

문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현

하 일 규[†] · 강 병 옥^{††}

요 약

WBI(Web Based Instruction)는 웹을 매체로 활용하여 원거리에 있는 학습자를 교육시키는 형태로서 교수자와 학습자간 상호작용을 가능하게 하고, 다양한 형태의 학습자료를 제공하며, 공간적 제약을 극복할 수 있다는 장점이 있다. 본 논문은 웹에 기반한 교육적 활용의 한 모델로서 웹기반 교육평가시스템의 설계 및 구현에 관한 것이다. 웹기반 교육평가시스템은 기존 시스템들의 문제점이 되고 있는 문제출제 기능의 미비점을 해결하여 웹 상에서 문제를 출제할 수 있는 온라인 출제방식과 오프라인에서 작성한 문제를 업로드하여 재사용하는 업로드 출제방식을 모두 갖추어야 한다. 또한 문항분석 기능을 갖추어 학생이 풀이한 결과에 대한 각종 분석 지표를 제공하여 교사는 난이도 조정이나 문항의 수정을 통하여 문항에 피드백을 할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 이러한 요구사항을 모두 반영하는 시스템을 설계하고 PHP스크립트 언어와 호환성이 좋은 MySQL데이터베이스를 이용하여 구현하였다.

Design and Implementation of a Web-Based Education-Evaluation System for Setting and Analyzing Questions

Il Kyu Ha[†] · Byong Ug Kang^{††}

ABSTRACT

WBI (Web-Based Instruction), a web-based tool for teaching the students at a long distance, makes possible to interact between learners and instructors, provides a wide variety of learning materials, has an advantage of overcoming spatial constraints. In this paper, as a model of using the web for education, a web-based education-evaluation system has been designed and implemented. Web-based education-evaluation system has to be equipped with both of the online setting question mode and the upload setting question mode, the former makes questions on web and the latter uploads the setted questions on offline with settling a defect of the existing systems on setting questions. And the system has to be equipped with the function of analyzing the questions that gives teacher several kinds of analysis information and makes possible to feedback to questions by adjusting the difficulty and revising the questions. In this paper, a system that reflects the above requirements has been designed and implemented with PHP script language and MySQL database system.

키워드 : 교육평가(education evaluation), 문항출제(setting question), 문항분석(analyzing question), 문제은행(question bank), 문항 통계(question statistic), WBI(Web Based Instruction)

1. 서 론

인터넷의 확산과 더불어 웹은 가장 많은 사용자를 확보하고 있는 인터넷 서비스 중의 하나이다. 웹은 사용자가 웹 브라우저를 실행시키는 것만으로 웹서비스를 이용할 수 있기 때문에 많은 사람들을 끌어들이는 요인이 되었으며, 쉬운 접근 방식 때문에 다양한 학생층을 대상으로 훌륭한 교수도구로 활용될 수 있는 가능성이 있다[6]. 교수자의 입장에서 웹은 CAI(Computer Aided Instruction)형태의 오프라인 컴퓨터 교수학습방법에서 벗어나 웹기반의 교수학

습방법인 WBI(Web based Instruction)형태로 발전하면서 원거리의 학습자를 교육시키는 유용한 방법으로 알려지고 있다. 이러한 현실을 감안하여 본 연구에서는 가상의 공간에서 교수자와 학습자가 상호 작용하면서 교수 학습할 수 있는 방법에 주목하여 교수자는 웹 상에서 문제를 출제하고 학습자 역시 인터넷을 통해 손쉽게 문제를 풀고 결과를 확인할 수 있게 하는 교육평가시스템을 설계하고 구현한다. 특히 본 시스템은 기존 시스템의 문제점이 되고있는 문제출제 기능을 해결하고자 웹 상에서 문제를 출제할 수 있는 온라인 출제방식과 오프라인에서 작성한 문제를 업로드하여 재사용하는 업로드 출제방식을 모두 갖추었다. 또한 문항분석 기능을 갖추어 학습자가 풀이한 결과에 대한 각종 분석 지표를 제공하여 교수자가 난이도 조정이나 문항의

[†] 정 회 원 : 영남대학교 대학원 컴퓨터공학과
^{††} 중 심 회 원 : 영남대학교 전자정보공학부 교수
논문접수 : 2002년 2월 18일, 심사완료 : 2002년 5월 3일

수정을 통하여 문항에 피드백을 가할 수 있도록 하였다.

기존의 교육평가시스템과 관련한 선행연구에서는 주로 다음과 같은 문제점이 발견된다. 첫째, 다양한 문제출제 기능이 부족하다. 최근의 문제출제 방식은 온라인 상에서만 이루어지고 있고 오프라인 상에서 출제된 문제를 재활용하고 있지 못하다. 따라서 이미 워드프로세서 등으로 작업한 문서를 재활용할 필요가 있다. 둘째, 교수자와 학습자를 위한 다양한 통계자료가 부족하다. 학습자는 각종 통계자료를 통하여 차후학습에 피드백을 가할 수 있고, 교수자도 이미 출제된 문제에 대한 학습자들의 반응을 분석함으로써 문제의 질적 향상과 학습자의 지도에 효율을 기할 수 있다. 셋째, 문제은행 기능과 특정교수자의 학습평가 기능의 통합이 이루어지고 있지 않다. 따라서 학습자에게 다양한 학습의 기회를 제공해주고 있지 못하다. 이러한 문제점을 해결하고자 본 연구에서는 다양한 기능을 가진 교육평가시스템을 설계하고 구현한다.

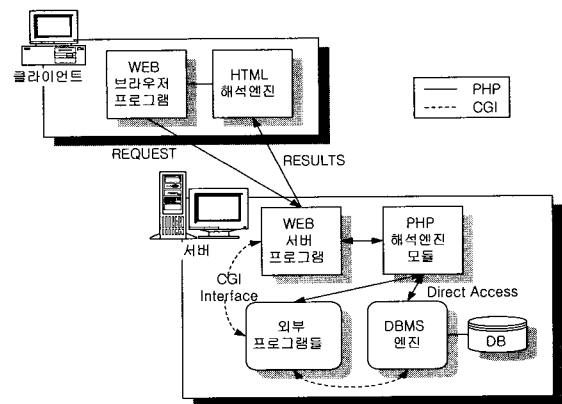
시스템에 대한 행위 객체는 교수자, 학습자, 관리자 등 3자가 중심이 된다. 교수자는 특정학습자를 상대로 문제를 출제하고, 관리자는 시스템을 관리하는 기능과 함께 모든 학습자들이 접근할 수 있는 문제은행의 문제를 출제하고, 학습자는 답임교사와 같은 특정교수자가 출제된 문제나 관리자가 출제된 문제은행의 문제를 푼다. 시스템은 다음과 같은 주요 기능을 포함한다. 우선, 학습자가 문제를 풀이할 수 있는 기능과 함께 교수자나 관리자가 다양한 형태로 문제를 출제할 수 있는 기능을 가진다. 둘째, 응시자의 문제 풀이에 대한 다양한 통계자료를 응시자와 출제자에게 제공한다. 따라서 출제자는 문항분석을 통해 문제를 평가하도록 하고 이에 따라 난이도조정 등의 피드백 기능을 가지도록 한다. 셋째, 교수자가 제공하는 문제들은 필요시 검증작업 후 관리자에 의해 문제은행의 형태로 관리되도록 한다. 따라서, 전체 시스템에서 제공할 수 있는 검증된 문항의 수를 적절히 유지한다. 한편 본 시스템은 리눅스 운영체제를 기반으로 PHP[2] 스크립트 언어와 MySQL[3] 데이터베이스 시스템을 이용하여 개발된다. MySQL은 PHP에 잘 맞는 성질을 지니며, PHP는 HTML과 혼용이 가능하므로 서로의 장점을 살려 구현한다.

