정보 교육에서의 사용성(Usability) 향상을 위한 웹기반 평가시스템 PAS의 설계 및 구현

염용철[†] · 유승욱[†] · 김용[†] · 이원규[††]

요 약

정보 교육에서 수업과 평가를 통합하는 과정지향적인 평가가 수시로 이루어지기 위해서는 평가자인 교사가 보다 편리한 방법으로 평가를 할 수 있게 지원해 주는 사용성(Usability)이 고려된 웹기반평가시스템이 필요하다. 본 연구에서는 기존의 웹기반평가시스템의 사용성 요소를 분석한 후, 오프라인 지필평가과정에 내재한 사용성 요소를 추출하여 사용성이 제고된 PBA(Paper-Based Assessment) 평가 모델을 제안하였다. PBA 모델에 의한 웹기반 평가시스템은 교사주도하에 평가전, 평가중, 평가후의 모든 과정이 제어된다. 특히 평가 대상을 손쉽게 바꿀 수 있고, 평가지에 대한 접근을 평가 단계마다 철저히 차단시켜 평가 결과에 대한 신뢰성을 높일 수 있다. 또한 학생들은 자신들의 학년, 반, 번호, 이름을 사용하여 손쉽게 평가지에 로그인할 수 있다. 본 논문에서는 이와같은 PBA 모델에 기초하여 정보교육용 웹기반평가시스템 PAS(PBA-based Assessment System)를 설계 및 구현하였다.

키워드 : 사용성, 웹기반 평가시스템, 피비에이 평가모델

Design and Implementation of Web-Based Assessment System PAS for Increasing the Usability in Informatics Education

YongChul Yeum[†] · SeungWook Yoo[†] · Yong Kim[†] · WonGyu Lee[††]

ABSTRACT

Web-based Assessment System is needed for Process-Oriented Evaluation to integrate instructions into evaluation frequently in Informatics Education, and considered usability for supporting teachers to test more conveniently. First of all, we analyzed usability of traditional Web-based Assessment System, and proposed PBA(Paper-Based Assessment) model by extracting usability features of paper-pencil assessment in off-line. The evaluation system based on the PBA model controls the whole processes of tests; before-test, under-test, after-test. Especially, the system readily can change the target class, and control access to the test page during each step. Thus we can get high credibility about the test results. Moreover, students can login to the paper easily by using their grade, class, number and name. Finally, we designed and implemented the Web-based Assessment System for Informatics education on the basis of PBA model; PAS(PBA-based Assessment System).

Keywords : Usability, Web-Based Assessment System, PBA Assessment Model

1. 서 론

교육 평가는 교육의 과정에서 필요로 하는 학생에 관한 정보를 수집하고, 교육과정의 효율성을 판단하며, 교육 목표 달성도를 밝히는 과정이다. 과거에는 교육평가를 교육과정의 마지막 단

† 정 회 원: 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정
†† 종신회원: 고려대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)
논문접수: 2007년 6월 13일, 심사완료: 2007년 12월 10일

계로 간주하였으나, 최근에는 교육평가를 수업 과정에 따른 평가로 간주한다. 특히, 정보교과에서는 수업과 평가를 통합하는 과정 지향적 평가(POA : Process-Oriented Assessment) 방법이 강조되고 있다[1]. 이처럼 과정 지향적 평가(POA)가 원활하게 실시되기 위해서는 전체적인 평가과정이 쉽고 편리하게 제공되는 사용성(Usability) 높은 웹기반평가시스템이 필요하다.

지금까지 연구되어온 대부분의 웹기반 평가시스템은 인증모듈, 학생모듈, 교사모듈로 구성되어 있다[3][4][6][7]. 여기에 추가적으로 문제은행 모듈, 평가관리 모듈, 평가결과 모듈을 제공하기도 한다. 특히 평가결과 모듈은 평가에 대한 통계 결과를 제공하여 학습자의 상태 파악은 물론, 보다 나은 교수-학습방법 개선을 위한 피드백 자료로 활용되기도 한다. 그런데 이와 같은 웹기반평가 시스템이 갖추고 있는 많은 장점에도 불구하고, 실질적으로 학교 현장에서 교사들에 의해 널리 사용되고 있는 웹기반평가시스템을 찾기란 쉽지 않은 일이다.

본 논문에서는 위와 같은 현상에 대한 주요 원인의 하나로 기존 평가시스템들의 사용성(Usability) 문제에 주목하였다. 이때 사용성이란 어떤 목적을 달성하기 위해 해당 도구를 손쉽게 사용한다는 의미로서 얼마나 효과적으로 만족스럽게 목적을 달성하는가를 뜻한다[12][13]. 웹기반평가시스템에서의 사용성은 교사와 학생, 그리고 문제를 제작하거나 시험을 보는 행위와 관련이 있다. 즉, 웹기반평가시스템의 사용성은 평가 대상, 평가 장소, 평가 내용과 같은 평가의 환경적 요인에 의해 영향을 받게 된다.

