

홍 의 석 교수지도
석사학위 청구논문

부분점수를 고려한 웹 기반
학습자 개별적응 평가시스템
설계 및 구현

2005

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 전자계산교육전공

김 소 연

부분점수를 고려한 웹 기반
학습자 개별적응 평가시스템
설계 및 구현

홍 의 석 교수지도

이 논문을 석사학위 논문으로 제출함.

2005년 7월

성신여자대학교 교육대학원
교육학과 전자계산교육전공
김 소 연

인 준 서

김 소 연 의 석사학위 논문을 인준함.

심사위원 (인)

심사위원 (인)

심사위원 (인)

성신여자대학교 교육대학원

논문 개요

교육평가란 학습자들을 서열별로 등급화 하는 과정이 아니라 적절한 평가를 통해 학습자의 문제를 해결하고 교육 과정을 개선하여 교육적 효과를 높이는 과정이다. 인터넷이 교육 분야에 활발히 사용되면서 학습자 평가와 관련하여 웹을 기반으로 한 평가 시스템에 관한 연구가 많이 진행되고 있다. 기존의 웹 기반 평가 시스템들의 학습자 인지 능력 측정 방법을 살펴보면 문항들의 정·오답 이분변수로만 학습 능력을 추정하였다. 대부분 인지적 행동 특성을 맞았다 또는 틀렸다 로 평가하지만 지식의 정도는 양분된 것이 아니라 연속적인 개념으로 분석하여야 한다. 그러므로 선다형 문항에서 학습자들의 학습 능력을 정·오답 이분변수로 추정하는 것보다 답지의 정답에 가까운 정도를 고려하여 학습자의 능력을 추정하는 것이 과학적이다. 예를 들어 답지 5개 중 정답이 아닌 4개의 답지를 선택한 학습자들의 점수가 모두 0점이 아니라 보다 정답에 가까운 답지를 선택한 학습자가 정답과의 관련성이 떨어지는 답지를 선택한 학습자보다 학습 능력이 높다는 것이다. 따라서 각 문항의 답지마다 부분점수를 부여하여 학습자의 수준을 좀 더 세밀하게 추정할 필요가 있다. 본 논문에서 개발하는 웹 기반 개별적응 평가 시스템은 교수자가 문제 출제 시 각 문항의 답지에 부분점수를 부여할 수 있도록 하고 학습자가 어떤 답지를 선택하였는지를 고려하여 지식의 정도를 측정하고자 한다. 또한 수준별 개별학습을 지원하고자 진단 평가를 통해서 학습자의 초기 학습 능력을 분석한 후 학습자의 능력에 적합한 문항들을 개별적으로 제공한다. 이때 학습자들에게 제공되는 문항들은 문항 분석을 통해 신뢰도와 타당도가 검증된 문항들로 구성되도록 한다. 평가 종료 후 학습자에게 회차 별 성적과

성적 통계를 제공한다. 또한 평가 결과를 바탕으로 학습자의 취약점을 분석하여 학습 조언을 제공함으로써 피드백 학습이 보다 효과적이고 효율적으로 이루어질 수 있도록 한다.

목 차

논문개요

I. 서론	1
II. 이론적 배경	3
1. 교육평가의 개념	3
2. 교육평가의 종류	4
2.1 진단평가	4
2.2 형성평가	4
2.3 총합평가	5
2.4 규준참조평가	5
2.5 준거참조평가	5
3. 컴퓨터 기반 평가	6
3.1 컴퓨터를 이용한 검사	6
4. 검사 이론	9
4.1 고전검사이론	10
4.2 문항반응이론	10
4.3 등급반응이론	11
5. 교육평가의 최근 동향	11
III. 기존 연구	13

1. 기존 연구 분석	13
1.1 초기의 평가 시스템	13
1.2 고전검사이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템	14
1.3 문항반응이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템	15
1.4 등급반응이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템	16
IV. 개별적응 평가 시스템의 설계	17
1. 시스템 설계 방향	17
2. 시스템 설계	18
3. 모듈 설계	19
3.1 교수자 모듈	19
3.2 학습자 모듈	23
3.3 평가 모듈	26
4. 데이터베이스 설계	28
4.1 회원 테이블	28
4.1 문제 테이블	29
4.1 자료 테이블	30
V. 구현	31
1. 시스템 구성	31
2. 개발 환경	32
3. 시스템 구현	33
3.1 교수자 화면	33
3.1 학습자 화면	37

VI. 결론 41

참고문헌

ABSTRACT

표 목차

[표 1] 학습자 수준 추정 테이블	25
[표 2] 회원 테이블	28
[표 3] 문제 테이블	29
[표 4] 자료 테이블	30
[표 5] 하드웨어 환경	32
[표 6] 소프트웨어 환경	32

그림 목차

[그림 1] 시스템 처리 구조도	18
[그림 2] 시스템 전체 구조	19
[그림 3] 난이도, 변별도 분석 결과	23
[그림 4] 학습자 모듈 흐름도	24
[그림 5] sliding window식 문항 출제	26
[그림 6] 시스템 구성도	31
[그림 7] 시스템 첫 화면	33
[그림 8] 교수자 로그인 화면	34
[그림 9] 문제 출제 화면	34
[그림 10] 문제 목록 화면	35
[그림 11] 문제 보기 화면	35
[그림 12] 문제 수정 화면	36
[그림 13] 전체 학습자 성적 보기 화면	36
[그림 14] 학습자 로그인 화면	37
[그림 15] Level Test 응시화면	38

[그림 16] 수준별 평가 응시 화면	38
[그림 17] Level Test 결과 화면	39
[그림 18] 수준별 평가 결과 화면	39
[그림 19] 학습자 성적 보기 화면	40
[그림 20] 사이버 진단 화면	40

I. 서론

컴퓨터와 정보통신의 발달에 따라 컴퓨터를 활용한 학습도구의 개발과 이를 이용한 교수방법이 다양해지고 있다. 또한 World Wide Web의 발전과 함께 인터넷은 중요한 교수도구로서 인식되고, 학습자의 지식이나 능력을 함양시키고 평가하기 위한 활동이 점차 증대되고 있다[1]. 웹을 기반으로 하는 교수 모형(WBI : Web Based Instruction)은 학습자들에게 다양한 형태의 교육 자료를 시간적, 공간적 제약 없이 제공해 줄 수 있으며, 개인별 능력 수준과 특성, 학습 속도에 따라 다양한 학습 과정을 개별적으로 제공해 줄 수 있다는 점에서 지금까지의 학교 중심의 교육과는 다른 웹을 기반으로 한 새로운 교육 형태로서 주목 받고 있다. 최근 가상 대학, 사이버 강의, 전자교과서 보급 등 웹을 기반으로 하는 수업이 확대 실시되면서 WBI는 보편화 되어가고 있다.

학습의 목적은 학습자가 교수자가 의도한 목표에 도달하는 것이다. 전통적인 교실 학습에서와 마찬가지로 웹을 활용한 학습에서도 학습자가 학습 목표에 도달했는지 확인하기 위한 평가가 반드시 필요하다. 교수자는 평가를 통하여 학습자의 성취도를 확인할 수 있고 적절한 피드백을 제공함으로써 학습자에게 학습의 동기를 부여하고, 스스로 학습해 나가는 과정에 도움을 줄 수 있다[2].

학습자 평가와 관련하여 최근에는 웹을 기반으로 한 문제은행 시스템에 관한 연구들이 활발히 이루어지고 있다[4-15]. 현재 개발되어 있는 대부분의 웹 기반 평가 시스템들을 살펴보면 첫째, 평가 후 학습자의 수준을 판단하는 방법에 있어서 문항에 대한 정답과 오답의 이분 변수로만 추정하였다[4-15]. 지

식의 정도는 양분된 것이 아니라 연속적인 개념으로 분석하여야 한다. 따라서 정답을 제외한 답지들의 정답에 가까운 정도인 답지의 매력성을 고려하여 학습자의 능력을 추정하는 것이 과학적이다[2].

둘째, 문제 출제 방식을 살펴보면 문제를 임의로 추출하거나[7,8,9] 학습자의 능력을 측정한 후 그 능력 수준에 맞는 문제만 출제하는 방식을 사용하고 있다[5,10-15]. 그러나 학습자의 흥미와 학습 동기 유발을 위해서는 다양한 수준의 문제들도 출제할 필요가 있다.

셋째, 평가의 결과로 피드백 제공 시 이전 연구들은 학습자의 평가결과를 확인하고, 틀린 문제에 대해 다시 학습을 하도록 하는 방식을 택하고 있다[4-15]. 효과적인 학습을 위해서는 틀린 문제들에 대한 복습 뿐 만 아니라 학습자의 부족한 영역에 대한 정보를 알려주어 추후 학습 방향을 설정하는데 도움을 주어야 한다.

본 논문에서는 기존의 학습자 평가 시스템에 관련된 문제들을 해결하기 위해 부분점수를 고려한 웹 기반 학습자 개별적응 평가 시스템을 제안한다. 제안하는 평가 시스템은 학습자의 지적 능력을 측정할 때 오답일 경우도 학습자가 어떤 답지를 선택하였는지를 고려하여 지적 능력을 측정하고자 한다. 이를 위해 교수자가 문제 출제 시 각 문항의 답지에 부분점수를 부여할 수 있도록 하였다. 또한 본 연구의 시스템은 수준별 개별 학습을 지원하고자 학습자의 수준을 분석한 후 학습자 수준에 맞는 문제를 제공하였다. 이때 학습자의 흥미유발과 동기 부여를 위해 같은 수준의 문제들만 출제하는 것이 아니라 학습자의 현 수준보다 높고, 낮은 수준의 문제를 적절히 조합하여 제공하였다. 그리고 평가를 마친 후 학습자의 성적 통계를 보여주는데 그치지 않고 학습자의 평가 결과를 바탕으로 취약한 영역에 대한 학습조언을 제공함으로써 평가 이후의 학습이 보다 효과적이고 적절하게 이루어질 수 있도록 하였다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 교육평가의 개념

교육평가는 교육이라는 하나의 과정 속에 존재하며 그 속에서 교육목표의 실천 여부를 점검하고 내용과 방법을 교정하는 시사점을 마련해 주고, 성과를 판단하고 그에 따른 보완 조치에 대한 정보를 제공하는 것이다. 교육평가란 교수 프로그램에 관한 의사 결정을 하기 위하여 학습자들의 행동 변화 및 학습 과정에 관한 정보를 수집하고 이용하는 과정이라고 할 수 있다[1]. 이와 같은 교육평가의 개념을 전제하고 그 특징을 정리해 보면 다음과 같다.

첫째, 학습자의 학습과 교수 방법을 개선하기 위하여 필요한 증거를 획득하고 조작하는 방법이다.

둘째, 행동 변화의 정도를 확인하기 위하여 다양한 증거를 포함한다.

셋째, 의의 있는 교육 목표를 명확히 하는데 도움을 주며 학습자가 목표를 어느 정도 성취했는지를 결정하는 과정이다.

넷째, 교수-학습의 각 단계에서 그 과정이 능률적으로 움직이고 있는지, 만약 능률적으로 움직이고 있지 않다면 늦기 전에 어떤 변화를 가해야 할 것인지를 결정하는 교육의 질적 관리의 체제이다.

