
웹 기반의 자동문제 출제 및 평가시스템의 개발 및 활용 : JPGEM 의 개발과 활용을 중심으로

허 원

공주대학교 공과대학 전기·전자·정보공학부
(1999. 1. 29. 접수)

A Development and Application of JPGEM : An Internet-Based Test Generation and Evaluation Package

Won Ho

*Department of Electrical, Electronics, and Information Engineering
College of Engineering, Kongju National University
(received January. 29, 1999)*

국문요약

인터넷을 이용한 여러 가지의 서비스 중에서도 학습 관리를 인터넷에서 처리할 수 있도록 하는 시스템이 속속 개발되고 있다. 본 논문에서는 현재 상용화 된 인터넷용 문제 출제 및 평가시스템의 성능을 비교 분석하고 이를 학습에 적용하기 위한 구체적인 방법들을 제시한 후 국내의 독자적인 기술력으로 저자가 개발한 JPGEM (Java Problem Generation and Evaluation Module) 에 대하여 간략히 설명하고자 한다. JPGEM 은 종합 문제 출제 및 평가 시스템으로 자바를 이용하여 개발되었으며, 개별 교과목에 관한 문제를 임의로 출제할 수 있다. 총 5가지의 문제 출제 유형을 지원하고 시험 결과를 서버에 저장하여 학습자의 학습 및 능력을 평가할 수 있도록 지원한다.

Abstract

Internet application for education has drawn interests in recent time. Usually the method of communication was unidirectional, which means teachers posted educational material on a server and students received them. Even the usage of WWW can't overcome the restriction of unidirectional communication problem. In order to solve this problem, researchers and commercial vendors began to provide packages for bidirectional solution. Those packages are course test generation and evaluation packages using Internet. They provide functionalities of problem generation and score management. In this paper some of those packages are reviewed, and the functionalities of JPGEM(Java Problem Generation and Evaluation Module), which is developed by the author of this paper, are discussed in detail.

1. 서론

인터넷의 출현 이후 네트워크와 컴퓨터를 이용한 교육 여건의 개선과 교육효과의 제고에 관하여 많은 관심이 집중되고 있으나 실제적으로 정보화 시대의 패러다임에 맞는 교육 콘텐츠와 교육 방식의 혁신은 아직 미흡한 실정이다. 특히 학습능력의 평가는 교육에 있어서 중요한 부분으로 지금까지는 리포트, 퀴즈, 필기시험의 방법이 활용되어 왔다. 이러한 평가기능을 현재 지원되고 있는 네트워크를 통하여 효율적으로 관리할 수 있도록 한다면 그 파급효과가 막대할 것으로 예상된다. [정연모, 1997; 허원, 1997]

인터넷을 통하여 문제를 제출하고 답안을 작성하는 여러 가지의 방법을 웹 상에서 발견할 수 있으나 대부분의 경우 문제의 형태가 정형화되어 항상 같은 내용의 답을 갖고 있으므로 공간적 시간적 제약을 두어 실행하기 이전에는 학습 평가기능을 수행하기에는 문제가 있다. 즉, 다른 시간대에 수험자는 이전 수험자의 정답을 그대로 활용할 수 있게되어 학습평가를 위한 도구로서의 사용에는 제한이 따르게된다. 최근 들어 이를 해결하기 위해 네트워크 기능을 이용하거나 데이터 베이스 개념을 이용하여 기존의 시험을 완전히 대체하고자 하는 방법들이 출현하기 시작하였다. [허원, 1997]

본 논문에서는 인터넷 시대에 부응할 수 있는 네트워크용 자동 문제 출제와 평가 프로그램의 개발에 관한 외국의 동향을 설명하고 이를 본인이 개발한 JPGEM(Java Problem Generation and Evaluation Module) 과 비교 분석하고 개발 배경과 활용에 대하여 다루도록 하겠다.

