

웹 환경에서의 고등학교 수학 교과 문제 유형별 평가 시스템에 관한 연구

최정률^{*} · 신용서 · 윤기천 · 이상철 · 최필진 · 한상민 · 박홍복
^{*}부경대학교

A Study on Item-Type Evaluation System of HighSchool Mathematics in Web Environment

Jeong-yul Choi^{*} · Yong-Seo Sin · Ki-cheon Yoon · Sang-cheol Lee · Phil-jin Choi · Sang-min Han ·
Heung-bok Park
^{*}Pukyong National University
E-mail : cur0202@hanmail.net

요 약

기존의 웹 기반 학습 평가 시스템은 학습자의 선택 기회가 없는 상태에서 일방적으로 제시된 문제지로 평가하게 되거나, 문제 은행에서 임의로 추출한 문제도 단순히 무작위로나 난이도만을 고려하여 문제지를 구성하였고, 그 결과에 대한 성취도의 분석도 한 문제지에 대한 정오표 또는 점수로 단순하게 제시하기 때문에 학습자의 지속적인 학습 관리가 이루어지지 못하고 있다.

본 논문에서는 문제 유형, 과목 및 단원, 난이도, 문항 형태, 문항당 배점, 문항당 배당 시간 등의 다양한 정보를 가진 유형별 문제 은행을 구축하였다. 학습자는 마치 문제집에서 풀고 싶은 유형의 문제를 선택하듯이 문제 은행에서 문제를 자율적으로 구성하여 평가할 수 있는 유형별 문제지나 대수학능력시험의 기준에 맞추어 자동 구성되는 종합 문제지로 다양하게 평가할 수 있다. 또한, 한 문제지에 대한 결과뿐만 아니라 유형별, 월별 성취도 분석을 통하여 평가한 총점에 대한 획득한 점수의 누적 통계를 그래프로 일목요연하게 보여주어 한 학습자에 대한 지속적인 성취도 분석이 가능하도록 구축하였다.

1. 서 론

현대 사회는 정보화 시대로서 과학 기술의 발달과 지식의 폭발로 정보의 양이 급격히 증가하고 있다. 급속도로 고급화되고 있는 하드웨어 환경과 PC 사용자의 질적 향상, 그리고 거세게 몰아치고 있는 정보화의 열풍은 인터넷이라는 매체를 타고 세계로 향하고 있다. 이와 같이 무한한 잠재력을 지닌, '정보의 바다'라고 부르는 인터넷은 그 정보의 양이 많아 어떤 정보가 어디에 있고 그것을 어떻게 수집, 가공해서 얼마나 잘 활용할 줄 아느냐가 중요한 문제로 대두되고 있다.

우리의 교육 환경도 하루가 다르게 달라지고 있다. 교단 선진화 기자재의 설치가 전학급으로 확산되고 있으며, 멀티미디어실의 구축도 꾸준히 늘어나고 있다. 컴퓨터를 이용한 교수·학습은 학습자 중심의 개별 수업이 가능하며 인터넷 웹서비스는 학생들의 창의성을 길러줄 수 있는 좋은 학습의 매체가 될 것이다. 인터넷의 꽃이라 불리는 웹(WWW:World Wide Web) 서비스는 하이퍼

미디어를 구축하여 어려운 통신 명령어를 익히지 않고 마우스의 조작만으로도 초보자가 쉽게 정보를 구할 수 있으며 다양한 교육 정보를 서로 공유할 수 있다[1].

분명히 미래의 교육은 전통적인 교실 수업에서 벗어나, 컴퓨터 통신을 이용하여 시간과 공간의 제약 없이 언제 어디서나 학습을 할 수 있는 온라인 멀티미디어 원격 교육이 본격화될 것이다[2,3].