다섯째, 교육목표를 달성하기 위한 수업 절차, 학습 방법 등에 관한 효과를 점검하는 도구이다.

모든 교육적 과제가 평가가 필요한 것은 아니지만 평가는 교육을 잘하기 위하여 필요한 과제이다. 평가는 형식적이든 비형식적이든 가르치고 평가

하기를 끊임없이 반복하는 진행 과정이다.

2. 교육평가의 종류

교육평가의 종류는 두 가지 차원에서 구분한다. 하나는 교육 진행 과정에 의하여 교육 계획 수립 전에 진단평가, 교육과정 중의 형성평가, 교육이 끝난 후 종합적인 총합평가이며, 다른 하나는 무엇을 참고하느냐에 따라 기준참조평가와 준거참조평가로 나뉜다[2].

2.1 진단평가

진단평가(diagnostic evaluation)는 교수-학습이 시작되기 전 학습자가 소유하고 있는 특성을 체계적으로 측정하는 행위이다. 진단평가의 목적은 학습자들의 능력과 특성을 사전에 파악하여 교육목표 및 계획을 수립하는데 참고하기 위함이다[2]. 학습자들이 수업하고자 하는 내용을 어느 정도 알고 있는지, 어떤 목적을 지니고 있으며 적성과 흥미의 수준이 어떤지를 파악하여 학습자들에게 적절한 교육목표 뿐 아니라 교수법을 투입할 수 있다.

2.2. 형성평가

형성평가(formative evaluation)는 수업이 진행되고 있는 유동적인 상태에서 교육의 행위가 계획한 대로 진행되고 있는지를 확인하는 행위이다[2]. 교수 학습 중에 가르치고 배우는 내용을 얼마나 잘 이해하고 있는지를 수시로 점검함으로써 학습자들의 수업능력, 태도, 학습방법을 확인할 수 있으며, 교수법 중 어느 단원에서 어려움이 있었는지를 간파할 수 있다. 이런 과정을 통하여 교육과정을 개선하고 교재, 교구 등의 적절성을 수시로 확인할 수 있다.

2.3 총합평가

총합평가(summative evaluation)란 교수-학습이 끝난 다음 교수목표 달성, 성취 여부를 종합적으로 판정하는 평가 형태를 말한다[2]. 총합평가는 자격증 부여의 결정이라든지 점수 판정에 의한 당락 결정, 점수 판정에 의한 서열화, 그리고 집단간 비교 등의 목적을 지니고 있으므로 교수자 이외에 교과전문가, 교육과정 전문가, 교육평가 전문가들이 공동 참여하여 실시하고 있다.

2.4 규준참조평가

규준참조평가(norm-referenced evaluation)란 학습자가 무엇을 얼마만큼 알고 있는냐에 대한 관심보다는 개인의 성취 수준을 비교 집단의 규준에 비추어 상대적 서열을 판단하는 평가 형태이다[2]. 규준참조평가는 개인의 성취수준에 대한 상대적 서열을 파악하므로 우열 구분이 용이하여 상호 경쟁을 위한 동기를 유발한다는 장점이 있으나 서열에 의한 정보를 중시하므로 원점수가 지니고 있는 정보를 상실, 무엇을 얼마만큼 알고 있는지에 관심을 두지 않음으로서 교육목표, 교육과정, 교수방법, 학습효과 등의 교육행위 간과, 상호 경쟁 강조 등의 많은 단점과 학문적 결함을 지니고 있다.

2.5 준거참조평가

준거참조평가(criterion-referenced evaluation)란 학습자 또는 개인이 정해진 준거 혹은 목표에 도달하였는지 여부를 판단하는 평가 형태를 말한다. 준거참조평가는 준거지향평가, 목표참조평가, 혹은 목표지향평가라 한다[2]. 준거참조평가는 무엇을 알고, 모르는지의 정보를 제공하므로 어떻게 가르칠 것인가를 시사한다. 또한 교육목표, 교육과정, 교수방법 등의 개선

이 용이하다. 뿐만 아니라 상대 비교에 치중하지 않으므로 서열화 의식을 탈피할 수 있으며 상호 협동이 가능하다.

3. 컴퓨터 기반 평가

평가의 개념은 원격 교육에도 적용될 수 있다. 원격 교육의 평가도 학습자들의 학업성취도를 평가하는 것 뿐 아니라 적용된 교육이론과 교수방법 등을 평가하여 교육과정 및 내용의 수정 보완이 이루어져야한다. 컴퓨터를 이용한 평가의 경우 학습자들에게 실시간적인 피드백을 줄 수 있으며 다양한 방법의 분석이 가능하므로 기존의 평가보다 효과적일 수 있다.

3.1 컴퓨터를 이용한 검사

컴퓨터를 이용한 검사의 발달 과정은 크게 컴퓨터 보조 검사 (computer-assisted testing), 컴퓨터화된 검사(CT, computerized testing), 컴퓨터를 이용한 개별적응검사(CAT, computerized adaptive testing) 단계로 나눌 수 있다.

3.1.1 컴퓨터 보조 검사

컴퓨터 보조 검사란 컴퓨터의 신속하고 정확한 자료 처리 능력을 이용하여 검사 답안지를 채점하거나 그 결과를 분석하고 해석하는데 컴퓨터를 활용하는 것으로 현재 가장 많이 이용되고 있는 검사 방법이다[4]. 수능이나 각종 시험에 OMR 카드를 이용하여 지필식 검사를 실시하고, 그 채점이나 결과의 분석 및 보고를 컴퓨터를 활용하여 신속하게 처리하는 것이다.

3.1.2 컴퓨터화된 검사

컴퓨터화된 검사란 검사의 채점이나 결과 분석 뿐 아니라, 교육 및 심리 검사를 실시할 때 종이와 연필을 대신해서 컴퓨터의 스크린과 키보드 또는 마우스를 사용하는 것을 말한다. 컴퓨터화된 검사는 개인용 컴퓨터를 이용하여 실시 할 수도 있고, 지역이나 국가 단위의 정보통신망을 이용하여 가정이나 시험장에서 실시할 수 있다. 컴퓨터화된 검사를 사용하기 위해서는 기본적으로 검사에 필요한 컴퓨터 하드웨어 및 소프트웨어가 갖추어져야 하고 실시하고자 하는 검사가 컴퓨터 프로그램화되어 저장되어 있는 검사 은행이 사전에 구축되어야 한다.

3.1.3 컴퓨터를 이용한 개별적응 검사

일정한 수의 문항으로 구성된 하나의 지필식 검사로는 다양한 능력분포를 지닌 학습자 집단, 특히 학교에서와 같이 다양한 배경과 능력 수준을 지닌 학습자 집단의 능력을 정확하게 추정하기가 어렵게 된다. 이러한 지필식 검사가 갖는 측정학적인 문제를 해결하기 위한 대안이 컴퓨터를 이용한 개별적응 검사이다. 다양한 곤란정도를 가진 검사 문항들을 사전에 충분히 만들어서 컴퓨터화된 문제은행에 저장하여 두고, 컴퓨터 프로그램을 통해 학습자의 능력 수준에 적합한 문항들만 골라서 학습자에게 제시함으로써 모든 학습자들에게 자신의 수준에 적합한 문항으로만 구성된 개별적인 검사를 치르게 하는 것이다. 즉, 컴퓨터 개별 적응 검사인 CAT란 각 학습자 수준에 적절한 형태의 검사를 개별적으로 실시함으로써 짧은 시간 안에 적은 수의 문항으로도 측정하고자 하는 특성을 보다 정확하고 효율적으로 측정할 수 있게 하는 기법이다[19].

(1) CAT의 유형

CAT는 어떻게 하면 한 개인의 특성을 보다 잘 파악할 수 있을까 하는 측정학적인 과제를 해결하기 위한 노력의 결과이며 컴퓨터 공학의 발전과 검사이론의 발전이 함께 이룩해낸 결실이다. CAT는 1980년대 이후 미국에서 교육 및 심리검사에 적용되고 있는 기법으로 2단계식 CAT, 피라밋식 CAT, 문항반응이론식 CAT로 구분할 수 있다[20].

① 2단계식 CAT

2단계식 CAT는 1단계로 다양한 곤란도를 가진 문항들로 구성된 사전검사 혹은 배치검사를 통해 학습자들을 몇 개의 수준으로 나누고, 그 결과에 따라 2단계에서 각 수준에 적절한 형태의 시험을 치르게 하는 방법이다.

② 피라밋식 CAT

피라밋식 CAT는 CAT의 일반 모형이다. 이 모형에서 모든 학습자들은 시작할 때는 중간 수준의 한 문항에 응답하게 되는데, 정답을 하게 되면 그 다음에는 좀 더 어려운 문항에 응답해야 하고, 반대로 오답을 하게 되면 그 다음에는 약간 더 쉬운 문항에 응답하게 되는 과정을 반복하여 마지막 문항에 이르기까지 응답하게 된다. 학습자의 최종적인 능력수준은 마지막 문항의 정·오답에 따라 결정되어진다[5].

③ 문항반응이론식 CAT

2단계식 CAT나 피라밋식 CAT의 경우, 검시 실시 이전에 문항의 곤란도에 따라 검사의 전체 틀을 미리 구성하고 이를 컴퓨터 프로그래밍하여 시행하게 된다. 따라서 피라밋식 CAT의 경우 모든 학습자들이 같은 문항에서 출발하여 여러 방향으로 분산되기는 하지만 제시된 문항에 대한 정·오답의 여부에 따라 다음에 제시될 문항이 미리 정해져 있게 되고, 모든 학습자가 같

은 수의 문항에 응답하게 된다.

문항반응이론식 CAT는 문항반응이론을 통해 산출할 수 있는 문항정보나 검사정보를 CAT를 제작·운영할 때 활용하게 된다. 한 학습자가 문항 하나 하나에 응답할 때마다 문항반응이론에 입각하여 학습자의 특성 수준을 추정하고, 그 추정된 학습자의 수준에서 문항정보가 가장 많은 문항을 문제은행에서 선택하여 그 학습자에게 제시하는 과정을 반복하게 된다. 이러한 학습자 특성을 추정함에 있어서 측정의 오차가 사전에 의도한 범위 이내에 들어오는 시점에서 끝나게 된다[19].

4. 검사 이론

검사의 질을 분석하는 이론을 검사이론(test theory)이라 한다. 제작된 문항들이 양질의 문항인지를 평가하기 위하여 응답한 자료를 가지고 문항을 분석하는 이론으로 고전검사이론과 문항반응이론, 등급반응이론이 있다[2]. 고전검사이론은 1920년대 이후 개발되어 많은 이론적 발전과 더불어 응용되어 왔고, 현재까지 우리나라에서 절대적으로 사용되고 있다. 이에 비추어 문항반응이론은 1940년대 이론적 전개를 이루어 1970년대와 1980년대 이르러 이론적으로 무한한 발전을 가져 왔으며, 국제적으로 실용적 측면에서 까지 활발한 응용 수준에 있다. 인간의 잠재적 특성을 측정하는 검사의 문항 분석과 학습자 능력 추정은 이분문항반응이론으로는 불가능하다. 이를 위하여 등급반응이론이 제안되었다. 등급반응이론은 응답이 3개 범주 이상일 때 문항 분석과 학습자 능력을 추정하는 검사이론으로 최근에 그 중요성이 강조되고 있다. 문항 분석은 각 이론에 입각하여 문항난이도, 문항변별도, 그리고 문항추측도로 분석된다.