2. 연구 및 개발배경

인터넷이 광범위하게 보급되어 사용자가 증가함에 따라 여러 가지 분야에서의 활용이 강조되고 있다. 피상적으로 언급되던 전자 상거래에 의한 시장이 커지고 있는 것은 정보화 시대의 인터넷의 활용에 대한 비전을 제시해 주는 단편적인 예라고 할 수 있다.

인터넷의 사용이 적절하고도 효과적인 결과를 거둘 수 있는 부분이 바로 인터넷을 통한 여러 가지 분야의 문제 및 평가시스템에 관한 영역이라고 할 수 있다. 즉, 사용자가 인터넷을 통하여 시험을 보고 그 결과를 자동적으로 관리해주는 기능을 갖춘 시스템을 의미한다. 다른 분야와 마찬가지로 인터넷을 이용한 시험 문제 출제 평가 시스템의 장점을 표 1과 같이 분석할 수 있다.

〈표 1〉 기존의 평가 방식과 인터넷 평가 방식의 비교

시험방법 비교분야	기존의 평가 방식	인터넷 평가 방식
문제 출제 방식	출제자가 출제 또는 기존 문제를 참고하여 변경	기본 패턴을 가지고 자동적으로 출제
채점 시간	문항의 개수와 응시자의 수에 따라 시간 소요	컴퓨터가 직접 채점 짧은 시간 소요
시험 장소 및 시험 시간	응시자의 수에 따른 장소 확보와 시간 조정 필요	응시자가 네트워크를 접속할 수 있는 환경이면 언제 어디서나 가능
시험 감독 및 결과 관리	1인 이상의 시험 관리 인원이 시험시간만큼 소요	관리인원이 불필요(Open book 시험인 경우), 데이터 베이스 시스템의 연계 시 채점 및 성적 결과 관리 시간 절약

물론 시험 관리 면에서 Closed book 시험인 경우에는 인터넷 시험에서도 공간적, 시간적인 제약을 주어야한다. 즉, 정해진 시간에 정해진 장소에서 응시를 하고 이를 관리하는 최소한의 인원이 필요하게된다. 이러한 경우에도 데이터 베이스 방식이나 본 논문에서 제안하는 파라미터 방식의 인터넷 출제 방식은 수험자의 문제가 서로 다르므로 기존의 방식보다 적은 관리 인원으로 학습 평가를 수행할 수 있다. 본 논문에서 제안한 방식은 Open book 시험으로 진행되었으며 이러한 경우 교내 또는 집에서 전화선으로 이용하여 원하는 시간에 시험을 볼 수 있도록 하였으므로 운영상 시설면에서의 제약은 없었다.

가장 원시적인 인터넷에서의 문제 출제 방식은 정형화된 문제를 출제하는 것이다. 이 경우 같은 문제에 같은 답의 문제가 출제되고 이는 응시자들 사이에 보안이 유지될 수 없으므로 시험으로서의

의미가 없게된다. 인터넷을 이용하여 시험 문제를 보는 경우에는 이러한 문제점이 해결되어야한다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 일반적인 접근 방법으로는 데이터 베이스를 이용하는 문제 은행식의 출제 방법과 문제의 패턴은 일정하되 그 패턴 안에서 사용되는 파라미터의 값 또는 순서쌍을 바꾸는 출제 방법등 두 가지 방법을 고려할 수 있다. 일반적인 데이터 베이스 방식의 문제 해결 방법과 파라미터 방법의 장점과 단점은 표 2와 같이 기술할 수 있다.