본 연구는 이러한 사용성 요소를 파악하기 위해 기존의 웹기반평가시스템에 내재한 사용성 요소를 분석한 후, 이를 더욱 향상시키기 위한 방법으로 오프라인 지필 평가 단계에 내재한 속성에 주목하였다. 일반적으로 오프라인상에서의 지필평가 과정은 평가를 전후로 평가전, 평가중, 평가후인 세 단계로 나뉘고, 이때 각 단계마다 교사와 학생의 역할이 명백히 구분된다. 평가전에는 주로 교사의 역할이, 평가 중에는 평가에 참여하고 있는 학생과 교사의 역할이, 평가 후에는 평가 문항에 대한 학생의 접근을 통제하거나 평가 결과를 처리하는 교사의 역할이 존재한다. 이때 오프라인 지필 평가의 가장 큰 특징은 평가에 대한 제어가 교사에 의해 철저히 이루어진다는 점이다. 교사에 의한 평가의 제어 요인은 장소, 시간, 대상의 제어를 의미한다. 평가에 대한 교사의 제어를 평가시스템이 얼마나 편리하게 제공할 수 있느냐 하는 문제는 평가시스템의 사용성을 향상시키기 위한 핵심 요소이다.

본 논문에서는 웹기반평가시스템의 사용성 제고를 위해 기존의 웹기반평가시스템이 제공하는 사용성 요소를 분석하였다. 또한 오프라인 지필평가 과정에 존재하는 사용성 요소를 모델링한 PBA(Paper-Based Assessment) 모델을 제안하였다. 이러한 두 가지 사용성 요소를 반영하여 웹기반평가시스템 PAS(PBA-based Assessment System)를 설계 및 구현하였다[11].

PAS 시스템은 학생의 회원가입절차를 없애고 로긴 입력 정보로 학생들의 학교생활정보, 즉 학년, 반, 번호, 성별, 이름을 사용하게 하였다. 또한 교사가 만든 최종적인 평가지에 대한 접근을 손쉽게 제어하기 위한 요소로 'Html 인증키'와 '현재 시험대상 학급 지정'과 같은 기능을 마련하였다. 이외에 PAS 시스템은 평가지 유출을 방지하기 위해 최종 평가지가 학생 각자의 PC에 표출되는 순간, 서버에서 표출에 사용되었던 해당 파일이 즉시 삭제되도록 하였다. 이로써 URL이 노출되어도 실상 관련 파일이 존재하지 않으니 유출은 불가능해 진다. 또한 평가 중에 소스코드가 유출되지 않도록 마우스의 사용을 제한하거나 키보드상의 특수키를 사용할 수 없게 하였다.

본 논문의 2절에서는 사용성의 개념과 기존 웹기반평가시스템의 사용성에 대해 살펴본다. 3절에서는 오프라인 지필평가에 내재한 사용성 요소와 2절의 분석 결과를 종합한 웹기반평가시스템을 위한 PBA 모델을 제안한다. 4절은 PBA 모델에 기반하여 설계 및 구현된 PAS 시스템을 설명하고, 5절에서 결론과 제언이 제시된다.

2. 웹기반 평가 시스템의 사용성

2.1 사용성(Usability)

사용성(Usability)은 실행 시간(execution time), 사용자 만족감(user satisfaction), 학습의 용이성(ease of learning) 등과 같은 여러 개념을 포함한다[14]. 즉, 사용성(Usability)이란 어떤 목적을 달성하기 위해 해당 도구를 손쉽게 사용한다는 의미로서 얼마나 효과적으로 만족스럽게 목적을 달성하는가를 뜻한다[12][13].

IEEE Std. 610.12는 사용성의 개념에 대하여 사용자가 손쉽게 사용법을 배울 수 있고, 필요한 입력을 준비할 수 있어야 하며, 출력된 결과를 해석할 수 있어야 한다고 규정하였다. 또한, ISO 9241-11은 '특정한 사용자가 특정한 과업을 특정한 환경에서 수행할 때의 효과, 효율(efficiency)과 만족(satisfaction)의 정도'라고 정의하였다.

특히, 이러한 사용성에 관한 주요 개념은 사용자의 심리적 상태를 반영한 다음의 세 가지 요소와 관계가 있다[10].

첫째, 보다 효과적인 사용이란 최소한의 시간으로 특정한 작업을 달성한다는 의미이다.

둘째, 보다 손쉽게 배운다는 것은 대상의 관찰을 통해서 배울 수 있다는 의미이다.

끝으로 보다 만족스럽게 사용한다는 의미이다.

결국 사용성(Usability)이란 어떻게 하면 해당 시스템을 보다 손쉽게 배우고 익혀서, 효과적인 작업이 이루어지는 가운데 만족스러운 결과를 얻을 수 있는가에 관한 문제이다. 이때 시스템의 사용성은 사용자, 작업, 환경과 같은 사용성 관련 요소로부터 영향을 받는다[14].

2.2 웹기반 평가시스템의 사용성 요소

웹기반 평가 시스템의 사용성(Usability) 요소는 <표 1>에 나타낸 바와 같이 사용자(User), 작업(Task), 환경(Environment)으로 이루어진다.

사용자 요소의 주체는 학생과 교사이다. 교사는 전체적인 시험을 계획하고 관리하며, 학생들은 인증을 통해 시험을 보게 된다. 이때 학생들의 인증과 관련된 사용성 문제는 '어떻게 하면 불편 없이 인증이 수월하게 이루어질 것인가'에 관한 문제이다[9]. 예컨대, 초등학생들의 경우 개개인의 인증 정보를 어떻게 하면 잘 관리할 것인가 하는 문제는 학생은 물론 교사와 밀접하게 관련된 사용성 문제이다. 왜냐하면 교사가 시험 이외의 작업(Task)인 학생들의 인증 정보도 관리해야 하는 상황은 해당 웹기반평가시스템의 사용성을 저하시키는 요인이 될 수 있기 때문이다.