논문의 구성은, 2, 3장에서는 본 연구에서 사용된 PHP언어와 교육평가의 이론적 배경을 설명하고, 4장에서는 본 시스템의 전체적인 구성을 설명하고, 5, 6, 7장에서는 시스템의 분석, 설계 및 구현과정을 설명한다. 8장에서는 구현상의 특이점을 설명하고, 9장에서는 관련연구와 비교하며, 10장에서 결론을 기술한다.

2. PHP언어와 MySQL

PHP는 서버에서 해석되는 스크립트 언어로서 클라이언

트(웹브라우저)에서 해석되는 스크립트 언어인 HTML이나 자바스크립트와 같은 언어들과 달리 서버 내에 있는 PHP 해석엔진을 통해 해석된다. 또한 CGI(Common Gate Interface)와도 구별되어 웹서버 모듈로 동작하면서 데이터베이스를 직접적으로 접근할 수 있으며 다른 외부의 프로그램도 실행시킬 수 있다. 이러한 모듈방식은 다중사용자가 접속했을 때 CGI방식에 비해서 빠른 실행 속도와 함께 서버의 부하를 줄일 수 있다. PHP언어를 본 시스템 개발에 사용함으로써 다음과 같은 효과가 기대된다. 첫째, 기존의 WEB언어인 HTML과 결합력이 뛰어나고 문법이 간편하여 사용하기가 쉽다.



(그림 1) PHP 언어의 해석과정

둘째, 기존의 SQL문을 PHP언어 내에 쉽게 삽입하여 사용할 수 있어서 데이터베이스 핸들링이 용이하다. 셋째, 컴파일과정이 필요 없으므로 개발과정상 디버깅 시간을 단축할 수 있다. MySQL은 PHP와 더불어 각광을 받고 있는 공개된 DB로서 안정성이 우수하고 다양한 웹서버와의 연결을 지원한다.

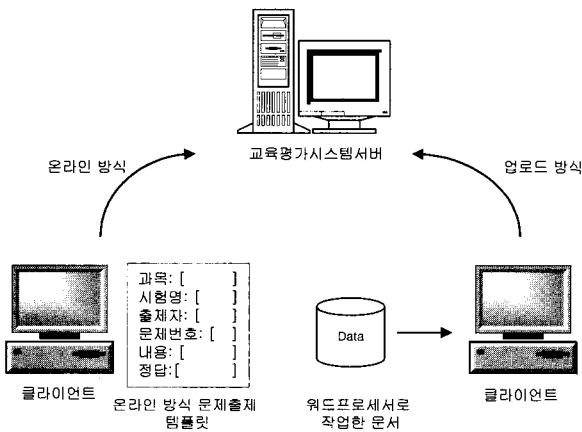
3. 교육 평가

교육 평가란 교수프로그램에 관한 의사결정을 하기 위해서 학습자의 행동변화 및 학습과정에 관한 정보를 수집하고 이용하여 교육적 의사결정을 내리는 데 도움을 주거나 혹은 의사결정을 하는 과정을 말한다[7]. 평가를 위한 문항의 종류에는 선택형 문항과 서답형 문항으로 분류할 수 있다. 선택형 문항의 종류에는 진위형, 배합형, 선다형이 있고, 서답형 문항에는 단답형, 완성형, 논문형이 있다. 본 연구에서 주로 다루고 있는 문항은 선다형과 단답형이다.

3.1 문항출제방식

웹기반의 교육평가시스템에서 문항을 출제할 수 있는 방식은 크게 온라인 출제방식과 업로드 출제방식으로 구분할 수 있다. 온라인 출제방식은 웹 상에서 문제출제 템플릿을

사용하여 교수자가 직접 문제를 출제하는 방식이며, 업로드 출제방식은 교수자가 오프라인 상태에서 워드프로세서로 문제를 출제하여 웹 상에서 문제풀이가 이루어질 수 있도록 업로드하는 방식이다. 온라인 출제방식은 교수자가 웹 상에서 바로 문제를 입력함으로써 출제의 편리함이 있는 반면에 문항출제를 위한 사전 구성작업이 필요하다는 단점이 있다. 업로드 출제방식은 시간적 여유를 두고 구성된 문제를 한꺼번에 올릴 수 있다는 장점이 있는 반면에 워드프로세서로 작성한 문제를 웹브라우저가 인식할 수 있는 형태로 변환하여 업로드하는 작업이 번거롭다. 본 연구에서는 두 가지 형태의 출제 방식을 모두 채택하고 있다. 온라인 출제방식과 업로드 출제방식을 도식화하면 (그림 2)와 같다.



(그림 2) 온라인 출제방식과 업로드 출제방식

3.2 문항분석방식

교수자가 문항을 제작하고 난 이후에는 학습자의 평가가 이루어지고 문항에 대한 분석이 이루어진다. 문항분석이란 한 검사 속에 포함되어 있는 문항들이 얼마나 적합하며, 제구실을 하고 있는가를 검증, 분석하고 문항의 개선을 목적으로 하는 것을 말하는 것으로[7], 문항분석에는 전통적으로 측정이론에 기초를 둔 문항 변별도, 문항 곤란도, 문항 반응분포 등의 분석요소가 있다. 문항변별도(item discrimination)는 어떤 검사의 개개 문항이 그 검사에서 득점이 낮은 학생과 높은 학생을 식별 또는 구별 해줄 수 있는 변별력을 말한다. 문항변별도는 식 (1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$D.I. = \frac{2 (Ru - Rl)}{f} \quad (1)$$

- D.I. : 문항변별도지수(discrimination index)
- Ru : 상위집단의 정답지수
- Rl : 하위집단의 정답지수
- f : 각 집단의 학생수

문항곤란도(item difficulty)는 한 문항의 쉬운 정도를 나

타내는 것으로 문항에 옳게 답한 사람의 백분율로 표시한다. 문항곤란도는 문항배열의 순서를 정하는데 사용되며 일반적으로 50%정도가 이상적이며, 20~80%까지가 바람직하다. 문항곤란도 측정에는 다음과 같은 세 가지 방법이 있다. 첫째, 추측요인과 미달항을 고려하지 않은 단순한 계산 방법이다. 이는 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R}{N} \times 100 \quad (2)$$

- P : 문항곤란도의 지수
- N : 전체사례수
- R : 정답자수

둘째, 추측요인을 고려한 곤란도다. 이는 선택형 문항일 때 추측으로 맞출 가능성을 배제한 곤란도다. 이는 식 (3)과 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R - \frac{W}{n-1}}{N} \times 100 \quad (3)$$

- N : 전체사례수
- R : 정답자수
- n : 문항의 답지수
- W : 오답자수

셋째, 추측요인과 미달항을 고려한 곤란도다. 이는 추측요인 뿐만 아니라 답을 하지 않은 문항을 오답으로 처리하여 계산한 곤란도다. 이는 식 (4)와 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R - \frac{W}{n-1}}{N - NR} \times 100 \quad (4)$$

- N : 전체사례수
- NR : 미달 학생수
- R : 정답자수
- n : 문항의 답지수
- W : 오답자수

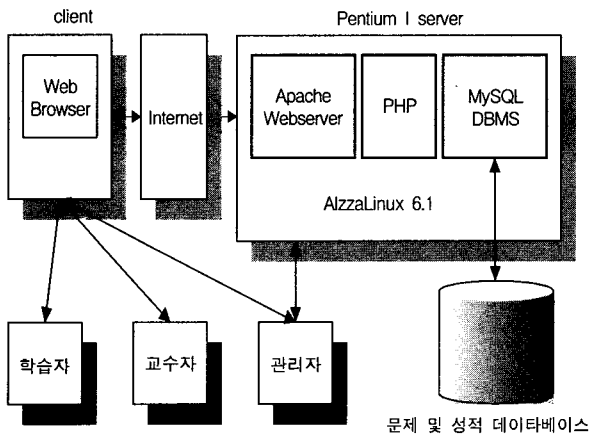
문항반응분포(item response distribution)는 문항의 각 답지에 대한 반응의 분포상태를 분석함으로써 각 답지가 의도했던 바의 기능이나 역할이 제 구실을 하고 있는지를 알아보는 것이다. 문항 변별도와 문항 곤란도는 분석의 단위가 문항인데 반해 문항반응분포는 문항속에 포함된 답지 하나하나가 그 대상이다[7].