이러한 시점에서, 학생들의 학습 결과에 대한 평가도 단순히 문제집을 푸는 것이나 학교에서 이루어지는 지필 고사를 통한 단순한 평가에서 벗어나, 학습자가 데이터베이스화된 문제 은행에서 다양하게 문제지를 구성하여 평가해 보고 실 시간으로 그 결과를 파악해 볼 수 있도록 하여 교수-학습 과정의 질적인 측면을 평가하고 학습자의 성취도를 꾸준히 분석하여 학습 과정의 개선점을 제시함으로써 학생 개인의 교육적 성장을 돕기 위한 학습 평가 시스템이 필요하다. 본 논문에서는 기존의 웹 기반 학습 평가 시스템을 알아

보고, 그 문제점을 개선하여 새로운 학습 평가 시스템을 구축하고자 한다.

2. 관련 연구

“Edugate” [2]는 학습(강의)과 평가를 위한 대학교내 시스템으로 교재 제작 시스템을 통해 교수가 웹 상에서 문제지를 출제하고, 게임형, 단계형 Test를 통해 평가한다.

웹 기반 대화형 원격 교육 시스템 [3]은 문제를 풀고 난 후 채점 버튼을 누르면 CGI를 이용하여 서버에서 클라이언트에게 대화형으로 정답을 제시해 주는 영어 학습 시스템이다.

교수 중심의 웹 기반 학습 평가 시스템 [4]는 각 문제마다 주제어와 난이도를 부여하여 해당 문제를 문제 은행에서 검색하여 문제지를 작성할 수 있고, 문제지 작성시 난이도의 비율을 자동적으로 계산할 수 있도록 하였다. 성취도 분석은 학생 개인별, 학급별, 문항별로 평가 결과를 분석할 수 있다.

인터넷 무료 시험 찍기킴 [5]은 운전 면허, 워드프로세서, 정보 처리 기능사, 컴퓨터 활용 능력의 4개 시험 종목에 대한 기출 문제 및 모의 고사를 온라인 상에서 평가할 수 있는 시스템이다. 시험 시간이 시험지의 상태바에서 자동으로 카운트다운되며 제출 버튼을 누르거나 주어진 시간이 지나면 자동적으로 답안이 제출된다. 평가 결과 화면에서는 그 과목에 대한 성적을 백분율(%)로 계산하여 막대 그래프로 보여준다.

인터넷 시험 포탈 eTEST [6]은 교과 과정 시험, 컴퓨터 시험, 공무원 시험, 공인 자격증 시험, 기술계 자격증 시험, 스페셜 테스트에 대한 문제를 온라인 상에서 평가할 수 있는 시스템으로, 그 방식은 [5]와 대동소이한데, 프레임은 나누어 왼쪽 프레임은 문제 화면, 오른쪽 프레임은 답안지 화면으로 구성해 놓았다.

인터넷 수학 시험 사이트 에듀돔 [7]은 시험 보기, 점수 보기, 분포 보기, 성적 변화 보기 등의 메뉴를 통해 수학 시험을 실시하고 학습자의 점수와 전국 등수, 학교별 석차 등 다양한 통계를 제공한다.

그러나, [2], [3]은 모두 평가 부분의 내용이 빈약한 면이 있으며, [4], [5], [6], [7]은 다양한 문제지의 구성과 다양한 평가 방법의 결여나 학습자에 대한 지속적인 성취도 분석이 부족한 단점이 있다.

3. 문제 유형별 평가시스템의 설계

고등학교 수학 교과의 문제 유형별 평가 시스템은 관리자 모드, 회원 모드, guest 모드의 세

가지 형태로 설계되었다. 관리자 또는 기존 회원 I.D.나 guest로 로그인을 하게 되면 각각의 모드로 시스템에 접근하게 되는데, 메뉴는 관리자 모드에서는 문제 은행 관리, 회원 관리, 회원 모드에서는 시험 문제 풀기, 성취도 분석하기, guest 모드에서는 시험 문제 풀기로 구성되어 있다. 문제 유형별 평가 시스템의 구성도는 그림 1과 같다.