두 번째 사용성 요소인 작업(Task)은 기존의 웹기반평가시스템을 통해서 충분히 연구되어 제공된 부분이다[12][13][14]. 즉, 문항제작, 문항공유, 자동채점, 평가결과 제공과 같은 기능과 관련된 내용이다.

그러나 세 번째 요소인 환경(Environment)은 기존의 연구에서는 크게 관심을 두지 않았다. 이때 환경은 평가가 실제로 이루어지는 정보 교육에서의 평가 환경을 의미한다. 즉, 다수의 학급 및 학생을 대상으로 컴퓨터실과 같은 지정된 장소에서 제한된 시간 내에 평가가 이루어지는 환경을 의미한다. 이와 같은 평가 환경과 관련한 사용성 문제로는 '평가 대상을 수시로 변경해야 하는 문제', '평가 문제지 유출을 제한하는 문제' 등이 있다.

예컨대 정보 전담교사가 매시간 여러 반을 대상으로 평가를 실시해야 하는 경우, 해당 교사는 수시로 평가대상 반을 변경해 가며 평가를 실시해야 한다. 특히, 이 과정은 매우 쉽고 편리하게 제공되어 교사의 불편을 없애야 한다. 그러나 기존의 시스템에서는 이와 같은 기능 자체가 전혀 없거나 사용성이 매우 낮았다. 본 논문에서 제안하는 웹기반평가시스템에서는 교사가 손쉽게 시험 대상 학급을 변경할 수 있게 함으로써 시스템의 사용성을 향상시키고자 하였다.

<표 1> 웹기반 평가 시스템의 사용성 요소

사용성 요소	세 부 내 용	
사용자 (User)	• 교사	• 시험계획 • 시험관리
	• 학생	• 인증 • 시험보기
작업 (Task)	• 문항	• 문항제작 • 문항공유
	• 시험	• 자동채점 • 평가결과 제공
환경 (Environment)	• 웹기반	• 보안기능
	• 학교	• 다수학급 • 수행평가

2.3 기존 웹기반 평가시스템의 사용성 요소

기존의 웹기반 평가시스템은 두 가지 형태가 있다. 상업용으로 제작된 경우와 연구 논문에 소개된 웹기반 평가시스템이 있다. 이를 <표 1>에 나타낸 사용성 요소에 의해 분석하면 다음과 같다.

QMTM(www.qmtm.co.kr)은 관리자 모드, 출제자 모드, 응시자 모드로 구성되어 있다. 관리자 모드의 세부기능은 시험분류관리, 출제자관리, 학생관리가 이루어진다. 출제자 모드를 통해서는 문제유형, 일괄문제입력, 멀티미디어 문제 입력 기능을 제공하고 있다. 이때 출제되는 문제를 랜덤하게 제공할 수 도 있다. 문제를 랜덤하게 출제하는 기능은 컴퓨터실과 같이 인접한 장소에서 시험이 실시되는 경우에 시험 결과에 대한 신뢰성을 높이는 요소가 될 수 있다. 또한 실시간으로 응시자를 모니터링 할 수 있고, 시험 시간 및 화면이동을 제어할 수 있다. 끝으로 응시자 모드의 경우는 성적결과에 대한 기본 통계 혹은 전체 통계를 제공하고 있다. QMTM의 이와 같은 특징들은 사용자, 작업, 환경을 다소 고려하고 있다고 볼 수 있다.

다울 소프트의 NeoTest(www.daulsoft.com)는 출제자 모드, 운영자 모드, 사용자 모드로 구성되어 있다. 특히 파일기반의 문항 편집 및 관리가 이루어지고 문항의 재사용을 가능하게 하였다. 출제자 모드에서는 다양한 문제 유형을 제공하고 있다. 운영자 모드를 통해서는 문항 및 답안 섞기 기능, 다양한 성적통계 제공, IP 접속 제한 기능 등을 제공한다. 사용자 모드에서는 자동채점 기능, 출력 및 복사가 불가한 보안기능, 시간체크 기능을 제공하고 있다.

한편, 상업용이 아닌 연구용으로 설계된 시스템의 경우는 사용성의 환경을 고려한 보안기능의 제공은 상대적으로 미약하였다. 그러나 상업용과 유사하게 인증모듈, 학생모듈, 교사모듈로 구성되어 있다[6][7][8]. 이를 사용성 관점에서 살펴보면 다음과 같다.

학생 모듈은 교사가 제작한 평가지를 풀어보고 정·오답 결과를 그 즉시에서 확인할 수 있게 한다. 교사모듈은 기본적으로 평가문항을 제작할 수 있고, 객관식, 단답형, 주관식 등 다양한 문항 제작을 가능하게 한다. 특히 문항별 이미지 삽입 기능 및 평가 문항 순서를 무작위로 배치하는 기능은 각각 평가 문항의 다양성과 평가결과에 대한 신뢰성을 높이는 요소이다[5]. 또한 평가결과에 따른 학생 개인별 또는 학급별 통계를 간단히 제공하기도 한다.

<표 2> 기존 웹기반 평가 시스템의 사용성 요소

사용성 요소		내용(기능)
사용자	교사	• 시험 관리기능
	학생	• 아이디, 비밀번호를 통한 인증
작업	문항제작	• 웹상에서 즉각적인 문항제작 가능 • 객관식, 주관식 등 여러 유형 제공 • 이미지 삽입 기능
	최종 평가문항	• 무작위(random) 순서에 의한 최종 평가 문항 제시(학생용)
	시험결과	• 즉각적인 평가 결과 제공(학생용)
	통계결과	• 간략한 통계 결과 제공(교사용)
환경	보안기능	• 시험지 웹페이지 이동 제한 • 시험지 인쇄, 복사 방지

이상으로 살펴본 기존의 웹기반평가시스템의 특징들로부터 추출한 사용성 요소와 내용은 <표 2>과 같다.

