로서, 총 학습자 중 정답을 한 학습자의 비율이 정답률이 되며 수식 (1)을 이용한다.

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

P : 문항난이도 지수

N : 전체 사례수

R : 정답자 수

그러나, 식 (1)은 정답과 오답을 각각 1과 0으로 구분할 때에만 이용할 수 있는 수식이기 때문에 부분점수를 고려하는 본 논문의 시스템에서는 이용할 수 없으므로 위의 식을 변형한 다음과 같은 식을 사용한다.

$$P = \frac{\sum_{i=1}^N T_i}{N} \quad (2)$$

P : 문항난이도지수

N : 전체사례수 (집단의 학습자의 수)

T<sub>i</sub> : i번째의 학습자가 선택한 보기의 부분점수치

T<sub>i</sub> ∈ { 0.0, 0.1 ...1.0 } : 답지의 부분점수

변형된 식 (2)는 기존의 식과는 달리 학습자 개개인의 문항 답안에 따른 부분점수를 고려하여 문항의 난이도를 계산하고자, 식 (1)의 정답자 수 항목 대신에 각 학습자가 선택한 문항의 부분점수를 모두 취하여 합산하는 식을 이용한다.

여기에서 난이도의 범위는 0~1로 정의한다. 0에 가까울수록 난이도가 낮은 문항이며 1에 근접할수록 난이도가 높은 문항이다.

##### 2) 문항 변별도 (item discrimination)

문항 변별도는 문항이 능력에 따라 학습자를 변별하는 정도를 나타내는 지수를 말하며 다음과 같은 수식을 이용한다.

$$D.I. = \frac{R_U - R_L}{f} \quad (3)$$

D.I. : 문항변별도 지수

R<sub>U</sub> : 상위 능력집단의 정답자 수

R<sub>L</sub> : 하위 능력집단의 정답자 수

f : 각 집단의 학습자 수

난이도에서의 수식과 마찬가지로 변별도의 수식도 기존의 정·오답 방식에서 사용하던 수식 (3)을 그대로 이용할 수는 없으므로, 본 논문에서는 수식 (3)을 변형하여 수식 (4)를 제안하고 이를 이용한다.

$$D.I = \frac{\left(\sum_{i=1}^T UT_i - \sum_{i=1}^T LT_i\right)}{T} \quad (4)$$

DI : 문항변별도지수 (discrimination index)

T : N(집단의 학습자 수) × Tres

UT<sub>i</sub> : 상위집단의 i번째 학습자가 선택한 보기의 부분점수치

LT<sub>i</sub> : 하위집단의 i번째 학습자가 선택한 보기의 부분점수치

Tres : 전체 집단 중 일정 집단을 나누기 위한 임계치

본 논문의 실험에서는 Tres값을 0.1로 하였으며, 이는 상위 10%의 부분점수 합계와 하위 10%의 부분점수를 합계를 차분하여 이를 전체 집단의 10%에 해당하는 집단의 수로 나눈 것이다. 여기에서 변별도는 0~1로 정의하며 0는 변별 능력이 가장 낮은 수준이고 1은 변별력 수준이 가장 높은 것을 나타낸다.

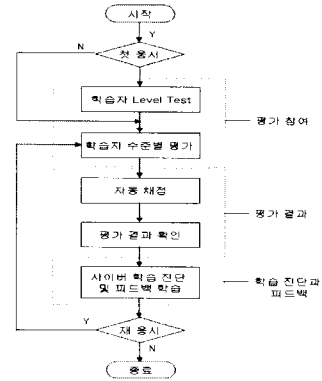
문항의 분석 결과는 위의 <그림 3>과 같다. 교수자는 이 문항 분석 정보를 이용하여 난이도 수준이 낮거나 변별력이 없는 문제는 수정, 삭제한다.

Item ID	Item_p	Item_d
01	0.44	0.14
02	0.89	0.25

<그림 3> 난이도, 변별도 분석 결과

### 3.2. 학습자 모듈

학습자는 학습자 자신의 학업 수준에 대한 정보를 확인 후 평가에 응시할 수 있으며 평가 결과와 성적 통계를 확인할 수 있다. 또한 수준별 자료실을 통해 자신의 취약한 부분을 보완할 수 있어 효과적인 피드백 학습이 이루어진다. 학습자 모듈의 처리 흐름도는 <그림 4>와 같다.