4.1 고전검사이론

고전검사이론(classical test theory)은 검사도구의 총점에 의하여 분석되는 이론으로 검사에 의한 관찰점수는 진점수와 오차점수에 의하여 합성됨을 가정한다. 고전검사이론에서 문항난이도는 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로서, 문항의 총 응답자중 답을 맞힌 학습자의 확률이 된다[3]. 고전검사이론이 지니고 있는 단점은 문항의 내용이나 형식, 그리고 특성은 변하지 않았음에도 학습자 집단의 특성에 따라서 문항난이도가 달라진다는 것이다. 또한 학습자의 능력을 정답 문항 수에 의존하므로 어떤 문항의 답을 맞췄든 정답 수만 같으면 능력이 같다고 평가한다. 그러나 문항도 문항마다 어려운 정도가 다르므로 정답 수는 같아도 다른 문항을 맞췄다면 학습자 능력을 달리 추정되어야 한다.

4.2 문항반응이론

고전검사이론의 문제를 해결하기 위하여 제안된 이론이 문항반응이론(item response theory)이다. 문항반응이론은 검사 총점에 의하여 문항이 분석되는 것이 아니라, 문항은 문항 각각의 고유한 불변하는 속성을 지니고 있으므로, 그 속성을 나타내는 문항특성곡선에 의하여 문항을 분석하는 검사이론이다[3]. 문항반응이론의 강점은 불변성 개념(invariance concept)으로 문항 특성 불변성과 학습자 능력 불변성 개념이 있다. 문항 특성 불변성 개념이란 문항의 특성으로서 문항난이도, 문항변별도, 문항추측도가 학습자 집단의 특성에 의하여 변화되지 않는다는 것이다. 학습자 능력 불변성 개념이란 학습자의 능력은 어떤 검사나 문항을 택함으로서 변하는 것이 아니라 고유한 능력 수준이 있다는 것이다. 문항반응이론에 의하면 어떤 학습자가 어려운 검사를 택하든 쉬운 검사를 택하든 능력 추정이 같다는 사실이다. 이 같은 장점으로 인하여 문항반응이론은 빠른 속도로 교육학 분야뿐 아니

라, 심리학, 나아가서는 언어학에 까지 적용되고 있다.

4.3 등급반응이론

학습자의 응답이 정답과 오답으로 분류되지 않는 3개 이상의 범주로 분류되는 문항반응모형을 다분반응모형(polytomous item response theory)이라 한다. 정의적 행동특성을 측정하는 검사에는 정답이 없는 5단계의 척도에 의하여 능력이 추정되는 경우가 흔하다. 인지적 영역에서도 답을 맞히고 틀리고로 구분되거나 엄밀히 말하면 지식의 정도로 연속변수로 간주하여야 한다. 그러므로 학습자의 점수를 정답과 오답사이의 중간능력도 추정하는 것이 바람직하다는 이론이 Samejima(1969)에 의하여 제안되었다. Samejima에 의하여 제안된 이론을 등급반응이론(graded item response theory)이라 한다. 등급반응이론을 부분점수모형(partial credit model)이라고도 하며 등급반응이론이 문항반응이론에 보다 학습자의 능력을 보다 정확히 추정한다는 연구 결과들이 발표되었다(송 미영, 1993; Muraki, 1990). 학습자 능력 추정의 정확성 때문에 등급반응이론의 적용이 확산될 전망이다[2].

5. 교육평가의 최근 동향

측정의 정확성에 대한 문제는 인류가 존재하는 한 지속될 것이다. 측정의 오차가 없을 때 그에 근거한 평가 결과가 타당한 것이기 때문이다. 인간의 능력을 추정하기 위하여 흔히 사용된 방법은 고전검사이론이었다. 고전검사이론은 학습자 능력 추정 불변성 개념과 문항 특성 불변성 개념을 유지하지 못하는 단점을 가진다. 고전검사이론에 의하면 학습자의 능력이 검사의 난이도에 따라 과소 추정되거나 과대 추정되는 모순을 지니고 있으며 측정오차와 관련된 신뢰도가 모든 사람에게 같다는 모순을 지니고 있

다. 실제로 검사의 난이도와 학습자의 능력 수준이 일치할 때 학습자는 안정적으로 응답하게 되어 신뢰도가 높다. 반대로 난이도와 학습자 능력의 차이가 클수록 검사 불안이나 부주의가 일어 검사의 신뢰도가 떨어진다.

고전검사이론의 문제점을 해결하는 문항반응이론은 1943년 Lawley의 수리적 모형에 의하여 제안되었으나 계산의 어려움과 컴퓨터 사용이 용이하지 않아 실제 적용이 한계에 부딪히다 1980년 개인 컴퓨터의 용량 확대와 발달로 인하여 문항반응이론의 발전 뿐 아니라 적용이 극대화 되는 시기에 이르렀다. 1984년 이후 미국교육학회(AERA: American Educational Research Association)와 국제교육측정학회(NCME: National Council Measurement in Education)에 문항반응이론과 관련하여 학습자 능력 추정, 문항 모수 추정, 문제은행, 차별기능문항 추출, 검사 동등화, 컴퓨터 능력적용 검사 등의 연구가 발표되고 있다[2].

지금까지는 인지적 특성 평가 시 맞았는지 혹은 틀렸는지, 좋은지, 혹은 나쁜지, 하는지 또는 못하는지의 이분적 측정 결과에만 관심을 가져왔으나 최근에는 인간의 능력이나 특성을 정도에 따른 연속적 개념으로 측정하고 있다. 지적 능력을 측정함에 있어 맞고, 틀리고의 판정을 넘어서 틀렸을 경우에도 어떤 답지를 선택하였는지를 고려하여 지적 능력을 측정하는 등급반응이론이 부상하고 있다. 등급반응이론에 의하여 학습자의 능력을 추정하는 것이 보다 정밀하다는 연구가 활발하다. 앞으로는 선택형 문항에 의한 학습자 능력 추정과 문항 분석은 등급반응이론에 의하여 이루어 질 것으로 전망된다[2].

Ⅲ. 기존 연구

1. 기존 연구 분석

1.1 초기의 평가 시스템

초기 연구들의 경우 문항의 특성과 학습자의 수준을 고려하지 않고 임의로 문제를 추출하여 학습자에게 제공하고, 채점하고 결과를 보여주는 시스템이 대부분이었다[7,8,9]. [7]의 연구에서는 인터넷 환경에서 웹과 자바를 이용하여 사용자의 편의를 고려한 자동 문제 출제 시스템을 제안하였다. 문제 출제 방식은 학습자가 문제를 요구할 때마다 임의로 매번 다른 유형의 문제를 보여주는 방식을 택하였다. 그러나 고정되어 있는 문제들을 임의적으로 순서만 뒤바뀔 채 출제하기 때문에 학업 성취도 향상을 기대하기 어렵다. [8]의 연구의 동적 문제 출제 시스템은 ASP의 내부 함수인 Randomize를 사용하여 작성된 랜덤 표를 배열 변수에 저장하고 문제를 임의 추출한다. 이러한 방법은 학습자의 개별 능력에 따른 학습을 지원하지 못한다. [9]의 연구에서는 학습자의 수학 능력을 평가한 후, 그 학습자의 성적을 개인 능력정보로 구성하여 이후 학습자가 문제 출제를 요구하면 학습자의 개인 능력정보에 따라 학습자의 취약한 부분의 문제에 가중치를 두어 데이터베이스에서 그에 해당되는 문제들을 임의 추출로 구성하여 학습자에게 출제하였다. 그러나 학습자의 수준을 평가하는 기준이 마련되어 있지 않고, 단지 정·오답 여부에 따라 문제를 출제 하였으며, 비슷한 난이도의 문제들만 출제하고 있다.

이러한 연구들의 단점을 개선하여 최근에는 문항과 학습자 수준을 분석하여 학습자 개개인의 능력에 맞는 최적의 문제들을 제공함으로써 수준별 학습

이 가능하도록 한 연구들이 진행되고 있다[5,10-15]. 문항분석이란 한 검사 속에 포함되어 있는 문항들이 얼마나 적합하며, 제구실을 하고 있는가를 검증, 분석하고 문항의 개선을 목적으로 하는 것을 말한다[18]. 문항분석에는 고전검사이론과 문항반응이론, 등급반응이론이 있으며 이 이론들에 근거한 연구들을 살펴보면 다음과 같다.

1.2 고전검사이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템

[10]의 연구에서는 교수자가 문제를 개별 선택, 또는 예상평균점수와 출제 문제 수를 입력하는 방법으로 문제를 선택한다. 시스템은 예상평균점수에 따라 난이도 비율을 계산하여 자동으로 문제를 출제하고 피드백 학습 후에는 시험의 난이도를 높여 재시험에 응시할 수 있도록 하였다. 그러나 이 시스템은 문항의 난이도만 고려하여 출제하였으며, 학습자의 수준을 결정하는 근거와, 재시험 여부에 대한 명확한 기준을 제시해주지 않고 있다.

[11]의 연구에서는 교수자가 온라인상에서 출제한 문항들을 문제은행에 저장하고, 일정 수의 학습자가 고사를 치렀을 때 자동으로 문항분석을 하도록 하였다. 그리고 문항분석을 통해 일정 신뢰도를 갖는 문항들을 선택해 새로운 고사를 치를 수 있도록 하였다. 그러나 이 시스템은 문항의 난이도와 변별도 분석을 통해 문항의 양호도는 평가하였으나 개인 수준별 학습이 이루어지지 않았으며 평가 후 피드백에 관해서도 논의하지 않았다.

[12]의 연구에서는 문제 출제 기능을 다양화 하고자 온라인 출제방식과 오프라인 출제방식을 지원하였다. 교수자가 문항을 제작하고 난 이후에는 학습자의 평가가 이루어지고 전통적 측정 이론에 기초한 문항 분석이 이루어진다. 분석 작업을 통하여 문항의 난이도 조정과 수정을 할 수 있으며 이러한 검증 작업을 마친 문항들은 문제은행에 저장, 관리된다. 그러나 문제 출제 시 학습자가 출제영역, 문항의 난이도와 문항수를 선택하기 때문에 다양한 영역에서의 평가가 어려우며, 학습자의 실력향상을 기대할 수 없다. 또한 성적통

계기능을 제공하였으나 재학습에 대한 기준과 학습 방향을 제시하지 않았다.

[13]의 연구에서는 문항에 대한 오답률과 출제 빈도수를 고려하여 문제 데이터베이스에서 문제들을 추출하는 시스템을 구현하였다. 자주 출제되면서 누구나 쉽게 풀 수 있는 문제들은 출제 기준에서 제외하기 위해 오답률이 30% 이하이며 출제율이 50% 이상인 문항들은 미출제 처리되고, 나머지는 모두 출제처리 되어 무작위로 추출된다. 그러나 문항의 특성을 분석하기 위해서는 문항의 난이도와 변별도, 추측도 등과 같은 요인들이 고루 분석되어야 하며 이 시스템 역시 학습자 개별 학습을 지원하기 어렵다.