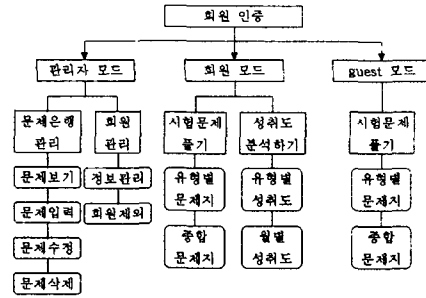


그림 1. 문제 유형별 평가 시스템의 구성도

관리자 모드에서 문제 은행 관리 메뉴를 선택하면 문제 은행 리스트가 나타나는데, 문제 유형, 단원, 문항 형태, 수능 기출 등의 항목을 재정렬하여 볼 수 있도록 설계하였다.

문제 은행 리스트에서 새로운 문제를 입력할 수도 있고, 문제 설명 항목을 클릭하면 문제, 정답, 풀이 과정을 볼 수 있는데, 여기서 문제를 수정 또는 삭제할 수도 있다.

다음 그림 2는 문제 은행 관리 과정을 나타낸 것이다.

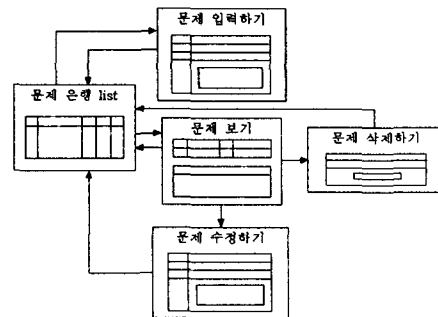


그림 2. 문제 은행 관리 과정

문제지 평가 과정은 다음 그림 3과 같다. 시험 문제지 선택 화면에서 유형별 문제지를 선택하면 문제 은행 리스트가 나타나는데 여기서 계열을

선택하고 문제 유형, 과목 및 단원, 난이도, 문항 형태 등의 각 문항 정보를 참고하여 사용자가 자율적으로 문제지를 구성한 다음 평가하게 된다.

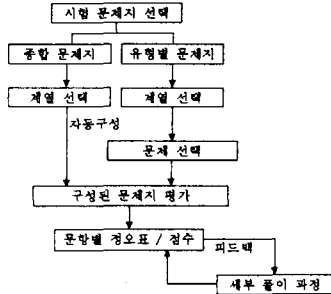


그림 3. 문제지 평가 과정

종합 문제지는 계열을 선택하게 되면 6개의 유형과 난이도 등을 혼합하여 자동으로 문제지가 구성되는데 대학수학능력시험의 출제 경향을 분석하여 다음 표 1과 같이 문항수는 30문항, 배점은 80점, 평가 시간은 100분으로 하며 객관식은 80%, 주관식은 20%로 구성되도록 설계하였다.

표 1. 종합 문제지의 구성

문항 형태	배점	문항 수
객관식	2점	12문항
	3점	9문항
	4점	3문항
주관식	2점	2문항
	3점	3문항
	4점	1문항
계	80점	30문항

평가가 끝나게 되면 평가 결과로서 문항별 정오표와 점수를 보여주며, 풀이 과정을 보고자 하는 문항을 클릭하면 문항의 각종 정보와 함께 풀이 과정을 보여주게 된다.

성취도 분석은 그림 4와 같이 유형별 성취도 분석과 월별 성취도 분석으로 나뉘어진다.

유형별 성취도 분석은 학습자가 회원으로 가입한 이후에 실시한 모든 평가에 대하여 평가한 총점에 대한 획득한 점수의 성취도를 백분율로 환산하여 막대 그래프로 나타내어 주는 '평가 총점에 대한 획득 점수의 성취도 분석'과 6가지 유형 중 어느 유형이 더 강한가 또는 약한가를 막대 그래프로 나타내어 비교해 주는 '6가지 유형의 성취도 비율'로 나뉘어져 있다.