4. 교육평가시스템 서버의 구성

교육평가시스템은 다수의 학생이 동시에 접근이 가능하도록 하기 위하여 리눅스 운영체제를 사용하여 구축한다. 리눅스 운영체제는 윈도우 운영체제에 비하여 구축비용이

저렴하며 네트워크를 잘 지원해 주고 저성능의 하드웨어에서도 잘 운영될 수 있다는 장점을 가지고 있다. 서버의 구성을 보면 (그림 3)과 같다.

서버는 비교적 저성능과 저가격의 펜티엄급 하드웨어를 기반으로 리눅스 운영체제를 사용한다. 리눅스 운영체제는 윈도우 운영체제에 비하여 구축비용이 저렴하며 네트워크를 잘 지원해주고 저성능의 하드웨어에서도 잘 운영될 수 있다는 장점 때문에 서버 구축에 자주 이용된다. 리눅스 운영체제를 기반으로 PHP엔진과 MySQL데이터베이스시스템 아파치 웹엔진 등으로 구성된다.



(그림 3) 교육평가시스템 서버의 구성

5. 교육평가시스템의 분석

전통적(conventional) 소프트웨어공학에서의 시스템 개발 과정은 분석, 설계, 구현, 검사 등의 과정을 거친다. 분석 단계에서는 자료 Modeling으로서 자료객체(data object)간의 관계를 나타내는 ERD(Entity relationship Diagram)을 작성하고, 기능 Modeling으로서 자료의 변환과정과 기능을 나타내는 DFD(Data flow Diagram)을 작성하고, 행위Modeling으로서 STD(State Transition Diagram)을 작성한다[1].

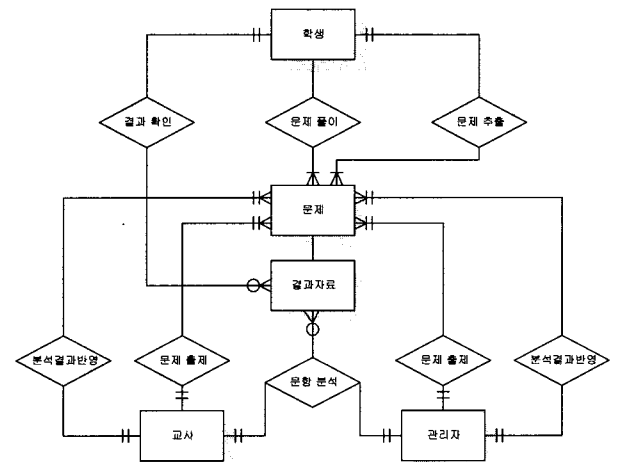
5.1 자료 모델링(Data Modeling)

자료 모델링은 자료객체를 추출해내고 각 자료객체를 상세히 묘사하고 있는 속성을 파악하고, 자료객체들간의 관계를 파악하는 작업이다. 자료 모델링의 최종 산출물은 자료 객체간의 관계를 표현하는 ERD가 된다. 본 시스템에서 필요한 자료객체는 문제 풀이를 하는 주체인 학생객체와 학생에게 문제를 제공하는 교사객체, 교사의 문제와는 달리 문제는행과 같은 일반적인 문제를 제공하고, 사용자를 관리하는 관리자객체로 구성된다. 교사나 관리자가 출제한 문항들은 문제객체가 되며 학생이 풀이한 문제에 대한 결과가 저장되어 성적자료객체가 된다. 주요 자료 객체와 속성을 보면 <표 1>과 같다.

<표 1> 주요 자료객체와 속성 (*) Key Field

자료 객체	속 성(attribute)
학 생	id(*), passwd(*), 이름, 학교, 성별, 주소, 전자우편
문 제	과목, 출제자id(*), 시험id(*), 문제번호(*), 주객관식구분, 문제내용, 주관식정답, 객관식정답, 난이도, 해설, 출제일자, 영역구분, 각 문항 정답체크수, 응시자수, 정답자수
학생성적	과목명, 학생id (*), 시험id (*), 문제 종류구분, 영역분류, 주객관식구분, 난이도, 응시일자, 점수, 학생이름

학생, 교사, 관리자 객체는 문제, 학생성적 객체를 매개로 하여 출제와 응시의 관계를 가진다. 자세한 ERD는 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 교육 평가 시스템의 ERD

5.2 기능 모델링

기능 모델링은 자료들이 시스템 내부에서 어떻게 변환되는지를 나타낸다. 기능 모델링의 산출물로는 DFD(Data Flow Diagram)이 있으며 정보흐름과 변환을 시각적으로 그린 것이다. 주요 행위객체별 기능을 보면 <표 2>와 같다.

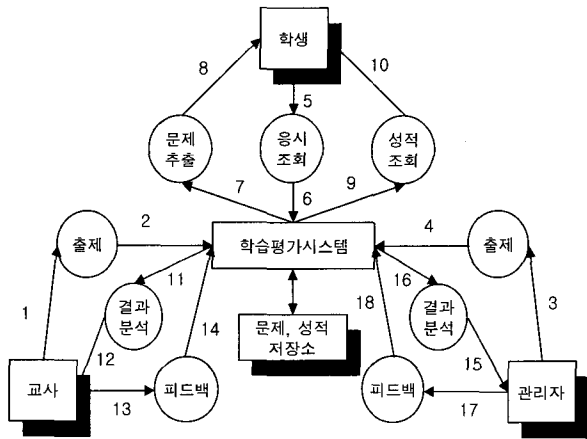
<표 2> 주요 행위객체별 기능

구 분	학 생	교 사	관 리 자
기 능	문제응시 성적조회 성적관리 질의응답	온라인형문제출제 오프라인형 문제출제 문제조회,수정 문항분석,성적통계 응시현황조회 질의응답	온라인형 문제출제 오프라인형 문제출제 문제조회,수정,삭제 문항분석,성적통계 응시현황조회 질의응답 사용자관리

행위객체별로 파악된 기능을 중심으로 DFD를 그리면 (그림 5)와 같다.

1. 교사의 온라인 또는 오프라인 문제 입력
2. 교사문제저장
3. 관리자(문제은행 출제자)의 온라인 또는 오프라인 문제 입력

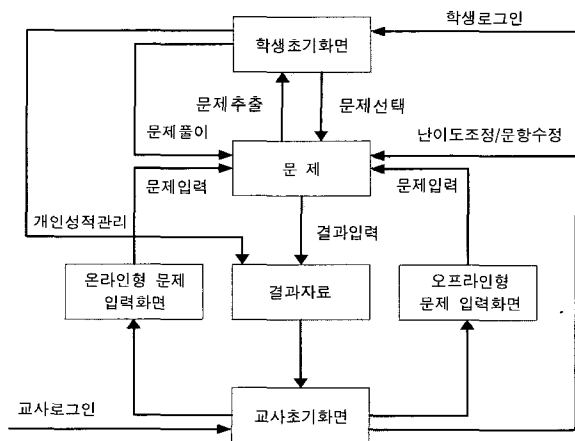
- 4. 관리자 문제저장
- 5, 6 학생의 문제선택
- 7, 8 문제 추출 조건
- 9, 10 학생의 성적 조회
- 11, 12 해당 문제 담당 교사의 성적 조회
- 13, 14 결과 분석 후 난이도 조정 및 문제 수정
- 15, 16 문제은행 출제자의 담당 관리자의 성적 조회
- 17, 18 결과 분석 후 난이도 조정 및 문제 수정



(그림 5) 교육평가시스템의 DFD

5.3 행위 모델링

행위 모델링은 시스템의 행위를 표현하는 것이며 STD (State Transaction Diagram)이 산출물이 된다. STD는 시스템 사용에 있어서 상태(state)와 상태사이의 전이를 야기하는 사건(event)로 나타낸다. 교사의 문제출제와 문항분석 사건을 중심으로 STD를 구성하면 (그림 6)과 같다.