1.3 문항반응이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템

[5]의 연구에서는 CAT(computerized adaptive testing) 유형 중에 하나인 2단계 CAT에 기반한 학습자 개별 적응 평가 시스템을 구현하였다. 1단계에서는 학습자의 학습 상황에 따라 단원별 진단평가를 시행하여 학습자의 수준을 판단하였으며 2단계에서는 그 결과에 따라 학습자의 상태에 맞는 본평가 문제를 제시하였다. 이 연구는 학습자의 시험결과 점수를 토대로 수준별 평가를 지원하고 있지만 부분점수를 전혀 고려하고 있지 않으며, 심화, 보통, 기본에 따른 문제 분류에 관한 기준도 언급하고 있지 않다.

[14], [15]의 연구들은 문항반응이론의 3-모수 로지스틱 모형을 사용하여 개인의 수준에 맞는 최적화된 문제들을 제공하고자 하였다. 3모수란 문항의 난이도와 변별도, 추측도를 고려한 것으로 [14]의 연구에서는 3모수를 사용한 문항 분석과 주변 최대 우도 추정법과 베이지안 네트워크를 이용하여 학습자 수준을 추정하였으며, [15]의 연구에서는 학습자들의 시험 결과를 가지고 각각의 모수치 값을 구하여 문제은행을 구축한 후 학습자의 평가 결과에 따라 문제들 선별하여 제공하였다.

이러한 문항반응식 CAT는 검사의 목적이나 필요에 따라 보다 효율적인

검사 전략을 구상할 수 있다. 그러나 문항 모수치를 분석하는 일은 중요한 과제이며, 문항 모수치 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[16].

1.4 등급반응이론에 기반한 문항 분석 평가 시스템

등급문항반응이론에 의한 문항 분석은 이론적으로 학습자의 지식의 정도를 가장 세밀하게 추정한다. 그러나 아직까지는 초기 단계라 실용적으로 사용되고 있지 않다. 본 논문에서는 등급반응이론에서 제안하는 바와 같이 기존의 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.

IV. 개별적응 평가 시스템의 설계

1. 시스템 설계 방향

본 연구는 온라인에서 학습자의 학습 능력 수준에 근거하여 학습자 수준에 적합한 문항들을 제공함으로써 개별적인 평가를 치르고, 평가 결과를 이용하여 학습자의 취약점을 분석하여 적절한 학습 조언을 제공할 수 있는 웹 기반 개별적응 평가 시스템을 개발하는데 목적이 있다. 개발의 방향은 다음과 같다.

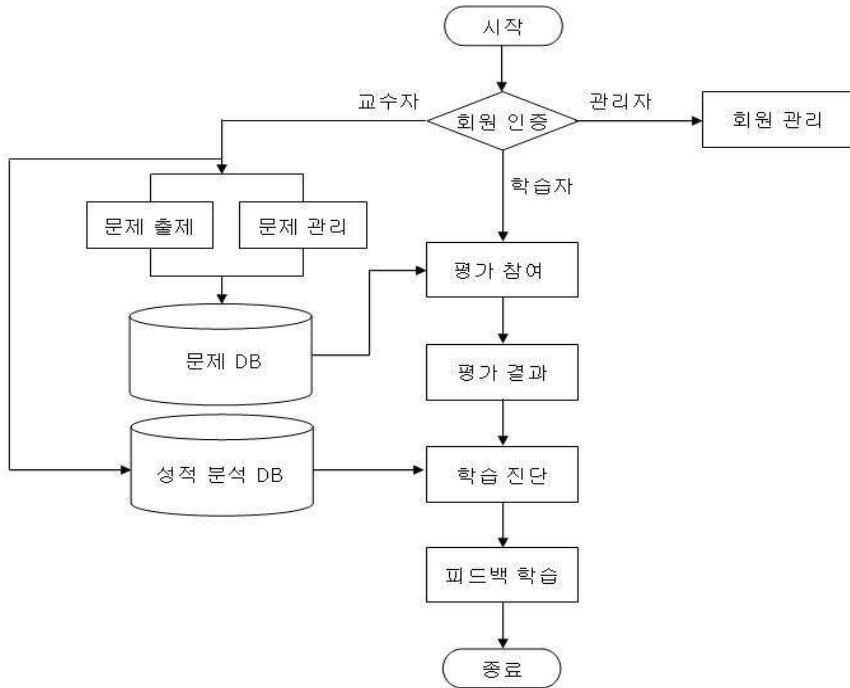
첫째, 학습자의 능력에 따라 문제를 추출하여 제공할 수 있도록 문제은행을 평가요소, 난이도, 변별도 중심으로 설계하며, 체계적으로 저장하고 관리하도록 한다.

둘째, 교수자가 문제 출제 시 정답과 정답이 아닌 답지에 부분점수를 부여하도록 하고, 평가 시 학습자가 선택한 답지에 따라 학습자의 능력 수준을 결정한다. 또한 개별적응검사 기법을 이용하여 학습자의 점수에 따라 다음 문항이 추출되도록 설계한다.

셋째, 평가 후 교수자와 학습자에게 평가 성적 통계와 성적 변화의 추이를 제공한다. 또한 결과에 따른 학습 분석 정보를 제공하여 피드백 학습과 추후 학습에 대한 방향을 제시한다.

2. 시스템 설계

본 논문의 개별적응 평가 시스템의 처리 구조는 다음 [그림 1]과 같다.

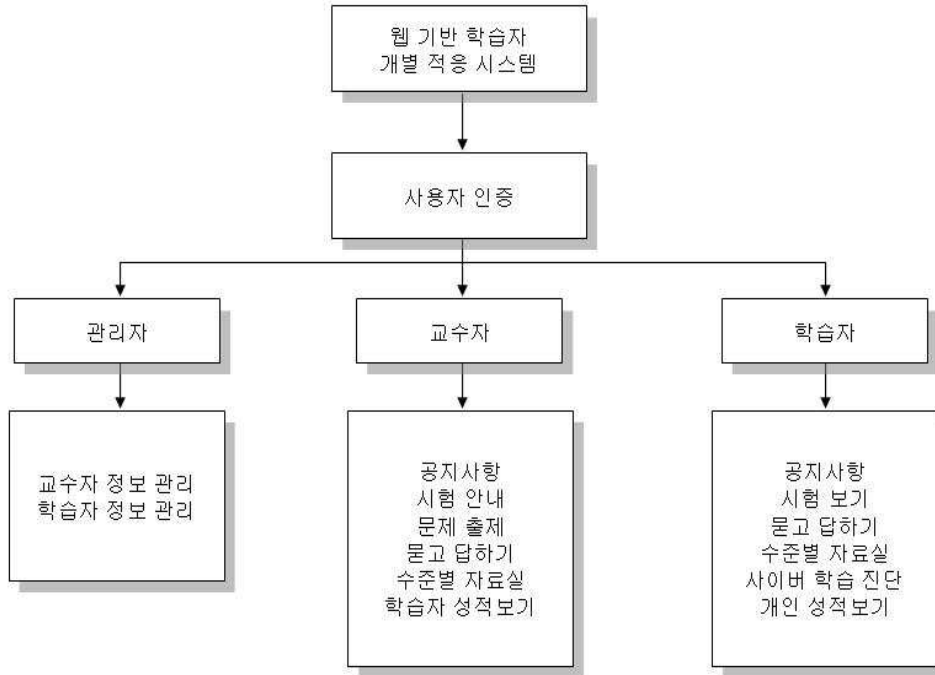


[그림 1 시스템 처리 구조도]

처음 시작 화면에서 로그인 하면 관리자, 교수자, 학습자 인증을 받고 각각 서로 다른 화면에 접근하게 된다. 관리자는 회원과 시스템을 관리하며, 교수자는 문제를 출제, 등록하고 관리할 수 있다. 또한 학습자의 성적 통계 자료를 가지고 학습자에게 학습 조언을 할 수 있다. 학습자는 평가에 참여하고 자동 채점된 평가 결과와 학습 진단을 확인한 후 개별 피드백 학습을 받게 된다.

시스템의 전체 구조는 다음 [그림 2]와 같다. 이 시스템의 회원은 관리자, 교수자, 학습자로 구성된다. 관리자는 교수자 정보와 학습자 정보를 관리하

며, 교수자는 시험안내, 수준별 자료실을 관리하며, 문제 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]

3. 모듈 설계

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

교수자로 로그인하면 새로운 문제를 등록할 수 있으며, 문제 목록 화면을

통해 등록된 문제의 난이도와 변별도, 문제 등급 등을 확인 할 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 0.0~1.0 의 값을 입력할 수 있으며 이 값은 난이도와 변별도 계산과 같은 문항 분석과, 학습자 수준을 측정하는데 사용된다.

3.1.1 문항 분석 방식

교수자가 문항을 제작하고 난 이후에 학습자의 평가가 이루어지고 문항에 대한 분석이 이루어진다. 문항분석이란 한 검사 속에 포함되어 있는 문항들이 얼마나 적합하며, 제 구실을 하고 있는가를 검증, 분석하고 문항의 개선 목적으로 하는 것을 말한다[19]. 문항분석 요소에는 문항 난이도, 문항 변별도, 문항 추측도가 있다.

(1) 문항 난이도 (item difficulty)

문항난이도는 문항의 어렵고 쉬운 정도를 나타내는 지수(P)로서, 총 학습자 중 정답을 한 학습자의 비율, 즉 정답률이 된다. 문항난이도 지수는 정답의 백분율이기 때문에 난이도 지수가 높을수록 그 문항은 쉽다는 의미이다. 일반적으로 문항난이도를 계산할 때 다음 수식 (1)이 이용된다.

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

P : 문항난이도 지수

N : 전체 사례수

R : 정답자 수

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 다음 수식 (2)를 사용한다.

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

P : 문항난이도 지수

N : 전체사례수 (집단의 학습자 수)

T_i : i번째의 수험자가 선택한 보기의 부분점수치

T_i ∈ { 0.0, 0.1 ...1.0 }

변형된 수식 (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 말한다. 능력이 높은 학습자가 문항의 답을 맞히고 능력이 낮은 학습자가 문항의 답을 맞히지 못하였다면 이 문항은 기능을 제대로 하는 문항으로 분석된다. 고전검사이론에서 변별도를 계산할 때 다음 수식 (3)이 이용된다.

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

D.I. : 문항변별도 지수

R_U : 상위 능력집단의 정답자 수

R_L : 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.

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

D.I. : 문항변별도지수

T : N (집단의 학습자 수) $\times T_{res}$

UT_i : 상위집단의 i 번째 수험자가 선택한 보기의 부분점수치

LT_i : 하위집단의 i 번째 수험자가 선택한 보기의 부분점수치

T_{res} : 전체 집단 중 일정 집단을 나누기 위한 임계치

본 논문의 실험에서는 T_{res} 값을 0.1로 하였으며, 이는 상위 집단 10%의 부분점수 합계와 하위 집단 10%의 부분점수를 합계를 차분하여 이를 전체 집단의 10%에 해당하는 집단의 수로 나눈 것과 같다. 여기에서 변별도는 0 ~ 1로 정의하며 0은 변별 능력이 가장 낮은 수준이고 1은 변별력 수준이 가장 높은 것을 나타낸다.