월별 성취도 분석은 사용자가 학습한 모든 기간 동안의 월별 성취도를 전체 및 6개의 유형별로 분석하여 막대 그래프로 나타낸다.

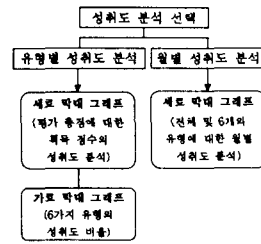


그림 4. 성취도 분석

4. 문제 유형별 평가시스템의 구현

본 논문에서 구현한 문제 유형별 평가 시스템의 서버 사양은 Pentium II 500MHz, 128MB 메모리, 12GB의 HDD로 구성되었다. 운영 체제는 Windows NT 4.0으로 서버-클라이언트 환경 하에서 웹 상에서 실시간으로 평가가 가능하도록 구현하였다. 웹 서비스 서버는 IIS 4.0으로, 웹 데이터베이스 서버는 MS SQL 7.0으로 구현하였으며, 웹 서비스 서버와 웹 데이터베이스 서버 간의 연동은 ODBC와 ADO를 이용하였다. 웹 애플리케이션은 ASP를 사용하고, 웹 페이지는 HTML, VBScript, JavaScript 등으로 작성하였다. 학습자 인터페이스는 Internet Explorer 4.0 이상의 웹 브라우저를 사용하였다.

그림 5와 같은 문제 은행 관리 화면에서 관리자는 문제에 대한 각종 정보를 보고, 각 항목을 클릭하여 문제를 적절하게 재배열해서 볼 수도 있고, 각 계열별로 수록된 문항 수가 몇 문항인지를 바로 알아 볼 수가 있다. 오른쪽 상단에 문제 유형과 단원에 대한 도움말을 제공하는 그림 위에 마우스 커서를 올려 놓으면 도움말이 뜨게 된다. 또한, 문제 입력하기 버튼을 눌러 신규로 문제를 입력할 수도 있다.

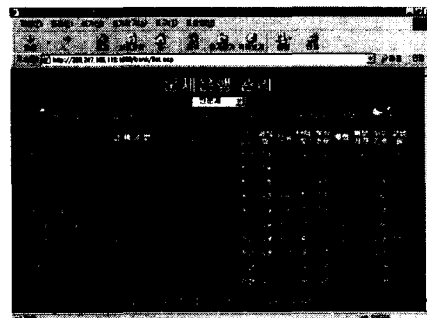


그림 5. 문제 은행 관리 화면

문제 은행 관리 화면에서 문제 설명 부분을 클릭하면 그림 6과 같은 문제 보기 화면이 나타나는데 여기서 문제, 정답, 해설을 보고 수정, 삭제할 수 있다.

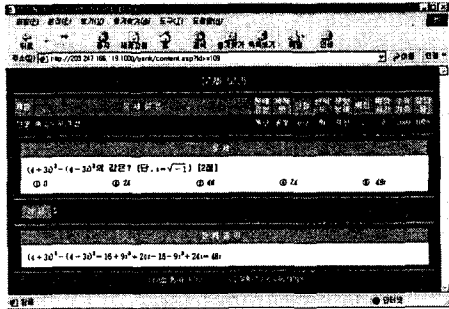


그림 6. 문제 보기 화면

회원이 메인 화면에서 시험 문제 풀기 버튼을 클릭하게 되면 다음 그림 7과 같은 시험 문제지 선택 화면이 나타난다. 회원은 여기서 유형별 문제지나 종합 문제지 중 하나를 선택할 수 있다.