<그림 4> 학습자 모듈 흐름도

학습자가 평가에 참여할 때 첫 응시일 경우 학습자의 초기 수준을 측정하기 위해 진단 평가인 Level Test를 받도록 한다. 학습자의 초기 능력은 학습자가 선택한 답지의 부분점수의 합으로 추정되어진다.

본 논문에서는 학습자 수준을 5단계로 구분하였으며 평가의 총 점수 가운데 학습자가 받은 점수의 비율을 가지고 초기 수준을 결정하게 된다.

<표 1> 학습자 수준 추정 테이블

총 점수 중 학습자가 받은 점수의 비율	학습자의 수준	학습자 최종 능력 수준
90% ~ 100%	A Level	현재 Level + 1
80% ~ 89%	B Level	현재 Level 유지
70% ~ 79%	C Level	현재 Level 유지
60% ~ 69%	D Level	현재 Level - 1
0% ~ 59%	F Level	현재 Level - 2

Level Test를 마치면 학습자는 수준별 평가에 응시할 수 있다. <표 1>에서와 같이 평가의 총 점수 대비 학습자가 받은 점수의 비율에 따라 학습자의 최종 능력 수준은 재조정되며 이에 따라 시스템은 학습자의 현 수준에 적합한 문제들을 선별하여 개별적으로 제공하게 된다.

학습자가 수준별 평가에서 받은 점수의 비율이 90% 이상일 경우 현재 수준에서 한 단계 오르며, 70%이상 89% 이하일 경우 현재 수준을 유지한다. 그리고 60% 미만일 경우 학습자의 수준은 현재 수준보다 낮게 조정된다.

처음 응시 한 학습자가 Level Test에서 총 점수 가운데 70%~89%의 점수를 받게 되면 학습자의 초기 수준은 C Level로 결정된다. 학습자는 C Level에 적합한 문항들로 구성된 수준별 평가

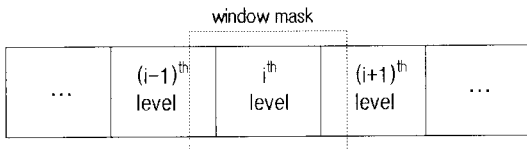
에 응시하게 되며 이 평가에서 받은 점수의 비율이 90%~100% 이라면 학습자의 수준은 한 단계 올라 B Level이 된다. 받은 점수 비율이 70%~89% 일 경우에는 현재의 C Level이 유지되며, 60% 미만일 경우에는 D Level 또는 F Level로 최종 학습자의 능력이 조정된다. 수준별 평가를 치를 때 마다 학습자의 최종 능력 수준은 재조정되며 평가 결과와 함께 시스템의 성적 분석 DB에 학습자 정보로 저장되어 다음 평가 때 기본 정보로 제공되고, 성적 통계와 사이버 학습 진단을 위한 데이터로 사용된다.

### 3.3. 평가 모듈

#### 3.3.1 문제 출제 방식

효과적인 수준별 평가를 지원하기 위해서는 학습자의 초기 능력 수준을 정확히 측정하는 것이 중요하다. 제안한 시스템은 평가에 처음 참여하는 학습자들에게 Level Test에 응시하도록 한다. 학습자의 학업 수준을 파악하고 능력에 맞는 적절한 평가, 학습을 제공하기 위해 다양한 수준의 문제들을 출제한다.

Level Test의 결과로 학습자의 초기 학습 능력이 결정되면 수준별 적응 평가가 이루어진다. 수준별 평가 시 문제 출제 방식으로 본 연구에서는 Sliding window 문제 출제 방식을 개발하여 사용한다. 문제 출제 방식은 <그림 5>와 같다.



<그림 5> Sliding window식 문항 출제

Sliding window 문제 출제는 현재 학습자의 수준이  $i$ 일 때 수준별 평가에 제시되는 문제들은 기준 Level  $i$ 에서 80%,  $i\pm 1$  Level에서 각각 10%씩 출제되는 방식이다.