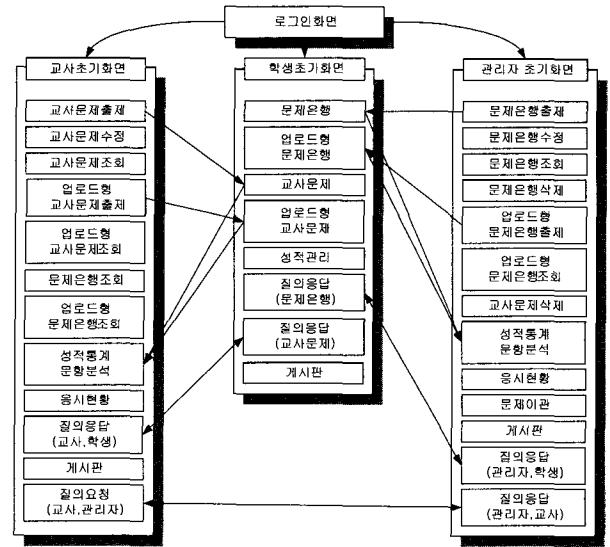


(그림 6) 문항출제와 문항 분석 중심의 STD

6. 화면 설계

분석된 모델을 기초로 교사, 관리자, 학생의 행위자를 중

심으로 화면설계가 이루어진다. 각 행위자의 기능에 맞추어 학생을 위한 화면, 교사를 위한 화면, 관리자를 위한 화면으로 분류하여 설계한다. 화면설계 시에는 다음 사항을 고려하여 설계한다. 첫째, 시험에 응하는 학생의 혼란을 방지하기 위하여 새로운 창을 만들지 않고 하나의 화면을 분할하여 시험문제와 답안지 등을 내용에 따라 적절히 배치한다[8,9]. 둘째 난잡한 이미지나 원색의 화면 배색을 피하여 학생의 피로감을 덜어주고 안정감 있게 시험에 응할 수 있도록 한다.



(그림 7) 전체시스템의 화면 구성

셋째, 페이지간의 이동을 자유롭게 하기 위하여 화면 왼쪽에 고정 탭메뉴를 두었고, 각페이지 하단에 링크를 강화한다. 넷째, 하이퍼링크를 강화하여 목적하는 자료에 대한 접근이 쉽도록 하였다.

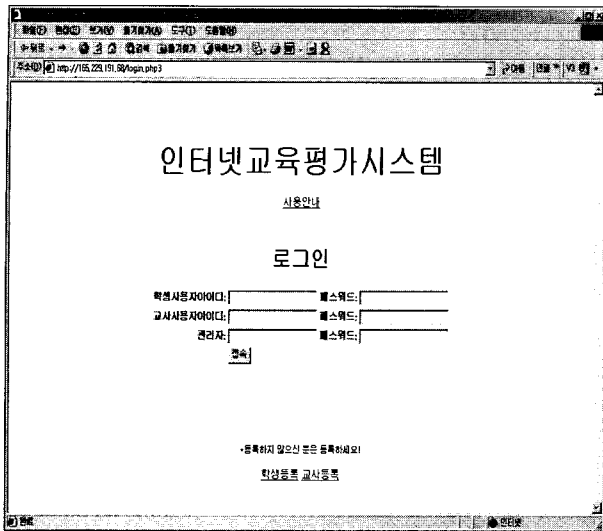
7. 구현

시스템은 교사, 학생, 관리자 등 사용자별로 메인 화면을 구성하고 기능에 따라 부속 메뉴를 포함하고 있다.

7.1 학생 화면

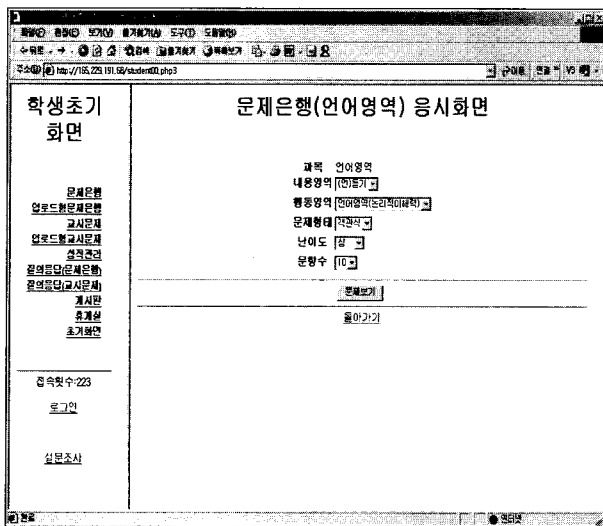
교사, 관리자, 학생 행위객체 모두는 (그림 8)과 같은 로그인 화면을 거쳐 각 단위화면에 들어갈 수 있다. 관리자는 교사와 학생의 신분이나 이용상태 등을 기초로 검증작업을 거친 후 인증하게 된다.

학생이용자는 메인 화면에서 왼쪽 프레임에서 원하는 메뉴를 선택함으로써 해당 세부 화면으로 들어간다. (그림 9)는 학생이용자가 문제은행 메뉴를 선택했을 경우 나타나는 화면으로 학생은 원하는 과목과 문제형태, 문항수 등을 선택하여 문제를 풀 수 있다.



(그림 8) 로그인 화면

특히 문항은 고등학교 학생이용자들을 대상으로 수학적 시험의 문항 분류체계를 사용하여 문항을 분류하였다. 즉 문항을 먼저 과목별로 분류하고 내용영역과 행동영역별로 세분화하였으며, 난이도에 따라 가중치를 주었고 객관식 주관식 등 문제형태별로 나누었다. 이는 학생들로 하여금 문항 선택의 정확성을 기할 수 있도록 하여 부족한 부분을 정확히 찾아 문항을 풀 수 있도록 하고 있다.

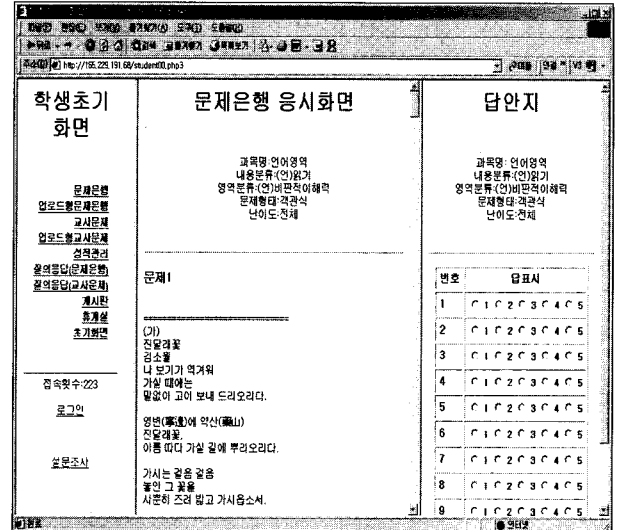


(그림 9) 문제은행의 문제선택

문제를 선택하면 (그림 10)과 같은 문제화면이 나타나고 학생은 답안지에 마크하고 제출 단추를 누름으로써 시험결과를 볼 수 있다. 시험 결과는 즉시 화면으로 출력되며 틀린 문항에 대해서는 해설이 연결되어 있다.