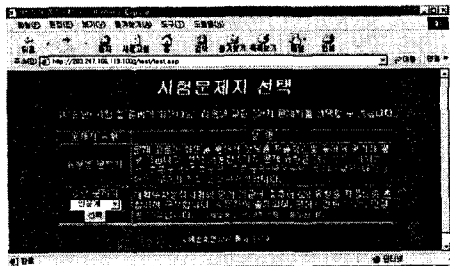


그림 7. 시험 문제지 선택 화면

시험 문제지 선택 화면에서 유형별 문제지를 선택하게 되면 사용자가 자율적으로 문제를 선택하여 문제지를 평가하게 되고, 종합 문제지를 선택하게 되면 자동으로 구성된 문제지를 평가하게 된다.

사용자가 문제를 선택하는 화면은 그림 8과 같다. 그림과 같이 문제 은행 리스트가 나타나게 되는데, 이전에 풀어서 맞은 문제는 회색으로, 이전에 풀어서 틀린 문제는 하늘색으로, 아직 풀지 않은 문제는 흰색으로 제시하여 문제지를 구성하는데 도움을 주도록 구현하였다. 문제 은행의 한 페이지는 20문항씩 제시되는데 각각의 페이지마다 문제를 선택하여 'CHOOSE' 버튼을 클릭하게 되면 그림 9와 같은 선택한 문제 화면이 나타나게 된다. 여기에서 삭제하고자 하는 문제가 있을 경우는 체크박스에 체크한 다음 삭제 버튼을 누르

면 되고 시험에 응시하고자 할 때에는 하단에 있는 시험치기 버튼을 클릭하면 된다.

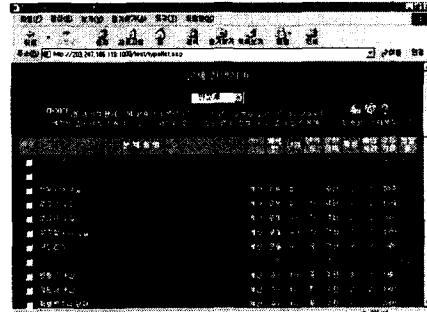


그림 8. 문제 선택하기 화면

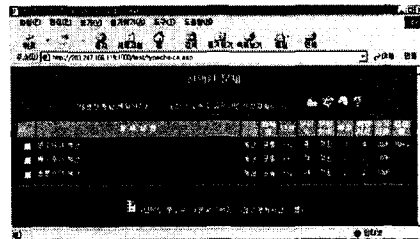


그림 9. 선택한 문제 화면

문제지를 구성하게 되면 그림 10과 같이 시험 치기 화면이 나타나는데 세 프레임으로 나뉘어 상단에는 시험의 회수, 문항 수, 배점, 평가시간 등이 제시되고, 중간에는 시험 문제가, 하단에는 답안지가 제시된다. 평가 시간은 자동 계산되어 측정되며, 시험지 하단의 상태바에서 카운트다운된다. 답안 제출 버튼을 누르거나 평가 시간이 종료되면 자동으로 답안은 전송되어 DB에 저장된다.

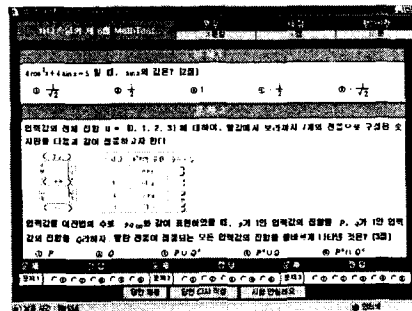


그림 10. 시험 치기 화면

답안이 제출되고 나면 그림 11과 같이 문제지 채점을 통하여 문항별 정오표와 점수를 제시한다. 이 때, 다시 학습하고자 하는 문제를 선택하면 세부 풀이 과정을 보여준다.

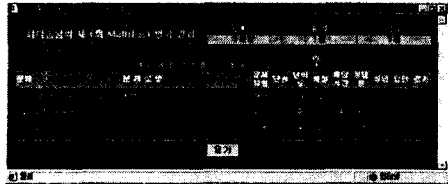


그림 11. 평가 결과 화면

다음은 시험 결과에 대한 각자의 성취도를 분석한 것이다. 그림 12는 회원의 유형별 성취도 분석을 나타내는 평가 총점에 대한 획득 점수의 성취도 분석 화면이며 그림 13은 6가지 유형의 성취도 비율 화면이다.