이와 같은 출제 방식은 학습자의 현재 능력에 적합한 문제를 제공함으로써 수준별 개별 학습이 이루어질 뿐 아니라 학습자의 현 수준보다 높은 문제 상황을 제시함으로써 동기를 부여하고 흥미를 유발시키며, 조금 쉬운 문제를 제시함으로써

학습 의욕을 촉진할 수 있다.

#### 3.3.2 평가 결과

학습자가 평가를 마치면 각 문제별로 학습자가 선택한 답지와 받은 부분점수 그리고 문제 풀이를 보여준다. 이와 같은 피드백은 문제에 대한 이해도를 높일 수 있다. 수준별 평가의 결과는 회차별로 저장되어 그래프로 보여줌으로써 성적 변화의 추이를 한눈에 알 수 있도록 하였다.

교수자는 전체 학습자 성적 열람이 가능하다. 학습자의 현재 수준과 회차별 성적 그리고 평균을 확인 할 수 있으며 이러한 정보를 이용하여 학습자에게 학습 조언을 할 수 있다.

사이버 학습 진단은 학습자의 취약점을 분석하고 향후 학습에 대한 조언과 안내를 제공하는 곳으로 학습자가 부족한 영역에 대한 학습을 보충하고 좀 더 효과적인 학습을 할 수 있도록 도와준다.

## 4. 구현

본 연구에서의 평가 시스템은 웹 기반의 클라이언트와 서버로 구성된다. Windows XP의 운영체제에서 웹 서버로는 IIS 5.0, 서버 언어로는 ASP와 HTML를 이용하여 구현하였다. 데이터베이스는 SQL Sever로 제작하였다.

### 4.1. 데이터베이스 구성

본 논문의 시스템에서 사용된 데이터베이스는 회원 테이블, 문제 테이블, 자료테이블로 구성되어 있다.

<표 2> 회원 테이블

필드명	데이터 형식	설명
mem_idx	int	문제 프라이머리 값
mem_name	varchar(20)	회원 이름
mem_id	varchar(20)	회원 아이디
mem_pwd	varchar(20)	회원 패스워드
mem_ssn	varchar(13)	회원 주민등록번호
mem_sex	varchar(10)	성별
mem_email	varchar(40)	E-mail
mem_date	datetime	접속한 날짜
test_num	int	시험 응시 횟수
mem_level	varchar(20)	학습자의 현재 Level
mem_average	int	학습자의 평균 점수
comment	text	사이버 학습 진단
test_result	int	Level Test 결과
exam_result	int	학습자 수준별 평가 결과
mem_level2	int	랭킹
mem_authority	varchar(20)	교수자/ 학습자

회원 테이블은 회원의 아이디와 패스워드, 주민등록번호 등 회원의 기본 정보와 시험 응시 횟수, 회원의 현재 학습 Level, 평균 점수, 랭킹, 학습 진단 등의 정보를 저장하기 위해 <표 2>와 같이 생성한다.

자료 테이블은 학습자의 수준별 자료를 저장하기 위한 테이블로 <표 3>과 같이 생성한다. 평가가 끝나면 학습자에게 개별 학습 자료를 제공하여 효과적인 피드백 학습이 되도록 한다.

<표 3> 자료 테이블

필드명	데이터 형식	설명
board_idx	int	글의 프라이머리 값
name	varchar(20)	글쓴 사람의 이름
email	varchar(40)	글쓴 사람의 메일주소
title	text	글의 제목
pwd	varchar(20)	글의 비밀번호
num	int	글의 순차적 넘버
writeday	datetime	글쓴 날짜
readnum	int	글의 조회수
content	text	글의 내용