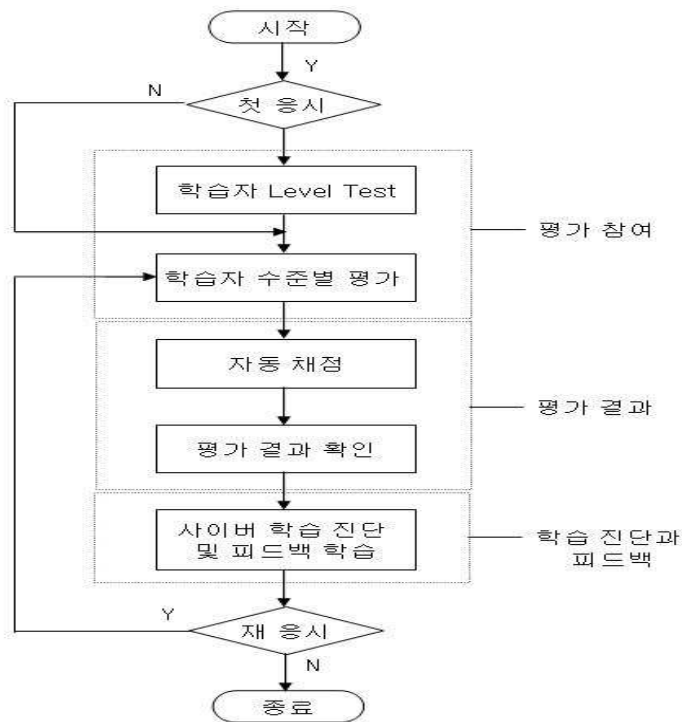
item_idx	question	ex1_score	ex2_score	ex3_score	ex4_score	ex5_score	item_p	item_di
18	현대사회의 특징에 해당하지 않는 것은?	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	0.44	0.14
19	다음 중 그 자체가 목적이라고보다는 다른 데	0.0	1.0	0.4	0.0	0.0	0.89	0.25
20	다음 중 본래적 가치를 지녔다고 보기 어려운	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.26	0.31
21	어떤 사람은 화려한 옷보다 실용적인 옷을	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.34	0.28
22	오늘날 사람들의 삶의 모습이 다양해진	0.0	1.0	0.0	0.0	0.5	0.4	0.42
23	현대 사회의 장점을 바르게 설명한 것은?	0.0	0.3	0.0	1.0	0.3	0.26	0.31
24	다음 내용 중 도구적 가치의 특징에 해당	0.0	0.0	0.0	1.0	0.4	0.36	0.31
25	다음 중 [사랑]이라는 개념이 지닌 있는	0.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.7	0.54
26	다음 설명에 해당하는 가치의 가능성?	0.0	0.2	0.3	0.0	1.0	0.47	0.21
27	다음 중 가치에 대한 설명으로 옳지 않은	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.36	0.22
28	다음과 같은 경우에 가장 큰 영향을	0.0	0.0	1.0	0.0	0.3	0.39	0.24
29	다음 중 인간의 공리적 가치가 될 수	0.0	0.2	0.5	0.0	1.0	0.56	0.44
30	가치가 전도되어 있는 경우가 아닌	0.2	1.0	0.0	0.5	0.0	0.69	0.5
31	다음 상황과 관련하여 유추할 수 있는	0.0	0.5	1.0	0.2	0.0	0.71	0.52
32	다음 중 가치의 내용이 낮은 것을	0.0	0.5	0.2	1.0	0.0	0.7	0.46
33	다음 중 유희의 성격이 강한 것은	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.3	0.33
34	다음 중 바람직한 가치를 추구하는	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.78	0.59
35	다음 중 가치가 전도되어 있는 경우에	0.0	0.0	1.0	0.5	0.0	0.36	0.32
36	다음 글의 빈칸에 들어갈 알맞은 말을	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.55	0.41
37	다음 중 목표를 설정할 때 갖추어야 할	0.0	0.0	0.0	0.4	1.0	0.32	0.31
38	다음 중 올바른 인생의 자세로	0.2	0.0	1.0	0.4	0.0	0.58	0.51
39	다음 중 보람 있는 삶의 자세로 볼 수	0.0	1.0	0.0	0.0	0.3	0.24	0.12
40	건강한 의미의 보람을 느낄 가능성이	0.0	0.0	1.0	0.0	0.2	0.69	0.39
41	다음 내용에 비추어 볼 때, 삶의 목표	0.0	0.0	0.5	1.0	0.0	0.75	0.61
42	다음과 같은 삶의 목표를 해야 하는	0.3	0.0	1.0	0.0	0.3	0.54	0.44
43	우리가 반성하는 생활을 해야 하는	0.0	0.0	0.2	0.0	1.0	0.68	0.35
44	다음 중 반성의 기준으로서 타당하지	0.3	0.0	0.0	1.0	0.0	0.24	0.22
45	다음 내용에 비추어 볼 때, 바람직한	0.5	0.0	0.0	1.0	0.0	0.47	0.31
46	보람 있는 삶을 살아가기 위한 자세로	0.0	1.0	0.0	0.0	0.4	0.54	0.45
47	다음 중 가치 갈등의 사례라고 보기	0.0	1.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.37
48	가치 갈등에 대해 바르게 설명한	0.0	0.0	0.3	0.3	1.0	0.89	0.62
49	다음과 같은 현상에 대해 바르게	0.0	0.1	0.1	1.0	0.0	0.78	0.61

[그림 3] 난이도, 변별도 분석 결과

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

3.2 학습자 모듈

학습자로 로그인 하면 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]

사용자 인증을 거친 후 평가에 참여할 때 첫 응시일 경우 학습자의 초기 수준을 측정하기 위해 진단평가인 Level Test를 받도록 한다. 이때 문제는 행에서 다양한 수준의 문제들이 랜덤하게 출제된다. Level Test를 받고 난 다음 학습자의 수준은 학습자가 선택한 답지의 부분점수의 합으로 추정되어진다. 본 논문에서는 [표 1]과 같이 학습자의 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 적응적으로 학습자의 현 수준에 적합한 문제들을 선별하여 개별적으로 제공하게 된다.

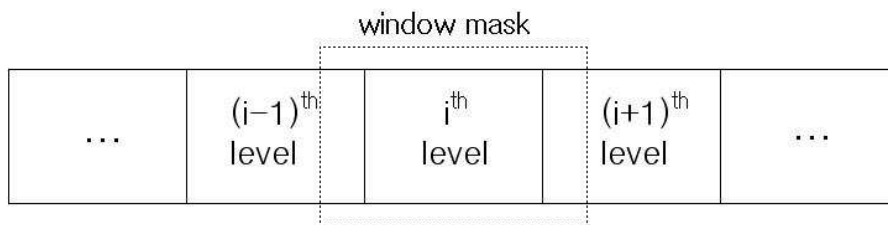
학습자가 수준별 평가에서 받은 점수의 비율이 90% 이상일 경우 현재 수준에서 한 단계 오르며, 70%이상 89% 이하일 경우 현재 수준을 유지한다. 그리고 60% 미만일 경우 학습자의 수준은 현재수준보다 낮게 조정된다.

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 평가에 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. 본 논문의 시스템은 평가에 처음 참여하는 학습자들에게 Level Test에 응시하도록 한다. 학습자의 학업 수준을 파악하고 능력에 맞는 적절한 평가, 학습을 제공하기 위해 다양한 수준의 문제들을 출제한다. 학습자의 능력이 결정되면 수준별 적응 평가가 이루어진다. 수준별 평가 시 문제 출제 방식은 [그림 5]와 같다.



[그림 5 sliding window식 문항 출제]

본 연구에서는 sliding window 문제 출제 방식을 새롭게 개발하여 사용한다. 이는 현재 학습자의 수준이 i 일 때 수준별 평가에 제시되는 문제들은 기준 Level i 에서 80%, $i \pm 1$ Level 에서 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 촉진시킬 수 있다.

3.3.2 평가 결과

학습자가 평가를 마치면 각 문제별로 학습자가 선택한 답지와 받은 점수 그리고 문제 해설을 보여준다. 이와 같은 피드백은 문제에 대한 이해도를 높일 수 있다. 수준별 평가의 결과는 회차 별로 저장되어 그래프로 보여줌으로써 학습자의 실력 향상을 한눈에 볼 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 학습자가 자신의 부족한 영역을 알 수 있도록 하고 단계적으로 부족한 영역에 대한 학습을 보충하도록 향후 학습에 대한 조언과 안내를 제공하는 곳이다. 개별 학습 자료를 제공함으로써 좀 더 향상된 학습 결과를 기대할 수 있도록 도와준다.

4. 데이터베이스 설계

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

4.1 회원 테이블

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

[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

4.2 문제 테이블

문제 테이블은 단위, 문제영역, 문제, 답지와 각 답지의 부분점수, 해설, 문제의 난이도와 변별도, 각 답지를 고른 학습자의 수 등의 정보를 저장하기 위해 [표 3]와 같이 생성한다.

[표 3] 문제 테이블

필드명	데이터 형식	설명
item_idx	int	문제 프라이머리 값
unit	int	단위명
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	float	문항 난이도
item_di	float	문항 변별도
total_num	int	총 응시자수
item_level	varchar(40)	문제의 Level
writeday	datetime	문제 등록일
num	int	문제의 순차적 넘버
ex1_count	int	보기1을 고른 학습자의 수
ex2_count	int	보기2를 고른 학습자의 수
ex3_count	int	보기3을 고른 학습자의 수

ex4_count	int	보기4를 고른 학습자의 수
ex5_count	int	보기5를 고른 학습자의 수

4.3 자료 테이블

자료 테이블은 학습자의 수준별 자료를 저장하기 위한 테이블로 [표 4]같이 생성한다. 평가가 끝나면 학습자에게 개별 학습 자료를 제공하여 효과적인 피드백 학습이 이루어지도록 한다.

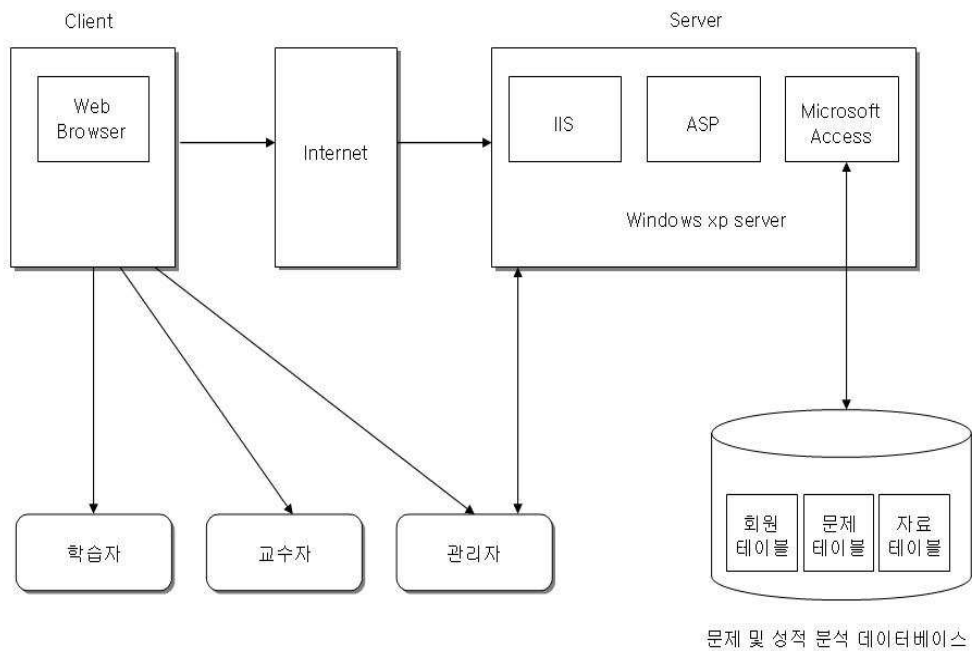
[표 4] 자료 테이블

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

V. 구현

1. 시스템 구성

본 논문의 시스템은 [그림 6]과 같이 웹 기반의 클라이언트와 서버로 구성된다. 교수자는 웹 브라우저를 이용하여 문제를 출제, 수정, 삭제 등의 관리를 하며, 학습자는 웹 브라우저를 이용, 시스템에 접근하여 평가 응시, 성적 열람 등을 한다. 관리자는 직접 서버로 접근하여 회원관리와 시스템 관리의 작업을 한다.