3. 사용성(Usability) 향상을 위한 PBA 모델 제안

본 절에서는 앞 절에서 살펴본 기존의 웹기반 평가시스템의 사용성 요소와 본 절에서 논의될 오프라인 지필평가의 사용성 요소를 종합하여 반영된 PBA(Paper-Based Assessment) 모델을 제안한다.

3.1 오프라인 지필평가의 사용성 요소

지필평가는 오프라인 상에서 실시되고 있는 평가의 대표적인 유형으로, 평가 문항으로는 선택형(selection type)문항, 서답형(supply type) 문항이 있다[1].

<표 3> 오프라인 지필평가 과정

단계	내용(속성)
평가전	• 평가내용 및 대상을 결정한다. • 평가문항을 제작한다. • 평가지를 준비한다.
평가중	• 평가 대상자에게 평가지가 배부된다. • 학생의 기초정보인 학년, 반, 번호, 이름을 평가지에 적는다. • 특정 장소에서 평가가 이루어진다. • 제한된 시간동안 평가가 실시된다.
평가후	• 평가지를 수거한다. • 평가결과 처리가 이루어진다. • 평가결과를 알려준다.

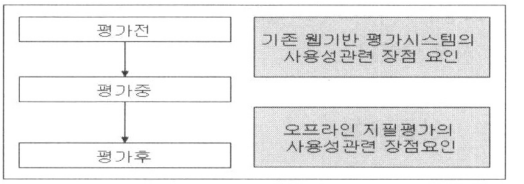
일반적으로 지필평가 과정은 <표 3>에 나타낸 바와 같이 3단계로 구성되는데, 이때 오프라인 지필평가과정을 웹기반평가시스템과 비교하면 서로 상반된 특성이 발견된다. 즉, 웹기반평가시스템 환경에서는 문항제작 및 공유가 원활하고 평가결과를 실시간으로 제공하는 것과 같은 장점이 있는 반면, 평가지에 접근하기위해 필요한 과정 및 평가지 보안 등은 상대적으로 취약한 단점 요인이 존재한다.

한편, 지필평가 과정은 평가전 단계에서 문항제작, 평가후 단계에서는 평가결과 처리와 같은 부담과 불편이 존재하여 평가와 관련된 교사의 심리적 요인이 평가문항 제작의 부담이 된다[2]. 그러나 시험에 관련된 보안과 같은 환경 요소 및 학생들의 시험에 대한 접근성 측면은 장점으로 작용하고 있다.

학생들은 지필평가 방식의 시험을 보기 위해 웹기반평가시스템에서와 같은 별도의 인증과정을 필요로 하지 않는다. 단지 학생들은 학교생활 기본정보, 즉 학년, 반, 번호, 이름을 기입함으로서 시험을 볼 수 있다. 게다가 평가가 교사 주도하에 교실에서 학급단위로 실시됨에 따라 시험 대상을 지정하거나, 평가지 보안에 관한 제어가 손쉽게 이루어질 수 있다. 따라서 이러한 지필평가 과정의 속성은 웹기반평가시스템의 단점요소를 보완할 수 있는 사용성 요소가 될 수 있다.

3.2 PBA 모델과 사용성(Usability) 향상

본 절에서 제안하는 웹기반 평가시스템을 위한 PBA(Paper-Based Assessment) 모델은 <그림 1>에 나타낸 바와 같이 <표2>의 기존 웹기반평가 방식과 <표 3>의 오프라인 지필평가 방식의 특징을 반영한 모델이다. PBA모델은 오프라인 지필평가 과정에 내포된 사용성 관련 장점과 <표 2>에 제시된 기존의 웹기반 평가 시스템의 사용성 내용을 반영한 평가전, 평가중, 평가후의 3단계로 평가가 이루어지는 웹기반 평가시스템 모델이다.



<그림 1> PBA(Paper-Based Assessment) 모델

PBA 모델에 기반한 웹기반평가시스템에서의 평가는 보다 철저하게 교사 주도로 이루어진다. 오프라인 평가에서 교사주도로 평가내용, 대상, 시간, 장소 등이 결정되고 제어된 것처럼, 웹기반 평가시스템에도 마찬가지의 효과를 얻기 위해 <표 4> 나타낸 바와 같은 교사의 제어 요소가 포함된다.

<표 4> PBA 모델 기반 사용성 향상 요소

대상	사용성 및 신뢰성 향상 요소
교사의 제어요소	• 평가 대상 제어 (평가학급 설정) • 평가지 제어(Html 인증키 설정)
학생 로긴정보	• 학생들이 평가시스템에 로긴하기 위한 입력정보로 학생들의 학년, 반, 번호, 성별, 이름을 이용한다.

한편, 오프라인 평가의 경우 학생들이 평가지를 받아 보기 위한 별도의 과정은 존재하지 않는다. 그러나 대다수 웹기반평가시스템에서는 본인의 아이디나 비밀번호 입력을 요구하고 있다. 이는 아이디나 비밀번호의 분실 혹은 노출과 같은 또 다른 문제를 발생시켜 불편을 초래하곤 한다. 특히 초등학교 저학년의 경우는 이러한 문제가 더욱 심화될 수 있다. 따라서 오프라인 평가에서처럼 학생기초정보를 웹기반 평가 시스템의 로긴 과정에 이용하는 것이다. 즉, 학생들이 본인임을 나타내는 가장 확실하고도 자주 사용하는 정보인 자신의 학년, 반, 번호, 성별, 이름을 이용하게 하는 것이다.