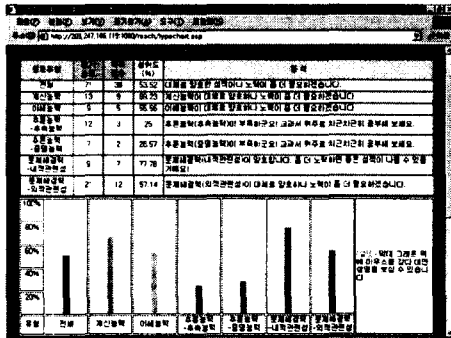


그림 12. 평가총점에 대한 획득점수의 성취도분석

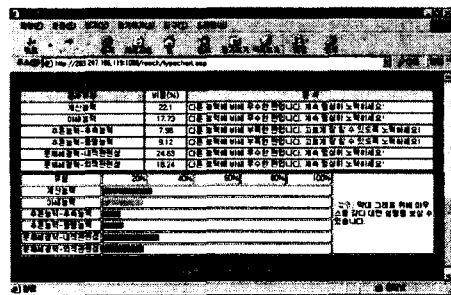


그림 13. 6가지 유형의 성취도 비율

그림 12는 그 성취도에 따라 우수, 양호, 대체

로 양호, 약간 부족, 부족의 단계로 분석 문구가 제시되어 있다. 아래 막대 그래프는 성취도(%)를 막대 그래프로 나타내어 각 유형별로 한 눈에 쉽게 파악할 수 있게 구현한 것으로, 막대 그래프 위에 마우스를 갖다 대면 점수와 백분율의 설명을 볼 수 있다. 이는 학습자가 각각의 문제 유형에 대하여 얼마나 잘 해결할 수 있느냐 하는 능력을 나타내는 것이다.

그림 13은 6개의 문제 유형별 해결 능력을 서로 비교할 수 있도록 100을 전체로 보았을 때 상대적인 우위도를 나타내며 다른 능력에 비해 우수한지 부족한지를 분석한다.

그림 14는 회원의 월별 성취도 분석을 나타낸 것으로, 월별로 성취도 향상의 정도를 파악할 수 있도록 구현되었다. 전체 및 6개의 유형에 대한 월별 성취도 분석을 화면 아래의 해당 메뉴를 클릭하면 모두 파악할 수 있다.

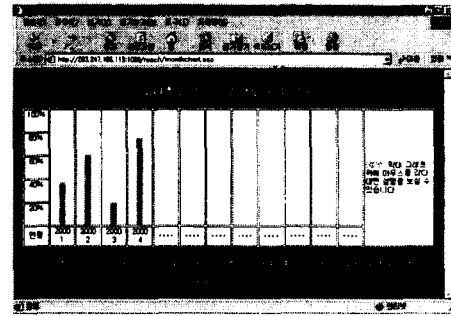


그림 14. 월별 성취도 분석

5. 적용 결과 분석

온라인 상에서 본 학습 평가 시스템의 효율성을 검증받기 위해서 설문 조사를 실시한 결과는 다음 표 2와 같다.

표 2. 설문 조사 결과

항목	좋다	보통이다	좋지 않다
① 문제 은행 문항 정보의 효과적 학습 기여도	97(79%)	26(21%)	0(0%)
② 온라인 평가의 효율성 정도	71(58%)	43(35%)	9(7%)
③ 실시간 평가 결과 확인의 효과 정도	108(88%)	13(11%)	2(1%)
④ 성취도 분석의 차시 학습 기여도	94(76%)	28(23%)	1(1%)
⑤ 학습 평가 시스템의 성적 향상 기여도	95(77%)	27(22%)	1(1%)

대부분의 학생들이 본 학습 평가 시스템에 대해서 평균 76% 이상이 학습 효과 면에서 우수하거나 양호한 것으로 평가하고 있다.