[그림 6 시스템 구성도]

2. 개발 환경

본 연구는 다음 [표 5]와 같은 하드웨어와 소프트웨어의 환경에서 개발되었다.

[표 5] 하드웨어 환경

구분	사양
CPU	Pentium IV 1.8GHz
RAM	512MB
HDD	80G

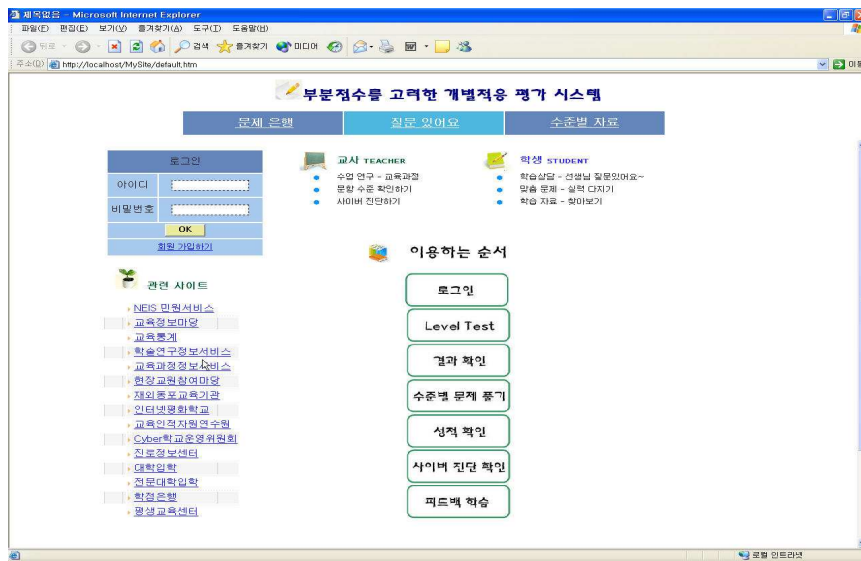
[표 6] 소프트웨어 환경

구분	사양
OS	Microsoft Windows XP
웹서버	IIS 5.0
DBMS	Microsoft Access
개발언어	HTML, ASP
웹브라우저	Internet Explorer 4.0이상

3. 시스템 구현

본 시스템의 문제 학습을 위해 중학교 3학년 도덕 필기 시험을 모델로 하였으며 문제는 단원별, 영역별 구분하여 저장하였다.

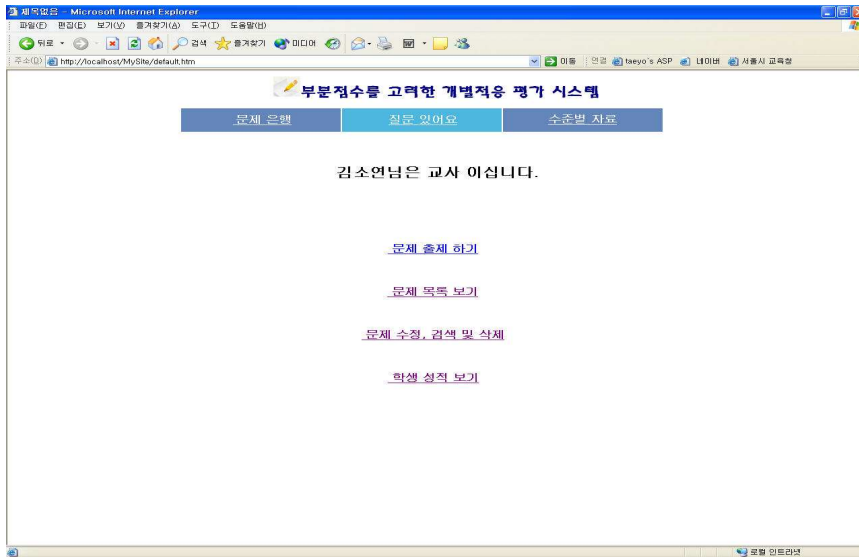
시스템의 첫 화면은 [그림 7]과 같다. 관리자, 교사, 학습자 인증을 마친 후 각각의 페이지로 이동하게 된다.



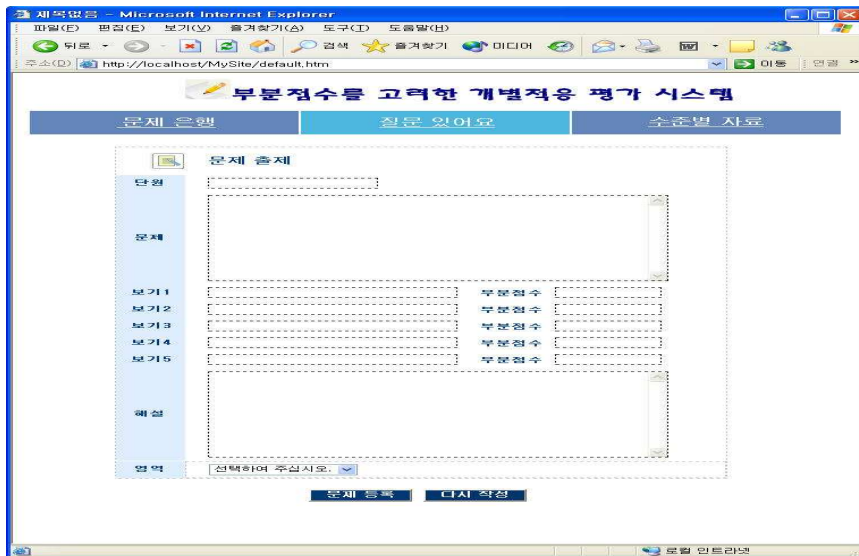
[그림 7 시스템 첫 화면]

3.1 교수자 화면

교수자로 로그인 하면 문제 출제하기, 문제목록 보기, 문제 수정, 검색 및 삭제, 학습자 성적 보기 메뉴 등을 이용할 수 있다. 다음 [그림 8]은 교수자로 로그인 했을 때 첫 화면이다.



[그림 8 교수자 로그인 화면]



[그림 9 문제 출제 화면]

위의 [그림 9]는 문제를 출제하는 화면이다. 단원과 문제 영역을 선택할 수 있으며, 문제와 답지, 피드백 학습을 위한 해설을 입력할 수 있다. 부분점수

란에는 정답에 가장 높은 점수를 부여하고, 정답에 가까운 정도인 오답의 매력성에 따라 부분점수를 줄 수 있다.

[그림 10]은 문제 목록 화면이다. 각 문제의 난이도와 변별도, 문제 수준, 최근 수정 날짜 등을 한눈에 파악할 수 있으며, 단원별, 문제수준별, 영역별로 검색할 수 있다.

번호	단원	문제 영역	문제	난이도	변별도	Level	등록/수정일
1	1-1	합구인식	현대사회의 특징에 해당하지 않는 것은?	-1.044444	0	D	2004-08-25
2	1-1	합구인식	다음 중 그 자체가 목적이라기보다는 다른 어떤 목적을 취할 수단이 되는 가치는?	-1.892759	-1	F	2004-08-25
3	1-1	합구수형	다음 중 본래적 가치를 지녔다고 보기 어려운 것은?	-0.375	0.93939393	C	2004-08-25
4	1-1	종합해결	[어떤 사물이든] 원래의 목적보다 실용적인 용을 옮겨 씀이다. 그것은 그 가 실용적인 것에 가치를 두고 있기 때문이다.] 이 글과 내용이 같은 가치는?	-1.3875	0	D	2004-08-25
5	1-1	합구수형	오늘날 사회의 삶의 모습이 다양한 원인으로 볼 수 있는 것은?	-1.394615	0.5	D	2004-08-25
6	1-1	종합해결	현대 사회의 징검돌을 바르게 설명한 것은?	-1.9	0	F	2004-08-25
7	1-1	합구인식	다음 내용 중 도구적 가치의 특성에 해당하는 것은?	-0.9	0	D	2004-08-25
8	1-1	종합해결	다음 중 [사양]이라는 개념이 지닌 것은? (정수는 가난한 이들에게도 보편적 목적을 제공하고 모든 영역에서 의미가 되기로 결심하였다.)	0.375	1	C	2004-08-25
9	1-1	not	다음 설명에 해당하는 가치는? (어떤 것은 다음 사람을 놀리는 것을 매우 재미있게 생각하지만, 기쁨이든 그것을 매우 나쁜 행동으로 생각한다.)	1.295714	0	B	2004-08-25
10	1-2	합구수형	다음 중 가치에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?	-3	-2	F	2004-08-25
11	1-2	합구인식	다음과 같은 경우에 가장 큰 영향을 끼친 가치는? (정수는 가난한 이웃에게 보편적 목적을 제공하고 모든 영역에서 의미가 되기로 결심하였다.)	-0.7636364	1	D	2004-08-25
12	1-2	합구인식	다음 중 인간의 공리적 가치가 될 수 있는 것은 무엇인가?	0.616	0	B	2004-08-25
13	1-2	합구수형	가치가 전도되어 있는 경우가 아닌 것은?	1.239093	0.3142057	B	2004-08-25
14	1-2	자료분석	다음 설명과 관련하여 분석할 수 있는 인간의 특성은? (수원이는 본의 도둑이 범주인 어떤 사람들에겐 주로 반쯤 반쯤은 남의 수건을 가지고 있다. 그래서 장미에 반호 사가 되기로 결심하였고, 이를 위해 열심히 공부하고 있다.)	1.191549	0	B	2004-08-25
15	1-2	합구인식	다음 중 가치의 세로이 낮은 것을 고르면?	1.064789	0.1428571	B	2004-08-25

[그림 10 문제 목록 화면]

[그림 11]은 문제 리스트에서 문제를 클릭하면 볼 수 있는 화면이다.