문제은행이외에도 학생이용자는 미리 약속된 특정한 교사가 출제한 문제를 풀 수 있다. 이는 학교의 담당과목의 교수자가 문제를 출제하고 약속한 시간에 학생들이 접속하

여 문제를 풀 수 있도록 하는 기능이다. 학생들은 교사의 문제에 접근하기 위해서는 미리 알려준 교사의 아이디를 가지고 접근한다.

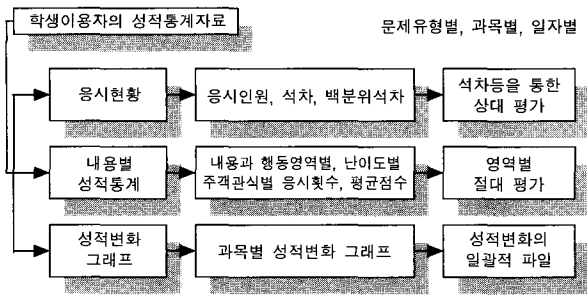


(그림 10) 문제와 답안지

응시자가 문제은행이나 교사문제를 풀이하면 그 결과는 데이터베이스에 저장되어 응시자 개인을 위한 통계자료로 활용되기도 하고 출제한 교사나 문제은행의 관리자에게도 각종 자료로 이용된다. 학생이용자를 위한 통계자료로는 (그림 11)과 같이 현재까지 응시한 시험의 내역과 결과를 조회할 수 있는 기능과 내용영역과 행동영역 등 문항의 성격에 따라 분류하여 결과를 조회할 수 있는 기능과 응시한 결과를 한눈에 파악할 수 있도록 과목별 성적변화그래프기능이 있다. (그림 12)는 학생이용자의 성적통계자료의 이용을 나타낸 것이다.



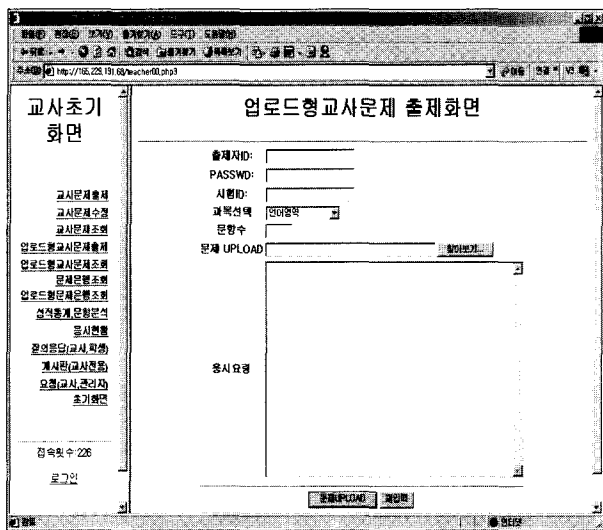
(그림 11) 학생이용자의 응시시험조회



(그림 12) 학생이용자의 성적통계자료 이용

7.2 교사와 관리자 화면

교사이용자는 문제출제 작업을 위하여 온라인형태로 문제를 출제할 것인지 오프라인형태로 작업된 문제를 업로드할 것인지를 선택하여 해당메뉴로 들어간다. 온라인형태로 출제하는 방식을 선택하게 되면 (그림 11)과 같은 화면이 나타나며 문항각각에 대하여 문제, 정답, 해설, 문제의 유형 등을 입력하게 된다. 오프라인에서 작업한 문제를 업로드하는 방식을 선택하게 되면 (그림 13)과 같은 화면이 나타난다.



(그림 13) 오프라인에서 작업한 문제의 업로드

업로드형 문제출제 방식은 오프라인에서 워드프로세서로 작성한 문제가 있을 경우에 이를 재활용하기 위하여 워드프로세서 형태의 문서를 웹 문서 형태로 변환 저장하여 본 시스템에서 제공하는 인터페이스를 통해 시스템의 문제 데이터베이스로 저장하는 형태이다. 문제를 저장할 때는 각각의 문항으로 분리하여 문항 단위로 나누어서 저장하는 것은 많은 불편이 따르므로 문제는 하나의 파일 형태로 저장하고 단지 문제의 정답과 해설만을 별도의 데이터베이스에 문항별로 저장한다.

교사는 자신이 출제한 문제에 대한 학생들의 응시결과를 알아볼 수 있다. 출제한 시험지 단위로 (그림 14)와 같은 출제시험지별 통계화면이 출력된다.

이 화면에는 시험지 별로 응시한 학생의 수와 평균점수, 최고점수, 최저점수등이 출력되고 성적분포그래프와 상세통계 항목이 연결되어있다. 문항분석을 위하여 하이퍼링크된 상세통계 항목을 누르면 (그림 15)와 같은 상세통계와 문항 분석 화면을 볼 수 있다.

번호	구분	출제일자	출제자 ID	시험ID	문항수	응시인원	평균점수	최고점수	최저점수	성적분포 그래프	상세 통계
1	교사문제	2000-11-11	teacher1	q1	1	2	50.00	100	0	그래프	상세 통계
2	교사문제	2000-11-07	teacher1	111	1	2	50.00	100	0	그래프	상세 통계
3	교사문제	2000-11-02	teacher1	w1	1	3	33.33	100	0	그래프	상세 통계
4	교사문제	2000-10-09	teacher1	국어1	10	5	22.00	30	10	그래프	상세 통계
5	교사문제 (upload)	2002-04-07	teacher1	post1	2	1	0.00	0	0	그래프	상세 통계
6	교사문제 (upload)	2001-04-24	teacher1	test-4-28	3	1	0.00	0	0	그래프	상세 통계
7	교사문제 (upload)	2000-11-11	teacher1	q2	2	1	50.00	50	50	그래프	상세 통계

(그림 14) 교사가 출제한 시험문제의 응시결과

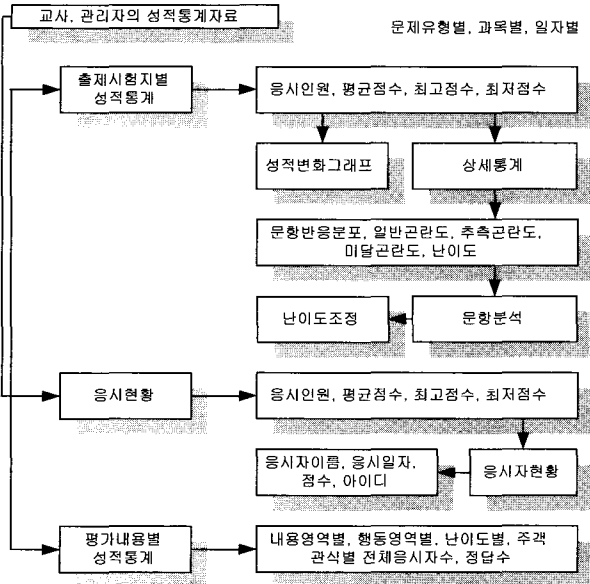
문항분석 화면에는 각 문항별 항목별 반응분포와 문항의 정답수, 일반곤란도, 추측곤란도, 미달곤란도 항목이 출력된다. 이러한 결과를 토대로 교사는 분석작업을 한다. 분석작업은 항목별 반응분포가 제대로 이루어졌는지와 곤란도가 적절한 범위를 가지는지 조사한다. 분석작업을 통하여 피드백을 가할 필요가 있는 문제는 난이도 조정과 문항 수정을 할 수 있다. 난이도 조정은 각 문항마다 난이도 조정이라는 항목으로 하이퍼링크되어 있는 부분을 통하여 조정하고, 문

문제번호	문제인원	1번답 (%)	2번답 (%)	3번답 (%)	4번답 (%)	5번답 (%)	정답수	일반곤란도	추측곤란도	미달곤란도	난이도	난이도 조정	문제분석	문제분석
1	4	3 (75.00)	1 (25.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0(0.00)	0.00	0.00	0.00	중	난이도 조정	문제분석	문제분석
2	4	2 (50.00)	2 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (50.00)	50.00	37.50	37.50	중	난이도 조정	문제분석	문제분석
3	4	2 (50.00)	2 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0(0.00)	0.00	0.00	0.00	상	난이도 조정	문제분석	문제분석
4	4	2 (50.00)	2 (50.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	0(0.00)	0.00	0.00	0.00	상	난이도 조정	문제분석	문제분석

(그림 15) 문항분석 화면과 난이도 조정링크

항 수정은 탭메뉴의 교사문제 수정 메뉴를 통하여 문제를 수정할 수 있다.