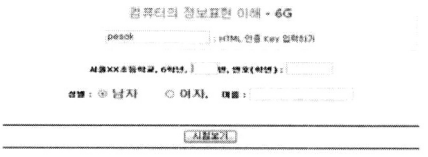
4. PAS 시스템의 설계 및 구현

본 절은 PBA 모델에 기초하여 설계 및 구현된 웹기반평가시스템 PAS 시스템을 설명한다. PAS 시스템의 모듈은 제어모듈, 인증모듈, 문제모듈, 결과모듈로 구성되며, 데이터 처리방법은 파일 시스템을 기반으로 했고 개발언어로는 php 언어가 사용되었다.

4.1 인증모듈

인증모듈에서의 인증 대상은 교사와 학생이다. 교사는 회원가입 절차를 밟아야 하고, 회원가입에 필요한 정보는 아이디, 비밀번호, 이름, 소속, 연락처로 최소화했다.

그러나 학생들의 경우는 별도의 회원가입 절차를 두지 않았다. 단지, 오프라인 지필평가와 동일하게 학생들의 학교생활 기초정보인 학년, 반, 번호, 성별, 이름을 입력하게 하여 사용성을 높였다 <그림 2>. 이때 입력된 학생정보는 제어모듈을 통해서 최종 평가지의 접근 여부에 대한 인증이 이루어진다.



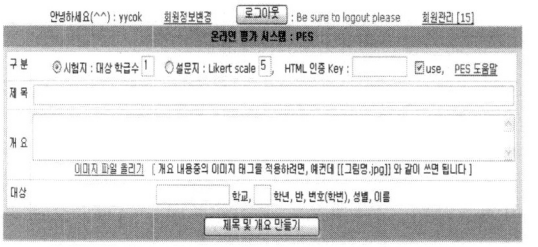
<그림 2> PAS 학생 인증 화면

4.2 문제모듈

문제모듈은 교사가 문항 제작을 통해 학생의 최종 평가지를 생성하는 모듈이다.

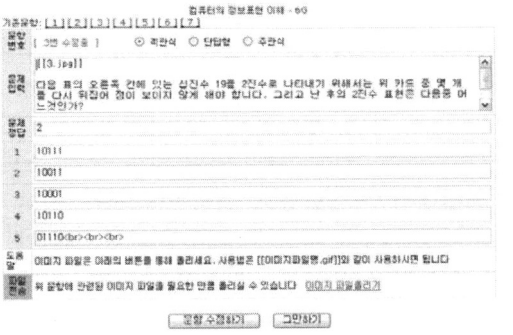
교사의 문항제작 순서는 일반적인 오프라인 방식과 크게 다르지 않다. 문제의 개요를 우선 만들고 나면 각각의 평가문항을 만들 수 있게 하였다. 이후 교사가 문항제작을 완료하면 제작된 모든 문항들은 하나의 평가지 형태로 합쳐져서 학생들에게 최종 평가지로 제공된다.

개요의 내용은 <그림 3>에서와 같이 제목, 문제개요, 학교명, 학급수, 학년, Html 인증키로 이루어져 있다. 이러한 요소들은 오프라인 지필평가의 평가전 단계에서 교사가 평가를 준비하는 과정을 모델링한 것이다. 특히 대상 학급수와 Html 인증키는 PAS 시스템만의 특징적인 요소로 최종적인 평가지에 대한 접근을 제어하기 위한 수단이다.



<그림 3> 문항 개요 생성

대상 학급수의 의미는 시험을 보는 학급의 가장 끝반을 의미한다. 이후 대상 학급수 이내의 특정 학급을 지정하거나 제거함으로써 평가에 대한 실시간적인 접근 통제가 이루어질 수 있게 된다. 한편, use 키는 Html 인증키와 결합되어 사용되는데 use 키가 체크된 경우에는 반드시 Html 인증키를 입력해야 하고, 이 값과 설정된 Html 인증키가 서로 일치해야만 최종 평가지를 볼 수 있게 된다. 이처럼 간단한 조작을 통해서 평가지에 대한 제어를 통제하게 함으로써 사용자의 사용성을 향상시키고자 하였다.

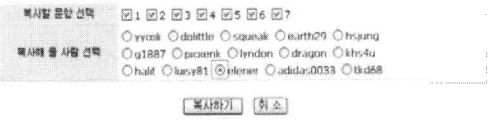


<그림 4> 문항 생성 및 수정

<그림 4>는 문항제작 화면으로 문항 형태는 객관식, 단답형, 주관식 중에서 하나를 선택하여 문항을 제작할 수 있다. 객관식의 경우는 최대 5지 선다형까지 만들 수 있다. 또한 문항에 그림이 들어가는 경우에는 먼저 그림파일을 서버로 전송한 후, [[그림파일명.gif]] 형태로 입력함으로

써 그림을 문항에 나타낼 수 있다.