문제 보기

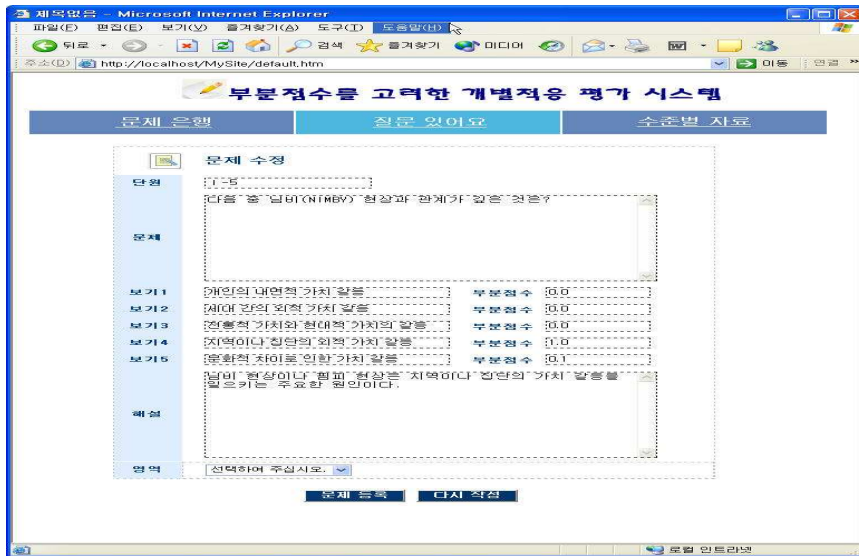
〈문제〉 현대사회의 특징에 해당하지 않는 것은?	
보기 1) 균등한 기회 보장	[점수] 0.0
보기 2) 교통, 통신의 발달	[점수] 0.0
보기 3) 지역 간의 교류 증대	[점수] 0.0
보기 4) 신분제 의한 직업 결정	[점수] 1.0
보기 5) 삶의 모습이 비교적 단순	[점수] 0.4

〈해설〉 전통 사회에서는 타고난 신분과 따라 삶이 결정되는 경우가 많았다. 따라서 자식의 직업을 남의 직업에 따라 자유롭게 직업을 선택할 수 없었고, 계급의 위계에 따른 계층 있는 삶을 누리기 어려웠다.

〈리스트로 돌아가기〉 〈수정〉 〈4제〉

[그림 11 문제 보기 화면]

[그림 12]는 문제 수정 화면으로 답지의 부분점수를 수정하거나 또는 학습자의 성취도를 파악하기 위해 난이도가 너무 낮거나, 변별력 없는 문제들을 수정, 삭제 할 수 있다.



[그림 12 문제 수정 화면]

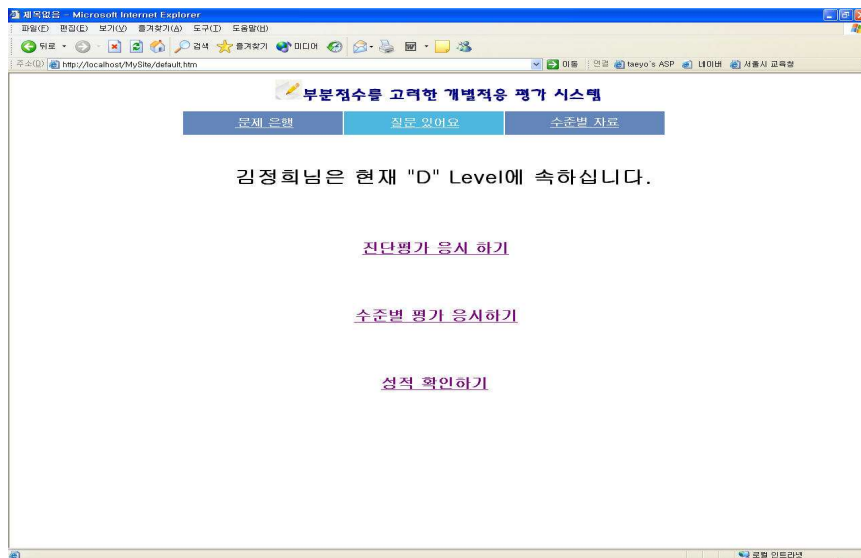


[그림 13 전체 학습자 성적 보기 화면]

위의 [그림 13]은 전체 학습자 성적 보기 화면으로 학습자들의 현재 Level 과 수준별 평가에 대한 회차 별 점수와 평균 점수를 볼 수 있다. 이름을 클릭하면 그 학습자의 그 동안의 평가에 대한 성적 변화 추이를 알 수 있으며 교수자는 이 정보를 이용해 학습 진단과 향후 학습 방향을 조언할 수 있다.

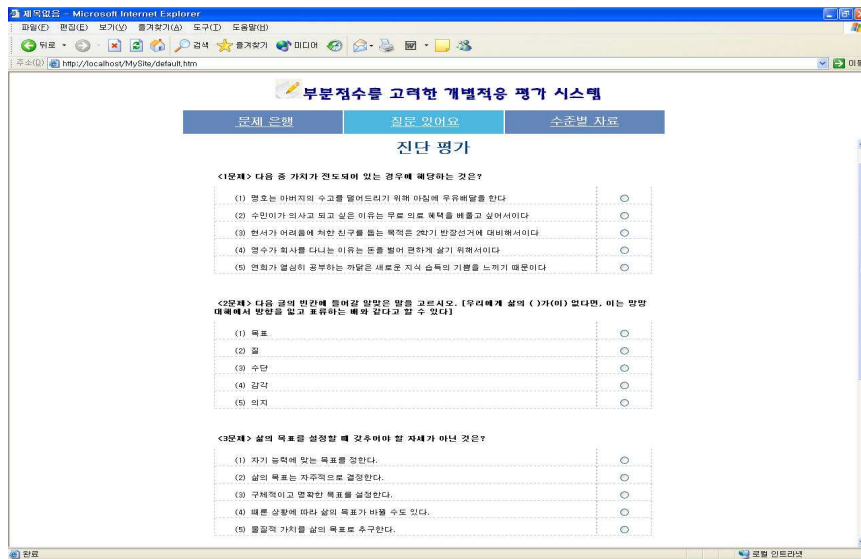
3.2 학습자 화면

학습자가 로그인을 하면 평가에 첫 응시일 경우 Level Test를 받도록 하고 첫 응시가 아닐 경우에는 학습자의 현재 수준을 알려주고 수준별 평가를 치를 수 있도록 한다. [그림 14]는 학습자가 로그인 했을 때 첫 화면이다.



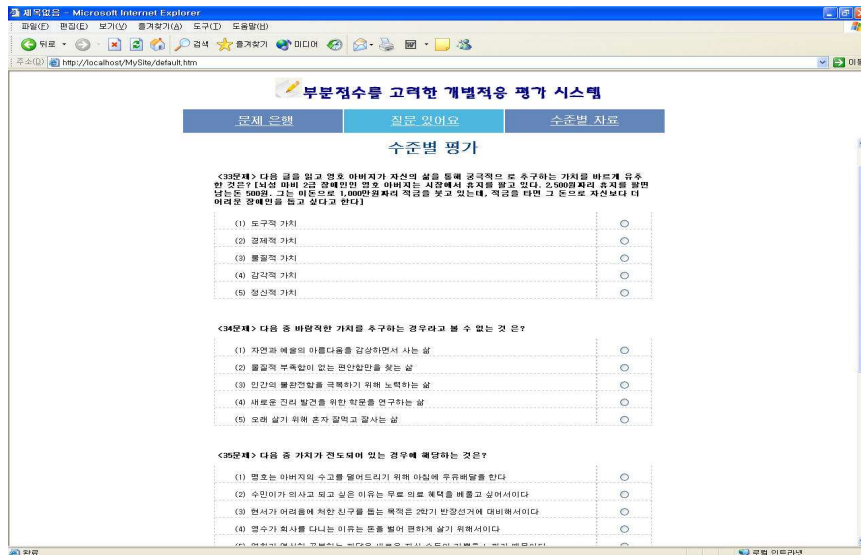
[그림 14 학습자 로그인 화면]

[그림 15]는 학습자의 초기 수준을 알아보기 위한 Level Test인 진단평가 화면이다. 다양한 난이도의 문제들로 구성되며 총 점수 대비 학습자가 선택한 답지에 따른 부분점수의 비율로 수준을 결정한다.



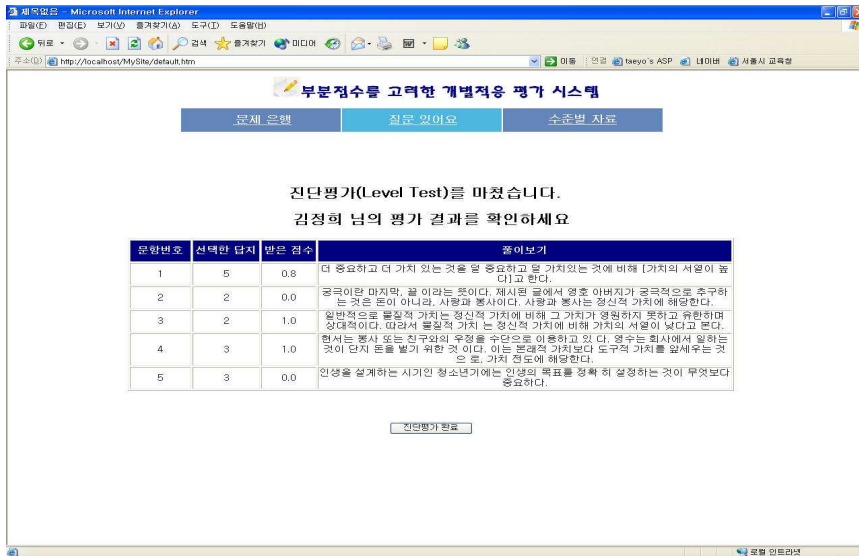
[그림 15 Level Test 응시 화면]

학습자 수준이 결정되면 [그림 16]의 화면과 같이 수준별 평가가 이루어진다. 총 20문항이 출제되고 평가가 끝나면 학습자가 선택한 답지와 받은 부분 점수, 풀이를 보여줌으로써 문제에 대한 이해도와 학습도를 높인다.