(그림 16)은 교사와 관리자가 이용할 수 있는 각종 통계 자료의 항목을 나타낸 것이다.



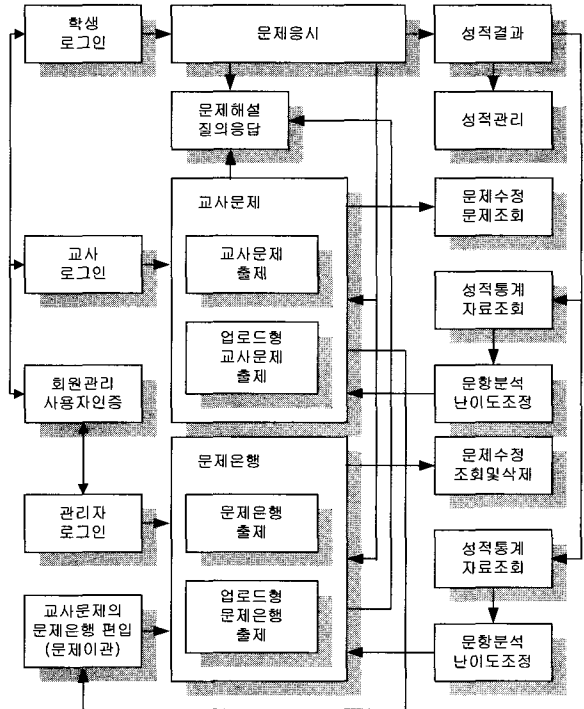
(그림 16) 교사와 관리자의 통계자료 이용

관리자는 문제은행의 문제를 출제하고 관리하며 교사와 학생과 같은 회원을 관리하는 행위객체이다. 관리자 메인 화면에는 문제은행 출제, 수정, 조회 기능을 가지고 있고 교사와는 달리 문제를 삭제할 수 있는 기능을 부여하고 있다. 학생들의 응시결과에 관한 각종 통계자료를 볼 수 있는 기능이 있고, 문제은행의 적절한 유지관리를 위하여 교사가 출제한 문제를 문제은행에 편입시키는 문제이관기능을 가지고 있다.

번호	구분	출제일자	출제자 ID	시험ID	문항 수	응시 인원	평균점수	최고 점수	최저 점수	문제 이관
1	교사문제	2000-11-11	teacher1	q1	1	2	50	100	0	문제 이관
2	교사문제	2000-11-07	teacher1	111	1	2	50	100	0	문제 이관
3	교사문제	2000-11-02	teacher1	w1	1	3	33333333333333	100	0	문제 이관
4	교사문제	2000-10-09	teacher1	국어1	10	5	22	30	10	문제 이관
5	교사문제 (upload)	2002-04-07	teacher1	post1	2	1	0	0	0	문제 이관
6	교사문제 (upload)	2001-04-24	teacher1	test-4-28	3	1	0	0	0	문제 이관
7	교사문제	2000-	teacher1	n2	2	1	50			문제 이관

(그림 17) 교사문제를 문제은행으로 이관

(그림 18)은 학생이용자와 교사이용자 그리고 관리자의 시스템에 대한 사용흐름도를 나타낸 것이다.



(그림 18) 사용흐름도

8. 구현상의 특이점

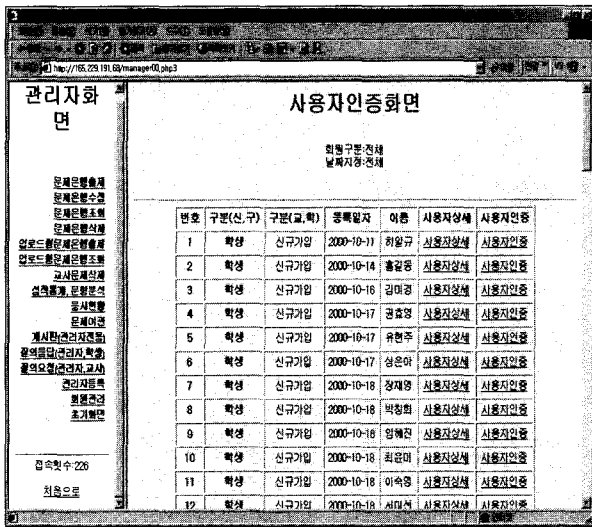
본 시스템에서는 개인정보의 보호를 위하여 사용자 인증 과정과 진입화면에서의 ID 및 PASSWORD 입력 등 몇 가지 보안대책을 수립하고 있다. 또한 업로드형 문제와 온라인형 문제는 저장 방식이 다르다.

8.1 개인의 정보보호 문제

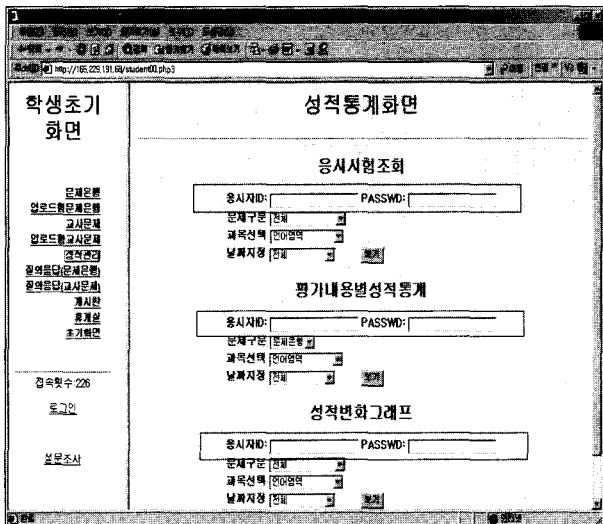
본 시스템에서 정보보호의 대상이 되는 자료는 크게 학습자의 문제풀이 결과에 대한 개인 정보, 교수가 출제한 문제지 정보, 교수가 출제한 문제에 대한 학생들의 응시 결과 정보, 관리자가 출제한 문제은행 정보, 관리자가 출제 한 문제은행에 대한 학생들의 응시결과 정보 등이다.

보안에 대한 대책은 두 가지이다. 우선 사용자의 로그인 과정에서 인증과정을 거친다. 관리자는 사용 신청한 대상자에 대해 각종 자료를 토대로 인증사전작업을 거치며 (그림 19)와 같은 인증화면을 통해 인증을 한다.