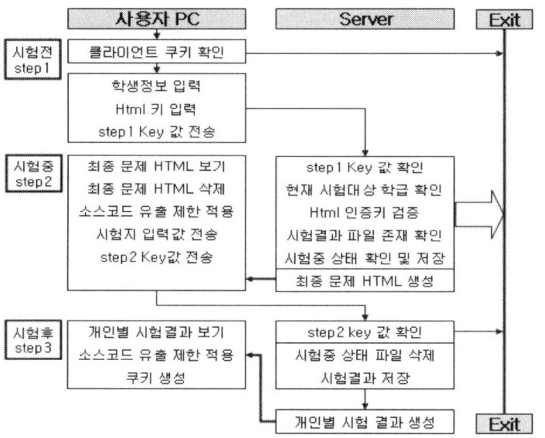
PAS 시스템은 최종적으로 만들어진 문제에 대한 수정, 삭제, 복사를 보다 편리하게 제공한다. <그림 5>에 나타난 바와 같이 문제를 복사하고자 할 때 복사할 문항의 선택과 대상 지정이 손쉽게 이루어질 수 있다.



<그림 5> 문제 복사하기

4.3 제어 모듈

PAS 시스템에서 제어 모듈의 목적은 두 가지다. 첫째, 교사가 학생들이 임의로 최종 평가지에 접근하는 것을 손쉽게 제어하기 위함이다. 둘째, 시험중 혹은 시험후라도 최종적인 평가지가 유출되는 것을 차단하기 위함이다. 이는 마치 오프라인 평가에서처럼 시험이 종료된 이후에는 학생들이 다시 시험을 볼 수 없는 상황을 만드는 것과 유사하다.



<그림 6> PBA 모델의 단계별 내용 및 제어 알고리즘

최종 평가지에 대한 학생들의 접근을 제어하기 위한 알고리즘은 <그림 6>과 같다. 학생들의 검증에 필요한 데이터는 서버와 사용중인 개인 PC에 존재하는데, 평가지 접근 제어 및 유출을 차단하기 위한 보다 상세한 단계별로 내용은 다음과 같다.

4.3.1 쿠키 확인

학생이 사용하고 있는 PC에는 이미 한번 시험을 본 경우, 그 흔적을 말해주는 쿠키가 존재한다. 즉, 쿠키가 존재한다는 것은 해당 PC에서 적어도 한번은 PAS 시스템에 접근하여 평가가 이루어졌다는 것을 말해준다. 따라서 쿠키의 존재 여부를 통해 동일한 PC에서 평가가 중복되어 실시되는 것을 차단하고자 하였다.

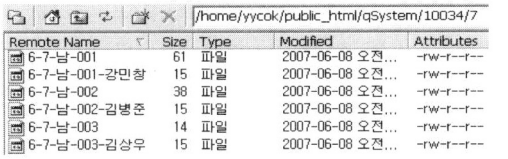
4.3.2 입력 값의 적합성 및 유효성 검증

학생들이 인증과정을 통해 입력한 값들의 적합성 및 유효성 여부를 확인한다. 이 두 번째 과정이 제일 중요하고 다양한 값들이 검토된다.

첫 번째 검증 대상은 학생이 입력한 개인 기초정보가 현재 교사가 시험중이라고 설정한 학급의 학생인지 아닌지 확인한다.

두 번째 검증과정은 Html 인증키가 일치하는지 확인하는 과정이다. 만약 일치하지 않는다면 웹브라우저를 강제로 종료시켜 접근을 차단한다.

한편 두 번째 검증과정을 통과한 학생들 중에는 이미 시험을 마친 학생이 또다시 평가지에 접근하려고 시도하는 경우가 발생할 수 있다. 이들에 대한 차단은 <그림 7>과 같이 최초 평가지 접근을 통해 생성된 서버상의 해당 학생정보파일의 존재 유무로 파악할 수 있게 하였다.



<그림 7> 서버에 저장된 학생 평가 정보 파일

세 번째 검증 내용은 학생들이 매우 비도덕적이라는 가정 하에 마련된 제어 요소인데, PAS 시스템의 인증 방식인 학생 개인 정보에 의한 인증 방식의 허점으로 인해 발생할 수 있다. 예컨대 어떤 학생이 최초 인증시 자신의 개인 정보가

아닌 같은 반 친구의 학생정보를 의도적으로 사용한 경우에 발생할 수 있다. 마치 오프라인 시험에서 시험지에 자신이 아닌 다른 학생의 번호, 이름을 기입한 것과 유사하다. PAS 시스템은 이를 제어하기 위해 교사가 평가 시작을 알리는 그 시점에 로긴한 학생들의 개인정보가 서버에 동시에 저장되게 하여 도용을 방지하고, 설령 도용되고 있다고 할지라도 즉시 발견될 수 있게 하였다.

위의 모든 검증 과정을 통과한 학생들은 각자의 PC에 최종적인 평가지가 랜덤한 문항 순서로 나타나게 된다. 이후 평가가 실시되고 평가지에 학생들이 입력한 값들이 서버로 전송되고 나면 개인별 평가 결과를 볼 수 있게 된다.

4.3.3 평가지 유출의 차단

웹 기반 응용프로그램에서 웹문서를 원천적으로 차단하기란 쉽지 않은 일이다. 그 이유는 URL이 노출되기 쉽고, 브라우저를 이용한 웹페이지 가져오기 등이 손쉽게 가능하기 때문이다. 앞서 논의한 제어 방법은 허가되지 않은 자에 대한 접근을 통제하기 위한 방법이었다. 그러나 모든 인증을 마친 학생의 경우 시험지 자체의 URL 및 브라우저를 통한 Html 코드의 유출이 여전히 가능해진다.