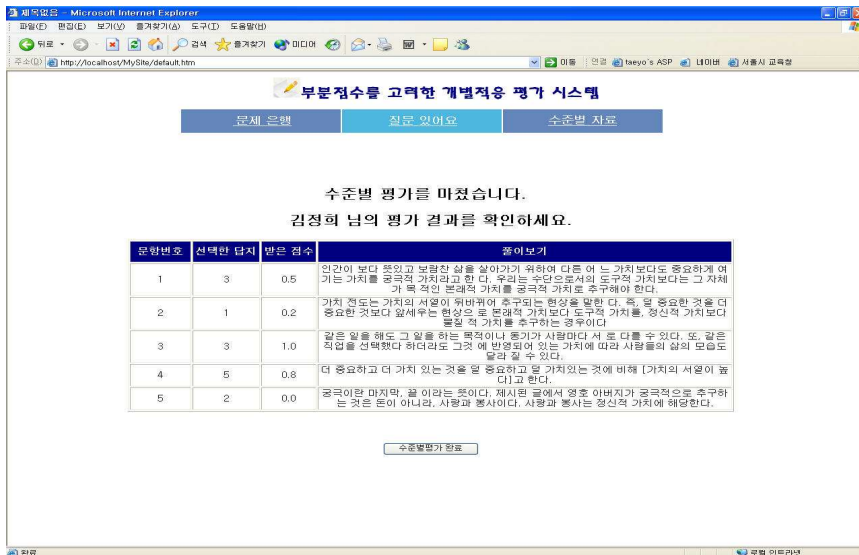


[그림 16 수준별 평가 응시 화면]

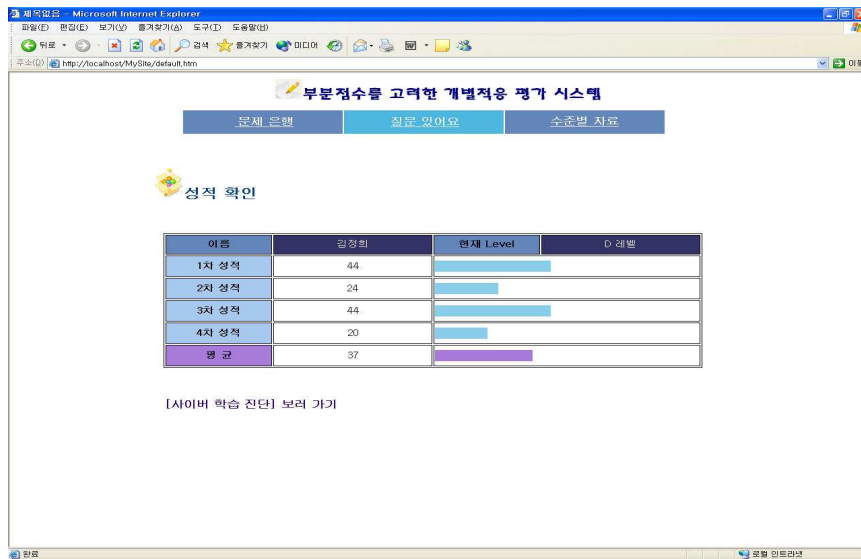
수준별 평가를 마치면 그동안의 평가에 대한 성적 통계와 사이버 학습 진 단을 받아볼 수 있는 화면으로 이동 가능하다. [그림 17], [그림 18]은 Level Test와 수준별 평가가 끝났을 때 보여지는 평가 결과 화면이다.



[그림 17 Level Test 결과 화면]

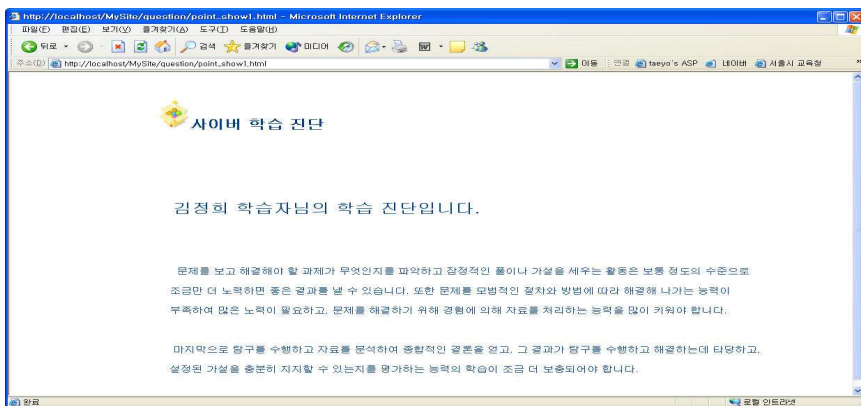


[그림 18 수준별 평가 결과 화면]



[그림 19 학습자 성적 보기 화면]

위의 [그림 19]는 학습자 성적 보기 화면으로 학습자가 그동안 치룬 평가에 대한 성적 통계를 보여주는 화면이다. 회차 별 성적을 그래프로 제공하여 학습 성취도의 변화를 알 수 있도록 하였으며 평균 점수와 현재 학습자의 수준을 보여준다. [그림 20]은 사이버 진단 화면으로 학습 성취도에 관한 분석과 조언을 받을 수 있어 보다 피드백 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 하였다.



[그림 20 사이버 학습 진단 화면]

VI. 결론

웹을 이용한 수업이 확대 실시되면서 웹 기반 교육은 점차 보편화 되어 가고 있다. 웹을 통한 학습에서도 전통적인 교실에서의 학습과 마찬가지로 학습자가 학습 목표에 도달하였는지 알아보기 위한 평가가 필요하다. 웹 기반 평가는 교수자가 온라인으로 문제를 등록, 관리할 수 있어야 하며 학습자 평가는 실시간으로 이루어져야 한다. 또한 평가를 마치면 평가 결과와 함께 적절한 피드백 학습을 제공할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 이분법적 측정 방식을 개선하여 학습자의 인지적 능력을 보다 정확하고 세밀하게 추정하고자 한다. 이를 위해 교수자가 문제 출제 시 각 문항의 답지에 부분점수를 부여할 수 있도록 하였으며 학습자가 어떤 답지를 선택하였는지에 따라 지적 능력을 분석하였다. 또한 수준별 개별 학습을 지원하고자 학습자의 지적 능력 측정 후 학습자의 수준에 맞는 문제를 제공하였다. 이때 제공된 문항들은 부분점수를 고려한 문항 난이도, 변별도 식을 이용하여 분석된 후 문제 은행에 저장, 관리된 문항으로 문항의 신뢰성을 보장하였다. 평가가 끝나면 학습자에게 회차 별 성적 통계를 제공하여 학습자가 자신의 실력 향상을 파악할 수 있도록 하였다. 또한 학업 성취도의 변화, 영역별 취약점, 학습 진단 등의 정보를 제공하여 부족한 영역에 기초하여 학습 방향을 세우는데 도움이 되도록 하였다. 피드백 학습은 각 학습자가 자신의 부족한 영역에 대한 개별 자료를 제공하는 수준별 자료실을 이용하여 스스로 할 수 있도록 하였다.

본 논문의 시스템은 교수자가 온라인 상에서 문제 출제하고 관리하기 편하며, 학습자들은 실시간으로 평가에 응시할 수 있다. 평가에 제시되는 문제들은 고정된 문제가 아니라 학습자의 수준을 고려하여 자동 출제하므로 학습

자는 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.

참고문헌

- [1] 이진경, 전우천, “웹 기반 학습을 위한 평가 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보교육학회논문지 제4권 제1호, 2000.
- [2] 성태제, 문항제작 및 분석의 이론과 실제, 학지사, 1996.
- [3] 성태제, 문항반응이론 입문, 양서원, 1991.
- [4] 이영현, 강성국, 김명렬, “원격교육 평가를 위한 문제 은행 시스템의 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제3권 제1호, 2000.
- [5] 이동춘, 권기태, “웹 기반 학습자 개별적응 평가시스템의 개발,” 한국컴퓨터교육학회 논문지 제4권 제2호, 2001.
- [6] 정용기, 최은만, “웹 기반 학습평가 자동화 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지D 제9권-D권 제 2호, 2002.
- [7] 박기석, 이재영, 김동한, “자바를 이용한 웹 기반의 문제 출제 시스템”, 한국정보과학회 1999가을 학술발표논문집 Vol. 26, No.2.
- [8] 원대회, 강태호, 김원진, 방훈, 이재영, “임의 추출 분할 방식을 이용한 동적 문제 출제 시스템”, 한국정보과학회 2001 가을 학술발표논문집 Vol. 28, No. 2.
- [9] 김태석, 이종의, 이근왕, 오해석, “취약성 분석 알고리즘을 이용한 학습자 중심의 교육 코스 스케줄링 멀티 에이전트 시스템”, 한국정보과학회 2001 봄 학술발표논문집 Vol. 28, No. 1.

- [10] 김경아, 최은만, “웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회논문지A 제9-A권 제3호, 2002. 9.
- [11] 홍종기, 전우천, “수준별 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보교육학회 논문지, Vol.6, No.3, 2002.
- [12] 하일규, 강병욱, “문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지D 제9-D권 제3호2002. 6.
- [13] 정화영, “ 문항 특성을 고려한 문제 추출 컴포넌트 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제3호, 2003.
- [14] 이철환, 한선관, “문항 반응 이론을 이용한 웹기반 교수 시스템의 진단 모듈의 설계 및 구현”, 정보교육학회 논문지, Vol5, No2, 2001.
- [15] 송은하, 박복자, 하태령, 정영식, “문항 반응 이론에 의한 학습자 평가 시스템 설계 및 구현,” 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제2호, 2003.
- [16] 최숙영, 백현기, “수준별 평가를 지원하는 XML기반 문제은행 시스템을 설계 및 구현,” 한국컴퓨터교육학회 논문지 제6권 제1호, 2003.
- [17] 황정규, “학교학습과 교육평가”, 과학교육사, 1994.
- [18] 김갑용, “실기교육방법론”, 원장출판사, 2002.
- [19] Baek. S.G., Computerized adaptive testing using the partial credit model for attitude measurement. Objective Measurement: Theory into Practice, 4, 1997.
- [20] 백순근 외, 컴퓨터를 이용한 개별적응검사, 원미사, 1998.

ABSTRACT

web-based individual adaptive testing system in considering partial score for a learner

Kim, So Youn

Major in Computer Science Education

Graduate School of Education

Sungshin Women's University

Educational evaluation is not the work to rank a learner hierarchically, but the thing to increase the educational effectiveness by solving a learner's problem and improving the education process from the proper evaluation. Therefore, recently, educational evaluation systems are being actively investigated.

The conventional 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.

감사의 글

새로운 시작에 대한 설렘과 기대로 입학한지가 엇그제 같은데 어느새 대학원 생활을 마치게 되었습니다. 2년 반의 대학원 생활을 돌이켜 보니 제 가 좀 더 나아지고 성숙해지고, 발전할 수 있었던 제 인생의 소중한 시간들이라 어느 한순간 한순간도 잊을 수 없을 것 같습니다. 그래서인지 열심히 생활하지 못했던 지난 시간들에 대한 아쉬움도 많이 남습니다.

입학해서 지금까지 제게 많은 관심과 격려, 도움을 주신 분들께 진심으로 감사드립니다. 먼저 부족한 저를 연구생으로 받아주신 홍의석 교수님께 감사드립니다. 2년여 동안 지도해 주시고 늘 해주시던 격려의 말씀들 잊지 않겠습니다. 그리고 바쁘신 가운데 논문 심사 해주시고, 꼼꼼히 지도해 주신 서동수 교수님과 이재원 교수님께도 진심으로 감사드립니다.

그리고 대학원에서 만난 모든 분들께 감사의 마음을 전합니다. 힘들고 어려운 고비마다 힘이 되어준 동기들, 그리고 2년간 함께 생활한 여러 조교님들, 조교 생활하는 동안 늘 따뜻한 말씀으로 지도해주신 박종수 교수님과 김도형 교수님께도 감사드립니다.

언제나 든든한 버팀목이 되어준 오빠, 힘들 때 마다 항상 곁에서 격려해주고 응원해 주는 친구들 5F, 내 마음을 너무 잘 이해해 주는 숙, 항상 힘이 되어주는 대학 친구들, 짝꿍 차성.. 사랑하는 친구들에게 감사의 말을 전하며 언제나 행복하기 바랍니다.

마지막으로 언제나 믿고 지켜봐 주시는 후원자이신 부모님과 힘든 군 생활에도 늘 안부를 묻고 걱정해주는 착한 동생에게 감사의 마음을 전합니다.