두 번째로는 정보보호가 필요한 자료에 대해서는 (그림 20)과 같이 해당 화면에서 사용자의 패스워드와 아이디를 다시 한번 확인함으로써 자료에 대한 접근 권한을 확인한다. 권한확인 은 사용자가 로그인할 때 입력한 아이디를 쿠키 설정하고 이 아이디와 각 화면에서 입력한 아이디를 체크한다. (그림 21)의 예에서 사용자 로그인 시에 입력한 사



(그림 19) 사용자의 인증

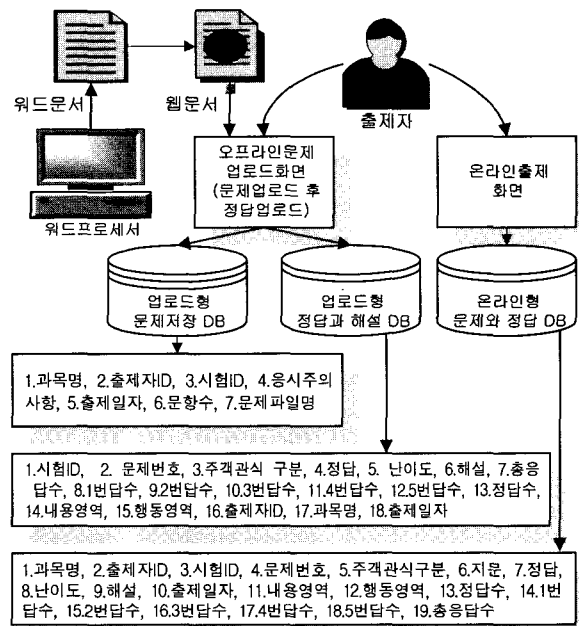


(그림 20) ID와 PASSWORD의 재확인

용자 아이디와 패스워드를 UID와 PASSWD로 각각 쿠키설정하고 각 화면에서 입력한 사용자 아이디 id와 패스워드 passwd를 비교하여 권한의 유무를 판단한다.

8.2 온라인형 출제문제와 업로드형 출제문제의 저장

교사문제와 문제은행과 같이 온라인 상에서 출제되는 문제는 문제정보와 정답정보가 하나의 레코드를 구성하면서 (그림 22)와 같이 같은 데이터베이스에 저장된다.

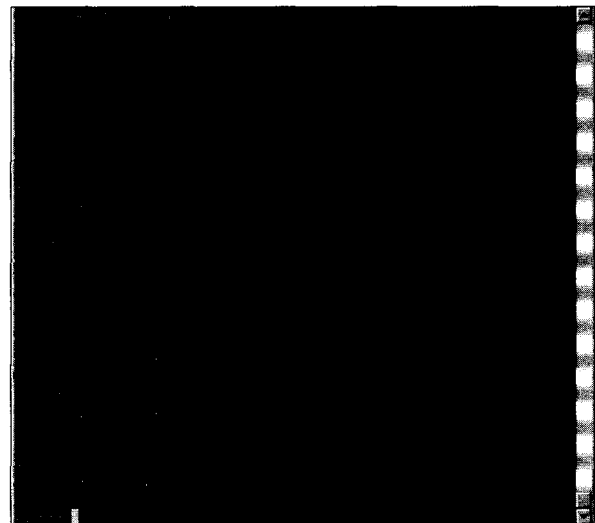


(그림 22) 업로드형 문제와 온라인형 문제의 저장

이때 레코드는 시험지 단위가 아니라 문항 단위로 데이터베이스에 저장된다. MySQL에서 본 교사문제의 DB 구조는 (그림 23)과 같다. 그러나 오프라인에서 작업한 문서를



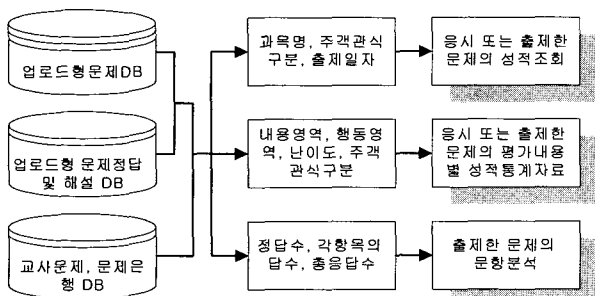
(그림 21) 쿠키의 설정과 접근권한 확인



(그림 23) 교사문제 DB

업로드한 문제는 문제와 정답이 분리되어 각각의 데이터베이스에 저장된다. 이는 하나의 파일로 업로드된 시험지를 다시 분리하여 저장한다면 업로드 출제의 기능을 이용하지 못하는 것이 되므로 문제는 따로 저장하고 문제의 정답과 해설은 별도의 데이터베이스에 저장한다.

응시자는 각 화면을 통해 온라인형 문제DB와 업로드형 문제DB에 접근한다. 과목명, 주객관식구분, 출제일자 필드는 응시 또는 출제한 문제의 성적을 조회하는데 이용되고, 내용영역, 행동영역, 난이도, 주객관식구분 필드는 평가내용별 성적통계자료에 이용된다. 정답수, 각항목의 답수, 총응답수 필드는 교사나 관리자의 문항분석에 이용된다.



(그림 24) 문제 DB의 이용

(그림 25)와 (그림 26)은 응시자가 교사문제를 풀이하는 상황에서 문제선택조건에 따라 교사문제DB에 접근하여 해당 자료를 추출해내는 과정을 나타낸 것이다.

```

#!/bin/sh
#code=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
#user=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
#pwd=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
#sql=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
#result=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)

if $result
then
<script>
window.alert("과목명, 난이도, 주객관식구분")
history.go(-1)
</script>
exit

```

(그림 25) 응시자의 교사문제 DB 접근1

9. 관련 연구와 비교

교육평가시스템에 관한 선행연구는 오프라인상에서 문제를 출제하는 방식에서 출발하고 있다. 그러나 오프라인 출제방식[16, 17]은 교수가 오프라인 상에서 출제할 수 있

```

<html>
<head>
</head>
<body bgcolor="eeeeee">
<input type="hidden" name="action" value="question">
<center>
<h1>...</h1>
<br><br>
<table border="1">
<tr>
<td> $curr</td>
<td> $id</td>
<td> $id</td>
</tr>
</table>
<br><br>
<hr size="1">
<table border="1">
<tr>
<td colspan="2"> while $row=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
<td colspan="2"> if $row=$(cat /dev/urandom | fold -n 10 | tr -dc 'a-z0-9' | fold -w 10 | xargs echo | sha1sum | cut -d ' ' -f 1)
<td colspan="2"> echo "<h4> ...</h4>"
<td colspan="2"> echo "<br><a href='\"$code/$row\">user_inq'"
<td colspan="2"> target="blank"
<td colspan="2"> </a>
<td colspan="2">
<td colspan="2"> <h3> ...</h3>
<td colspan="2"> echo "$row"
<td colspan="2"> echo "<br>"
<td colspan="2"> echo "<br>"
<td colspan="2"> echo "<br>"
<td colspan="2"> echo "<br>"
<td colspan="2"> echo "<br>"
<td colspan="2"> echo "<br>"
</tr>
</table>
<br size="1">
</body>
</html>

```

(그림 26) 응시자의 교사문제 DB 접근2

는 환경은 갖추어졌으나 학습자가 참여하여 문제를 풀 수 있는 환경은 갖추지 못하였다. 인터넷이 보급되면서 오프라인 출제방식에서 좀더 나아가 교육평가의 형태도 웹을 통해 이루어졌다. 따라서 문항의 출제도 모두 온라인 출제방식[5, 10-12, 15]으로 이루어졌다. 온라인 출제방식은 다양한 하드웨어환경에서 다양한 인터페이스로 구현되어서 출제와 응시의 편리함을 가지며 실시간으로 성적결과를 볼 수 있다는 장점을 가진다. 그러나 대부분의 온라인 출제방식을 갖춘 시스템에서는 다양한 성적통계기능을 갖추지 못하고 있다. 통계자료는 학습자들에게는 추후 학습 방향을 설정하는 데 도움을 주고, 교수자에게는 학습자의 학습 진척도를 평가하여 학습 지도의 방향을 설정하는데 도움을 주는 요소이다. 따라서 통계자료의 제공은 교육평가시스템이 갖추어야 할 기본 요소이다. 본 시스템은 학생, 교사, 관리자 등 행위 객체 별로 적절한 통계자료를 제공하여 문제 응시와 출제 그리고 성적의 관리와 문제의 관리에 도움을 주고 있다.