본 논문의 PAS 시스템은 위와 같은 문제를 해결하고자 PBA 모델의 평가후 상황에 주목하였다. 즉, 오프라인 상에서 평가가 끝난 이후의 상황은 모든 평가지를 교사가 수거해 간다. 이처럼 평가지가 학생의 수중에서 교사의 수중으로 넘어가게 되는 상황을 설계에 반영하여 구현한다면 비슷한 효과를 얻을 수 있을 것이다. 이를 위해 PAS 시스템은 다음과 같은 2가지 방법을 설계에 적용하였다.

첫째, <그림 6>에 나타낸 바와 같이 평가지가 학생에게 전달되는 순간 서버상에 존재하는 평가지 관련 파일이 삭제되게 하였다. 따라서 설령 최종 평가지 URL이 노출되어도 관련 평가지 파일이 없으니 URL을 이용한 평가지 유출은 사실상 불가능하게 된다.

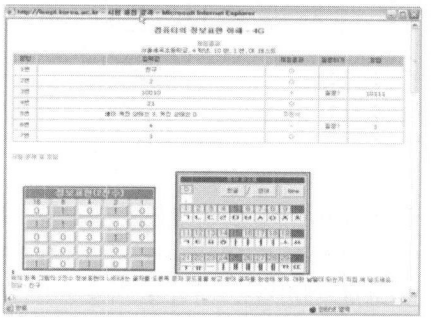
다음으로 남은 문제는 학생들이 각자의 PC 화면을 통해 보고 있는 평가지의 유출 가능성이다. 이를 차단하기 위해서 PAS 시스템은 마우스 오른쪽 버튼의 사용을 금지시켰다. 특히 마우스 오른쪽 버튼의 사용제한을 역으로 무력화시키기 위해 사용되는 F10키, F11키 shift 키, ctrl 키, alt 키 등과 같은 특수키의 사용을 제한하였다.

4.4 결과 모듈

결과 모듈은 두 가지 기능을 고려하여, <그림 8>의 교사용과 <그림 9>의 학생용 평가 결과 화면을 제공하였다. 교사를 위한 평가 결과는 평가 전반에 대한 파악을 손쉽게 하는데 초점을 두었고, 전체 시험지 통계와 반 통계, 학생 개별 평가결과를 제공한다. 객관식과 단답형은 자동으로 채점된다. 그러나 주관식은 자동채점이 아닌 학생들이 입력한 내용을 표로 제공하여 출력을 통한 채점이 용이하게 했다.

<그림 8> 평가 결과 화면 - 교사용

한편, 평가 결과 보기 화면은 15초 간격으로 화면이 refresh 됨으로서 시험중에 특정 시점에서 어떤 학생이 제출했는지를 실시간으로 확인할 수 있게 하였다. 이때 화면의 refresh 시간 및 지속 여부도 교사가 제어할 수 있게 하였다.



<그림 9> 평가결과 화면 - 학생용

학생을 위한 평가 결과는 문항별로 맞고 틀림을 표시하고, 틀린 문항은 정답을 제공하여 즉각적인 피드백을 주었다. 또한 평가문항 전체를 다시 한번 보여줌으로써, 틀린 문제를 확인할 수 있는 기회를 제공하였다.

5. 결론 및 제언

수업과 평가를 통합한 과정지향적인 평가(POA)가 손쉽게 이루어지기 위해서는 보다 편리하게 평가 전체 과정을 조작할 수 있는 온라인 평가시스템이 필요하다[1]. 그러나 대부분의 평가시스템은 정보교육이 실시되고 있는 학교라는 환경에서 발생할 수 있는 문제나 요구를 반영하지 못하고 있다. 즉, 평가와 관련된 사용자들의 학습의 용이성, 효율성, 만족감의 정도와 같은 사용성(Usability) 요소를 충족시키지 못하고 있다.

본 논문은 웹기반평가시스템의 사용성을 향상시키기 위해 오프라인 지필 평가에 내재한 속성과 기존의 웹기반평가시스템의 사용성(Usability) 요소를 반영한 PBA(Paper-Based Assessment) 모델을 제시하였다. PBA 모델은 평가전, 평가중, 평가후의 3단계 평가 과정으로 이루어지며, 각 단계마다 기존의 웹기반평가시스템 및 오프라인 평가방식에 내재한 사용성 요소의 장점을 반영한 모델이다. 사용성(Usability)을 향상시키기 위한 PBA 모델의 특징은 다음과 같다.

첫째, 학생들의 회원가입절차를 없애고 로긴 입력 정보로 학생들의 학교생활정보, 즉 학년, 반, 번호, 성별, 이름을 사용하게 하였다. 이는 오프라인 평가시 사용되는 정보를 그대로 온라인 평가에 활용함으로써 학생과 교사 모두 아이디와 비밀번호를 관리해야 하는 불편을 제거하고자 한 것이다.

둘째, 교사가 만든 최종적인 평가지에 대한 접근을 손쉽게 통제하기 위한 요소로 'Html 인증키'와 '현재 시험대상 학급 지정'과 같은 기능을 두었다. '현재 시험대상 학급 지정' 기능은 예컨대 정보담당 교사가 매시간 평가를 실시해야 하는 경우, 시험대상 학급을 실시간으로 손쉽게 변경할 수 있게 하여 평가시스템의 사용성을 높이고자 한 것이다. 또한 'Html 인증키' 설정은 인증키의 값을 변경하거나 인증키의 사용을 강제하여, 보다 효과적으로 평가지에 대한 접근을 제어하기 위한 수단이다. 즉, Html 인증키를 알고 있는 사용자에 한하여 평가지에 대한 접근을 허용하겠다는 교사의 의도를 구현한 것이다.