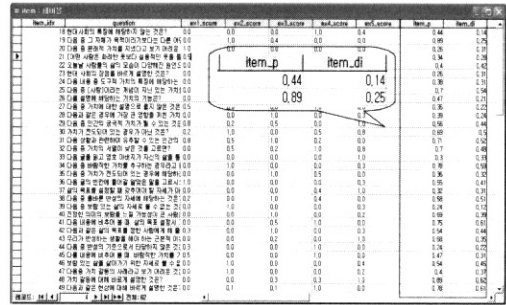
<표 4> 문제 테이블

필드명	데이터 형식	설명
item_idx	int	문제 프라이머리 값
unit	int	단원명
part	varchar(40)	문제 영역
question	text	문제 내용
ex1	varchar(40)	보기1
ex2	varchar(40)	보기2
ex3	varchar(40)	보기3
ex4	varchar(40)	보기4
ex5	varchar(40)	보기5
ex1_score	int	보기1의 부분점수
ex2_score	int	보기2의 부분점수
ex3_score	int	보기3의 부분점수
ex4_score	int	보기4의 부분점수
ex5_score	int	보기5의 부분점수
explain	text	해설
item_p	int	문항 난이도
item_di	int	문항 변별도
total_num	int	총 출제자수
item_level	varchar(40)	문제의 Level
writeday	datetime	문제 등록일
num	int	문제의 순차적 넘버
ex1_count	int	보기1을 고른 학생의 수
ex2_count	int	보기2를 고른 학생의 수
ex3_count	int	보기3를 고른 학생의 수
ex4_count	int	보기4를 고른 학생의 수
ex5_count	int	보기5를 고른 학생의 수

문제 테이블은 단원, 문제영역, 문제, 각 답지의 부분점수, 해설, 문제의 난이도와 변별도, 각 답지를 고른 학습자의 수 등의 정보를 저장하기 위해 <표 4>와 같이 생성한다.

## 4.2. 구현 결과

본 시스템의 문제 학습을 위해 중학교 3학년 도덕 필기 시험을 모델로 하였으며 문제는 단원별, 영역별 구분하여 저장하였다. 시스템의 첫 화면은 위의 <그림 6>과 같다. 관리자, 교사, 학생 인증을 마친 후 각각의 페이지로 이동하게 된다.

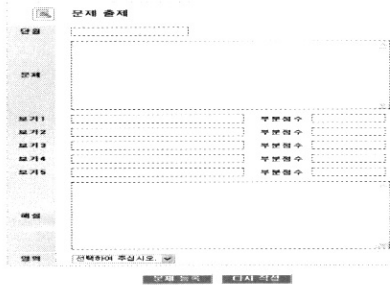


<그림 6> 시스템 첫 화면

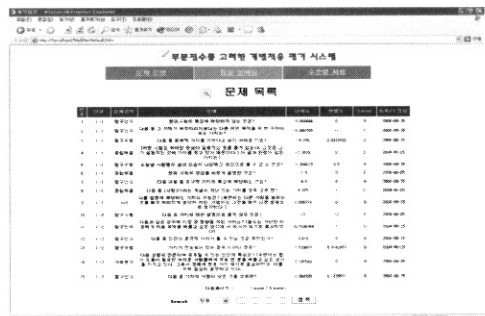
### 4.2.1 교수자 화면

교수자로 로그인을 하면 문제출제하기, 문제목록 보기, 문제 수정, 검색 및 삭제, 학생 성적 보기의 메뉴를 이용할 수 있다.

<그림 7>은 문제를 출제하는 화면이다. 단원과 문제 영역을 선택할 수 있으며, 문제와 답지, 피드백 학습을 위한 해설을 입력할 수 있다. 부분점수란에는 정답에 가장 높은 점수를 부여하고, 정답에 가까운 정도에 따라 각 답지에 부분점수를 부여할 수 있도록 하였다.

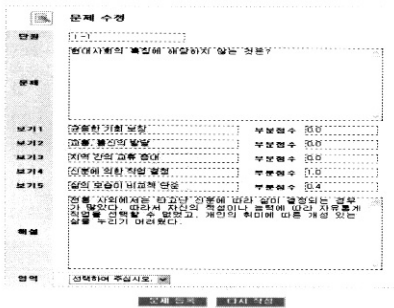


<그림 7> 문제 출제 화면



<그림 8> 문제 목록 화면

<그림 8>은 교사가 문제의 정보를 확인하고 검색 할 수 있는 화면으로 각 문제의 난이도와 변별도, 문제 수준, 최근 수정 날짜 등을 한눈에 파악할 수 있으며, 단원별, 문제수준별, 영역별로 검색할 수 있다. <그림 9>의 화면은 문제를 수정하는 화면으로 부분점수 수정, 난이도가 너무 낮거나, 변별력 없는 문제들을 수정 할 수 있다.