또한 기존의 온라인 출제방식에서는 교수가 출제한 문항에 대한 분석작업을 할 수가 없다. 문항 분석 작업은 응시자들의 문제풀이 결과를 각종 통계자료로 표현하고 이에 대한 분석작업을 통해 출제자가 문항이 제대로 출제가 되었는지를 파악할 수 있도록 하는 것이다. 본 시스템에서는 문항반응분포 문항곤란도 등의 교육평가지표를 통해 출제자가 문항 분석작업을 할 수 있도록 하였고 문항의 분석 결과에 따라 난이도 조정을 통해 문항에 피드백을 가할 수 있게 하였다.

마지막으로 기존의 온라인 출제방식에서는 해당교과를

담당하는 교사와 같이 특정한 교수자가 학습자와 상호작용하기 위하여 문제를 출제하고 풀이하는 하나의 환경과 시스템의 관리적인 측면에서 일반적인 학습자를 대상으로 문제은행의 문제를 출제하고 풀이하게 하는 환경이 분리되어 있다. 따라서 학습자의 입장에서 통합된 학습환경을 갖지 못하였다. 본 시스템에서는 교사문제와 문제은행이라는 문제의 두 형태를 제시하여 특정한 출제자의 문제도 풀 수 있고 관리자가 제공하는 문제은행의 문제도 풀 수 있게 하였다. <표 3>은 본 연구에서 개발된 시스템과 관련연구를 비교한 것이다.

<표 3> 기존 연구 사례와 비교

	출제 기능	풀이 기능	성적통계 기능	문제은행 기능	문항분석 기능	출제방식
[5]	O	O	X	O	X	온라인
[10]	O	O	X	X	X	온라인
[11]	O	O	△	O	X	온라인
[12]	O	O	△	O	X	온라인
[13]	X	O	X	O	X	X
[15]	O	O	O	X	X	온라인
[16]	O	X	X	X	X	오프라인
[17]	O	X	X	X	X	오프라인
본	O	O	O	O	O	온라인

O : 기능있음 △ : 기능미비 X : 기능없음 본 : 본 시스템

10. 결 론

인터넷 이용이 확대됨에 따라 교육분야에서도 재택학습이나 가상교육 등 그 이용이 확대되어 가고 있다. 이러한 추세에 맞추어 본 논문에서는 원격지에서 교수자와 학습자가 상호작용(출제, 응시)을 통하여 학습효과를 높일 수 있는 교육평가시스템을 설계, 구현하였다. 특히 기존의 교육평가용 시스템에서 문제점으로 지적되고 있는 문항출제기능을 다양화하였고 다양한 통계자료를 통한 문항분석기능을 갖추었다. 시스템을 학습자와 교수자가 이용함으로써 다음과 같은 교육적 효과가 기대된다. 첫째, 인터넷이라는 공간을 교육의 매개체로 함으로써 학습자에게 관심을 유발시킬 수 있고, 응시에 대한 빠른 응답을 줌으로써 학습의 효과를 증가시킬 수 있다. 둘째, 각종 통계자료를 제공함으로써 학습자는 자기의 학습 진행상황을 관리할 수 있고, 교수자 역시 다양한 통계자료를 통하여 학습자의 학습수준을 파악할 수 있고 자신이 출제한 문항의 질적인 향상을 기할 수 있다. 셋째 학습자에게 문제은행과 특정교수자의 문제를 함께 제공함으로써 통합된 학습환경을 제공할 수 있다.

향후 연구해야 할 사항으로는 첫째, 객관식 문항이나 단답형 주관식 문항에서 좀 더 나아가 논술형 문항에 대해서도 출제하고 채점하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 둘째 텍스트 형태의 지문대신에 음성지문을 들려주는 듣기문제에

대한 출제 방법에 관한 연구가 필요하다. 셋째, 시험지 상의 그림 삽입이나 음성화일 등의 삽입 방법에 대한 연구가 필요하다. 추후 본 연구에서 지적된 문제점을 해결해나가기 위한 지속적인 연구가 따른다면 보다 실용적인 평가도구로 활용될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] R. S. Pressman, "Software Engineering," 5th Ed., McGraw-Hill, pp.300-318, 2001.
- [2] S. S. Bakken, PHP Manual, 2001, [http : //www.php.net/manual](http://www.php.net/manual).
- [3] MySQL AB, MySQL Manual, 2001, [http : //www.mysql.com/documentation/mysql](http://www.mysql.com/documentation/mysql).
- [4] 신형수, 전형수, 유철중, 장옥배, "인터넷상의 홈페이지를 활용한 자기 주도적 문제해결능력 신장을 위한 시스템 구현", 정보과학회 '99가을 학술발표논문집(II), 제26권 제2호, pp. 661-663, 1999.
- [5] 박기석, 이재영, 김동한, "자바를 이용한 웹 기반의 문제 출제 시스템", 정보과학회 '99가을 학술발표논문집(II), 제26권 제2호, pp.673-675, 1999.
- [6] 이태욱, "컴퓨터 교재 연구", 좋은소프트, pp.330-331, 1999.
- [7] 황정규, "학교학습과 교육평가", 과학교육사, pp.429-444, 1994.
- [8] 이정숙, "월드와이드웹을 활용한 코스웨어의 설계 및 구현", 홍익대학교 교육대학원 석사학위논문, 1997.
- [9] 오진환, "WWW에서 JAVA와 CGI를 활용한 코스웨어의 설계 및 구현", 홍익대학교 교육대학원 석사학위 논문, 1997.
- [10] 이석호, 김창수, "인터넷 환경의 대화형 학습평가 시스템 설계 및 구현", 정보과학회 '98봄 학술발표논문집, 제25권 제1호, pp.736-738, 1998.
- [11] 나종석, 고병오, "웹을 기반으로 한 문제은행 시스템 설계 및 구현", 한국정보교육학회논문지, 제4권 제2호, pp.202-211, 2000.
- [12] 이영현, 강성국, 김명렬, "원격교육 평가를 위한 문제 은행 시스템의 설계 및 구현", 한국컴퓨터교육학회논문지, 제3권 제1호, pp.117-126, 2000.
- [13] 임희숙, 김창근, 김수형, "CGI를 이용한 웹기반 문제은행시스템 설계 및 구현", 한국정보교육학회 '99여름 학술발표논문집, pp.307-312, 1999.
- [14] 백소영, 김명, "수준별 개별학습을 지원하는 문제은행 시스템의 설계와 구현", 한국컴퓨터교육학회논문지, 제3권 제2호, pp.31-37, 2000.
- [15] 배상현, "Web 기반 원격교육을 위한 실시간 평가시스템의 설계 및 구현", 경상대학교 대학원 석사학위논문, 1998.
- [16] 이윤옥, "문제은행 시스템의 설계 및 구현", 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 1994.
- [17] 이범용, "시험문제 자동편집기 오투기의 설계와 구현에 관한 연구", 고려대학교 교육대학원 석사학위논문, 1992.



하 일 규

e-mail : ilkyuha@yumail.ac.kr

1992년 영남대학교 공과대학 전산공학과
졸업(공학사)

2001년 영남대학교 교육대학원 정보처리
교육전공(교육학석사)

2001년~현재 영남대학교 대학원 컴퓨터
공학과 박사과정

1992년~1995년 증권감독원 전산업무실

관심분야 : 원격교육, UML, 정형명세, 소프트웨어공학 등



강 병 옥

e-mail : bwkang@yu.ac.kr

1970년 영남대학교 공과대학 전기공학과
졸업(공학사)

1977년 영남대학교 대학원 전자공학과
졸업(공학석사)

1994년 경북대학교 대학원 전자공학과
졸업(공학박사)

1973년~1976년 영남대학교 전자계산연구소(SE)

1977년~1978년 영남전문대학 전자과 전임강사

1979년~현재 영남대학교 공과대학 전자정보공학부 교수

관심분야 : 원격교육, 소프트웨어공학, UML, 프로그래밍언어,
정형명세 등