끝으로, 평가가 실시되고 있는 시점에서의 URL을 통한 평가 유출이나 소스코드 복제와 같은 행위를 차단한다. 학생들이 평가지에 접근하는 순간, 시험지 표출에 이용되었던 평가지 파일 자체를 서버에서 삭제하여 접근자체가 근본적으로 차단함으로써, 오프라인에서 시험 종료 후 교사가 시험지를 거두어 가는 것과 같은 효과를 내고자 한 것이다.

개정된 정보통신기술 교육과정[11]은 정보교육의 토대를 마련하여, 정보교육은 이제 새로운 변화의 기로에 접어들었다. 그러나 정보교육이 원활하게 학교 현장에서 효과적으로 실시되기 위해서는 교사와 학생 모두가 편리하게 사용할 수 있는 사용성 높은 평가시스템이 필요하다. 이를 위해 본 논문은 PBA 모델을 제안하였고, 이를 기반으로 하는 사용성(Usability)요소가 반영된 웹기반평가시스템인 PAS(PBA-based Assessment System)를 설계 및 구현하였다.

본 시스템은 현재 서울시내 공립학교의 정보교육 평가시스템으로 사용하고 있다. 향후 PAS 시스템은 주관식 채점 기능과 같은 추가적인 사용성 요소와 더불어 평가과정 자체를 학습과정으로 확장시킴으로써, 평가과정을 통해서 효과적인 학습이 이루어질 수 있는 평가시스템으로의 연구가 이루어질 필요가 있다.

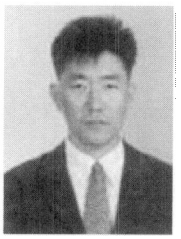
참 고 문 헌

[1] 이원규 외. 정보교육론. 홍릉과학출판사. 2007

[2] 한희섭 외. XML 기반 문제은행 시스템(IDB) 구조. 한국정보교육학회 학술발표논문집 8권 1호. 2003

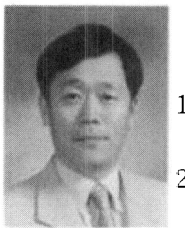
[3] 나종석 외. 웹을 기반으로 한 문제은행 시스템 설계 및 구현. 정보교육학회논문지, 4권, 2호. 2004

[4] 유선경 외. 교수방법의 효율화를 위한 웹 기반 진단평가 시스템의 설계 및 구현. 한국컴퓨터교육학회 논문지 제 6 권 3호. 2003.
[5] 조성호. 컴퓨터 적응형 알고리즘을 이용한 웹기반 시험 시스템 설계 및 구축, 한국컴퓨터교육학회 논문지 제 7 권 6호. 2004.
[6] 강공미 외, 웹 기반 수행평가 시스템의 구현 및 설계, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제30권 제1호(A), 2003. 4, pp. 866 ~ 868 (3pages)
[7] 김남희, 웹 기반 학습 및 평가 시스템 구현, 한국콘텐츠학회 종합학술대회 논문집, 제3권 제1호, 2005. 5, pp. 31 ~ 35 (5pages)
[8] 문상호 외, 수행평가시스템의 구현, 한국정보과학회 학술발표논문집, 제30권 제1호(A), 2003. 4, pp. 860 ~ 862 (3pages)
[9] 정용석, 웹기반 평가시스템 설계 및 인증절차 연구, 석사학위논문, 2003
[10] http://en.wikipedia.org/wiki/Usability
[11] PAS : Paper-Based Assessment System, http://inc.korea.ac.kr/~yycok
[12] Helen Petrie, Omar Kheir. The Relationship between Accessibility and Usability of. CHI 2007. The ACM, 2007.
[13] Stuart MacFarlane, Gavin Sim, Matthew Horton. Assessing Usability and Fun in Educational Software, IDC 2005, The ACM, 2005
[14] Alain abran, Adel Khelifi, Witold Suryn,"Usability Meanings and Interpretations in ISO Standards", Software Quality Journal, 2003



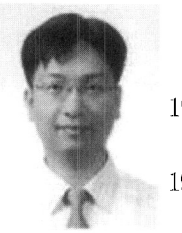
염 용 철

1991 서울교육대학교 수학교육과(교육학학사)
2001 서울교육대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
2005 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정 수료
관심분야: 정보교육, 교육용프로그래밍언어
E-Mail: yongchul.yem@inc.korea.ac.kr



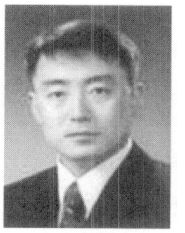
유 승 욱

1983 충남대학교기계교육공학과 (공학사)
2002 고려대학교 교육대학원 컴퓨터교육(교육학석사)
2004 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정 수료
관심분야: 정보교육, 교육용프로그래밍언어
E-Mail: yoosw0810@comedu.korea.ac.kr



김 용

1995 한국교원대학교 초등교육과(교육학학사)
1997 한국교원대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)
2004~현재 고려대학교 컴퓨터교육학과 박사과정 수료
1994~현재 한국교육학술정보원 책임연구원
관심분야: 정보교육, 정보 영재
E-Mail: dragon@keris.or.kr



이 원 규

1985 고려대학교 영어영문학과
1989 츠쿠바대학 전자정보공학과 (공학석사)
1993 츠쿠바대학 전자정보공학과 (공학박사)
1996~현재 고려대학교 컴퓨터교육과 교수
관심분야: 정보교육, 정보검색, DB
E-Mail: lee@comedu.korea.ac.kr