<그림 9> 문제 수정 화면

<그림 10>은 학습자들의 현재 Level과 수준별 평가에 대한 회차별 점수와 평균 점수를 볼 수 있는 화면이다. 이름을 클릭하면 학습자의 회차별 성적 변화 추이를 알 수 있으며 교수자는 이 정보를 이용해 학습 진단과 향후 학습 방향을 조언할 수 있다.

이름	성적	수준	2월	3월	4월	5월	평균
김민우	C	20	20	20	20	20	20
이준우	C	30	20	20	20	20	20
김민우	A	30	30	30	30	30	30
김민우	C	30	30	30	30	30	30
김민우	B	30	30	30	30	30	30
김민우	A	30	30	30	30	30	30
김민우	A	30	30	30	30	30	30
김민우	F	30	30	30	30	30	30
김민우	B	30	30	30	30	30	30
김민우	D	40	30	30	30	30	30
김민우	A	30	30	30	30	30	30
김민우	B	30	30	30	30	30	30

<그림 10> 전체 학습자 성적 보기 화면

#### 4.2.2 학습자 화면

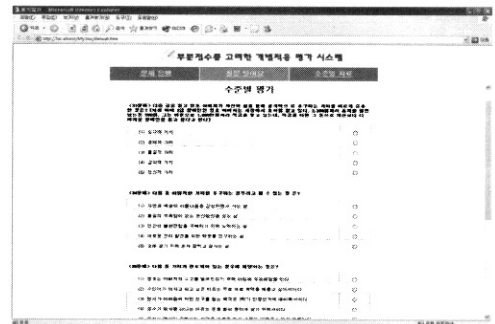
학습자로 접근하면 평가에 첫 응시일 경우 Level Test를 받도록 하고 첫 응시가 아닐 경우에는 학습자의 현재 수준을 알려주고 Level Test를 통해서 수준을 재조정하거나 또는 수준별 평가를 치를 수 있도록 한다.

<그림 11>은 학생의 초기 수준을 알아보기 위한 것으로 진단평가에 해당한다. 다양한 난이도의 문제들로 구성되며 총 점수 대비 학생이 선택한 답지에 따른 부분점수의 비율로 학습자의 초기 학습 수준을 결정한다.



<그림 11> Level Test 응시 화면

학습자의 학습 수준이 결정되면 <그림 12>와 같이 수준별 평가가 이루어지고 평가 후 <그림 13>과 같이 학생이 선택한 답지와 받은 부분점수, 풀이를 보여줌으로써 문제에 대한 이해도와 학습도를 높인다.



<그림 12> 수준별 평가 응시 화면

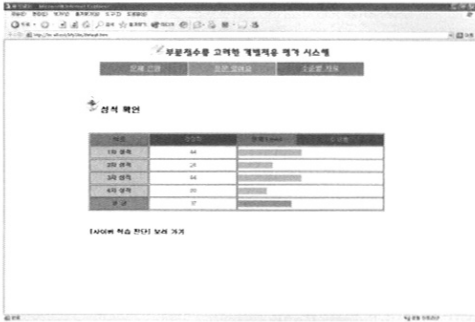
문항번호	선택한 답지	받은 점수	풀이보기
1	5	1.0	정답이 아닌 답을 고른 것이다. 제1회 공채서 말을 이해하지 못했기 때문으로 추측하는 것은 옳지 않다. 사형과 동사이다. 사형과 동사는 형식의 차이가 없다.
2	5	0.3	일반적으로 물질의 가지는 정적인 가지에 비해 그 가치가 동화적 문화고 융화하여 성장한다. 그러나 물질적 가지는 정적인 가지에 비해 그 가치가 동화적 문화고 융화하여 성장한다. 그러나 물질적 가지는 정적인 가지에 비해 그 가치가 동화적 문화고 융화하여 성장한다.
3	4	0.5	현재는 봉사 또는 진취성의 우열 수준으로 이해하고 있다. 경우는 형식에 맞지 않는 것이 답지 등을 보기 위한 것 이다. 이는 문장의 가치보다 도구의 가치를 잃어버리는 것이 옳지 않다.
4	1	1.0	인생을 살아가는 시기에 청소년에게는 인생의 목표를 정확히 설정하는 것이 무엇보다 중요하다.
5	4	0.4	물질적 가치를 잃고 목표를 추구하기 보다 물질적인 성공의 가치를 잃고 목표를 추구해야 한다. 또한 행복하지 않는 무엇 쪽으로 마음이 인생을 슬프게 할 수가 있는 것도 물론이다.