6. 결론 및 향후 과제

본 학습 평가 시스템에서는 서버에 탑재되는 모든 문제를 6개 유형별로 분류하고 각 문항에 다양한 정보를 내장하여, 관리자는 온라인 상에서 새로운 문제를 입력하고 기존 문제를 수정, 삭제할 수 있으며, 학습자는 문제 은행 리스트를 통하여 다양한 정보가 제공되는 문제를 열람하고 문제를 선택하여 평가할 수 있다.

평가는 문제 은행 리스트에 나타나는 각 문항 정보를 참고하여 사용자가 자율적으로 구성할 수 있는 유형별 문제지와 대학 수학 능력 시험의 출제 기준에 맞추어 자동 구성되는 종합 문제지 등 다양한 문제지를 선택할 수 있다. 구성되는 문제지는 제목, 문제, 답안지의 세 프레임으로 구성되어 평가하게 되며, 시험지의 상태바에 시간 측정 기능이 삽입되어 평가 시작과 동시에 정해진 시간 동안 실제로 교실에 앉아서 시험을 치는 듯한 느낌을 가지게 한다. 또한 답안이 제출되면 문항별 정오표 및 점수가 제시되고 학습하고자 하는 문제를 선택하면 세부 풀이 과정을 보여주어 피드백이 되도록 하였다. 학습자는 자기의 여건에 맞게 문제지를 구성하여 다양한 학습 평가가 이루어질 수 있으므로, 일방적으로 제시되는 문제지에 대한 거부감 발생 및 흥미도 결여 등이 감소되어 자기주도적인 평가가 이루어질 수 있다.

성취도 분석은 학습자가 회원으로 가입한 이후에 실시한 모든 평가의 결과에 대하여 '평가 총점에 대한 획득 점수의 성취도 분석'과 '6가지 유형의 성취도 비율'을 나타내는 유형별 성취도 분석과 사용자가 학습한 모든 기간 동안의 월별 성취도 분석 등 다양한 막대 그래프를 제공한다. 학습자의 지속적인 결과 분석을 DB에 저장하여 제시해 줌으로써 자기 학습에 대한 미비점 반성과 학습 계획을 장기적으로 할 수 있도록 도와주어 궁극적으로는 성적 향상에 기여한다.

설문지 조사 결과 76% 이상의 학생들이 본 학습 평가 시스템이 학습 효과 면에서 우수 또는 양호한 것으로 평가하였다.

향후 과제로는 세련된 디자인의 홈페이지로 개선하고, 다양한 문제와 상세한 문제 풀이를 문제 은행에 탑재하며, 관리자와 학습자 인터페이스를 개선하고자 한다.

참고 문헌

- [1] 밀양여자중학교, 인터넷교육 시범학교 운영보

- 고서 "인터넷 웹 활용을 통한 자기 주도적 학습력 신장", 1999
- [2] 김성호,이근왕,정문렬,오해석, "웹을 이용한 원격 강의 시스템의 구현", 송실대학교 정보과학대학 멀티미디어연구실, 1999
- [3] 임희숙,김창근,김수형, "CGI/Java를 이용한 웹 기반 원격 교육 시스템 설계 및 구현", 한국정보처리학회 춘계학술발표논문집 제6권 제1호, 1999
- [4] 추교홍,주정은,김창수, "교수 중심의 웹 기반 학습 평가 시스템 설계 및 구현", 부경대학교 교육대학원 교육학석사학위논문, 1999.8
- [5] 인터넷 무료 시험 찍기.컴 (<http://www.jjikki.com>)
- [6] 인터넷 시험 포탈 eTEST (<http://www.etest.co.kr>)
- [7] 인터넷수학시험사이트 에듀돔 (<http://www.edudom.com>)