<그림 13> 평가 결과 확인 화면

<그림 14>는 학습자 성적 보기 화면으로 학습자가 그동안 치른 평가에 대한 성적 통계를 보여준다. 회차별 성적을 그래프로 제공하여 학업 성

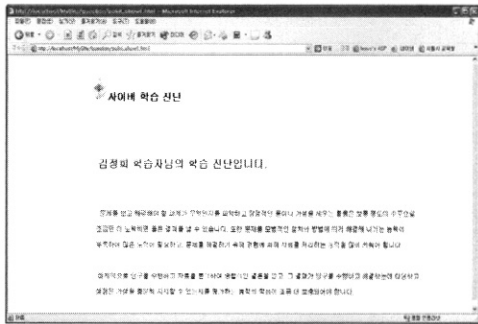


취도의 변화를 알 수 있도록 하였으며 평균 점수와 현재 학생의 수준을 보여준다.



<그림 14> 학습자 성적 보기 화면

<그림 15>는 사이버 학습 진단 화면으로 학습 성취도에 관한 교사의 분석과 조언을 받을 수 있어 보다 피드백 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하였다.



<그림 15> 사이버 학습 진단 화면

### 5. 제안 시스템 평가

제안한 시스템은 학습자의 학습 수준을 고려하여 개별적으로 문제를 제공한다. 학습자들은 실시간으로 평가에 응시할 수 있으며 평가에 제시되는 문제들은 고정된 문제가 아니라 학습자의 수준을 고려하여 자동 출제하므로 학습자는 다양한 문제들을 접할 수 있다. 평가 후 학습자는 평가 정보와 수준별 학습 자료를 이용하여 스스로 학습할 수 있으므로 개별 학습 능력과 자기 주도적 학습 능력의 향상을 기대할 수 있다.

시스템의 성능을 검증하기 위해 기존 연구의 각 기능의 특징을 비교하면 <표 5>와 같다.

<표 5> 연구별 기능 특징 비교

참고 문헌	교수자 문제 출제	평가 풀이	성적 통계	학습 진단	문항 분석	수준별 문항 제공
[4]	0	0	0	x	0	x
[5]	0	0	0	x	△	△
[6]	0	x	x	x	△	△
[7]	x	0	x	0	0	0
[8]	0	x	x	x	0	0
본 논문	0	0	0	0	0	0

0: 기능 있음 △: 기능 미비 x: 기능 없음

<표 5>의 기존 연구와의 비교에서 알 수 있듯이 본 논문은 수준별 평가 후 문항 분석과 학습자 학습 수준을 분석하여 문제는행에 체계적으로 관리하였으며, 평가 후 문제 해설을 제공하여 재학습이 가능하도록 하였다. 또한 누적 성적 통계와 학습 진단 기능을 제공하여 부족한 영역에 대해 중점적으로 학습이 이루어 질 수 있도록 안내하였다.

본 시스템의 또 다른 차별화된 점은 문항의 각 답지마다 부분점수를 줄 수 있다는 것이다. 도덕, 윤리와 같은 과목과 심리, 적성 평가와 같은 정의적 평가의 경우 평가의 결과를 0점, 1점 2단계로 양분하는 것보다 다양한 사고의 차이를 평가하기 위해 여러 단계를 두어 점수를 주는 것이 더 타당하다. 따라서 교사가 문제 출제 시 정답에 가까운 정도에 따라 부분점수를 입력할 수 있도록 하였고 이 점수에 근거하여 학습자의 학습 수준을 결정하였다. 교사가 기존연구와 같이 이분법적 측정을 원할 시 정답에만 1을 입력할 수 있다.

### 6. 결 론

그동안 제안된 웹 기반 문제 출제 시스템들은 학습 능력 측정 시 이분법적 방식을 사용하였다. 본 논문에서는 학습자의 인지적 능력을 보다 정확하고 세밀하게 추정하기 위해 학습자가 어떤 답지를 선택하였는지에 따라 지적 능력을 분석하였다. 제안한 방법은 기존의 맞다 혹은 틀리다로 학습자의 수준을 나누는 것보다 보다 정확하고 세밀한 학습 수준을 나타낸다. 또한 수준별 개별 학습을 지원하고자 학습자의 수준에 맞는 문제를

개별 제공하였다. 이때 제공된 문항들은 부분점수를 고려한 문항 난이도, 변별도 식을 이용하여 분석된 후 문제 은행에 저장, 관리된 문항으로 문항의 신뢰성을 보장하였다. 평가 종료 후 학습자에게 회차별 성적 통계를 제공하여 학습자가 자신의 학습 수준을 파악할 수 있도록 하였으며 학업 성취도의 변화, 영역별 취약점, 학습 진단 등의 정보를 제공하였다. 이는 부족한 영역에 기초하여 학습 방향을 세우는데 도움이 되도록 하기 위한 것이며 수준별 자료실의 개별 학습 자료를 이용하도록 함으로써 피드백 학습이 효과적이고 적절하게 이루어지도록 하였다.

향후 연구과제는 제안 시스템을 여러 교육평가에 사용함으로써 제안 시스템의 유용성을 증명하는 것이다.

### 참 고 문 헌

[1] 이진경, 전우천, “웹 기반 학습을 위한 평가 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보교육학회 논문지 제4권 제1호, 2000.

[2] 원대회, 강태호, 김원진, 방훈, 이재영, “임의 추출 분할 방식을 이용한 동적 문제 출제 시스템”, 한국정보과학회 2001 가을 학술발표논문집 Vol. 28, No. 2

[3] 김태석, 이중의, 이근왕, 오해석, “취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 교육 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템”, 한국정보과학회 2001 봄 학술발표논문집 Vol. 28, No. 1

[4] 하일규, 강병욱, “문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지D 제9-D권 제3호 2002. 6

[5] 김경아, 최은만, “웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회논문지A 제9-A권 제3호, 2002. 9

[6] 정화영, “문항 특성을 고려한 문제 추출 컴포넌트 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제3호, 2003

[7] 이철환, 한선관, “문항 반응 이론을 이용한 웹기반 교수 시스템의 진단 모듈의 설계 및 구현”, 정보교육학회 논문지, Vol5, No2,

2001

[8] 송은하, 박복자, 하태령, 정영식, “문항 반응 이론에 의한 학습자 평가 시스템 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제2호, 2003

[9] 성태제, 문항제작 및 분석의 이론과 실제, 학지사, 1996

[10] 김영환, 정희태, 하혜진, “웹 기반 학습에서 자기주도적 학습계약이 학습 시간 및 CAT 관정에 미치는 영향”, 교육정보미디어연구 2005 Vol II(I) pp. 57-82

[11] Baek. S.G., Computerized adaptive testing using the partial credit model for attitude measurement. Objective Measurement: Theory into Practice, 4, 1997.

[12] 최숙영, 백현기, “수준별 평가를 지원하는 XML기반 문제은행 시스템을 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제1호, 2003.

### 김 소 연



2002 안양대학교 영상처리학과 (학사)  
2005 성신여자대학교 전자계산교육학과 (교육학석사)

관심분야: 컴퓨터교육, e-learning system, CAT  
E-Mail: myso@sungshin.ac.kr

### 홍 의 석



1992 서울대학교 계산통계학과 (학사)  
1994 서울대학교 계산통계학과 (석사)  
1999 서울대학교 전산학과 (박사)

1999~2002 안양대학교 디지털미디어학부 교수  
2002~현재 성신여자대학교 컴퓨터정보학부 교수  
관심분야: 소프트웨어공학, 웹기반 컴포넌트 응용  
E-Mail: hes@sungshin.ac.kr