현재까지 조사된 몇 개의 인터넷을 이용한 문제 출제 및 평가 시스템으로 비교적 오랜 전통을 갖고 있는 시스템으로는 미시간 주립 대학에서 활용하고 있는 CAPA (the Computer Assisted Personalized Assignment System) 시스템을 들 수 있다. [4] 1992년 92명의 학생을 대상으로 사용되었던 시스템은 현재 4만 명이 넘는 인원의

학생을 대상으로 하는 시스템으로 성장하였다. 과목의 대상은 물리, 화학, 생화학, 천문학, 수학, 식물학, 전산학, 식품 영양학, 가정학 등의 기초 분야에 사용되고 있다. CAPA 는 과제물이나 퀴즈의 대응으로 사용되고 있으며 워크스테이션을 이용한 랜의 네트워크환경을 이용하여 실행된다. 최근에는 인터넷용 버전도 출시한 것으로 알려져 있다. 유닉스 기반으로 출발한 시스템으로 다양한 형태의 문제 종류로 문제가 구성되어 있다. 문제 출제 방식이 시스템과 긴밀히 구성되어 있어 출제자의 자유로운 문제 구성이 용이하지 않은 것으로 판단된다.

한편 일리노이 주립대학의 Mallard 역시 인터넷을 이용한 문제 출제 및 평가 시스템으로서 Perl 과 자바 스크립트를 이용하였고 역시 유닉스 기반의 시스템이다. [6] 유닉스 기반의 프로그램은 서버가 워크스테이션이거나 리눅스를 지원하는 PC에서 밖에는 실행이 불가능하다. 이러한 의미에서 윈도우 95 나 매킨토시에서의 소규모 단위의 서버를 운영할 경우에는 제한이 따르게 되지만 자바를 이용하면 모든 컴퓨터에서 시스템을 실행할 수 있다. 퍼듀 대학의 TestPilot 은 자바로 작성된 비교적 최근에 발표된 문제 출제 및 평가 시스템이다. [5]

본 논문에서는 본인이 개발한 JPGEM(Java Problem Generation and Evaluation Module)의 내용을 소개하고자한다. JPGEM은 웹에서 문제를 자동으로 출제하고 평가하여 기존의 리포트와 퀴즈의 기능을 대체할 수 있으며, 중간 고사 및 기말고사의 경우는 시험 문제 출제 도

<표 2> 컴퓨터를 이용한 문제 출제 방식의 비교

문제구성 방법 비교분야	데이터 베이스 방식	파라미터 방식
문제 출제 방식	많은 양의 문제를 출제하여 문제 은행을 구성	필요한 문제만 출제
개발 비용	문제 은행 구축과 데이터 베이스 환경 구축에 과다한 비용 소요	웹 환경 설정만으로 운용 가능
개발 기간	외부 용역을 주게 되므로 출제자와 개발자의 의견 수렴 과정에 많은 시간이 소요	본인이 직접 관리하므로 개발 기간 단축
출제 경향	개발비용과 시간의 부담으로 주관적인 출제가 불가능	출제가 개인의 기호에 맞는 문제의 출제 가능

<표 3> 상용 인터넷 문제 출제 평가기의 성능 분석

종 류	CAPA	MALLARD	TestPilot	JPGEM
하 드 웨 어	WorkStation, NeXT	WorkStation	All Platform	All Platform
소프트웨어	Unix, X-server	Unix, JavaScript, Perl	JAVA(Servlet이 필요)	JAVA
개 발 대 학	Michigan State Univ.	Univ. of Illinois at UC	Purdue Univ.	Kongju National Univ.
특 징	물리, 화학, 생물, 천문학등	문제 관리 시스템이 뛰어난	자바를 이용, 입출력부분은 자바스크립트 사용	문제 구성 요소가 다양하고 융통성이 있음
가 격	\$400 (40인 클래스 기준 교육용의 가격)	\$100(50인 클래스 기준 1년 사용 교육용의 가격)	\$170(교육용 가격)	미정

구로도 사용 가능하다. 현재 단계에서 JPGEM 이 다른 인터넷 문제 출제 및 평가 시스템에 대하여 차별성을 갖는 것은 100% 자바로 개발되었으므로 여러 종류의 컴퓨터에서 운용될 수 있다는 사실과 문제 출제 종류의 다양성과 융통성을 들 수 있다.

자바로 개발된 TestPilot 의 경우는 서버트 패키지를 같이 구입하여야 하는 부담이 있으며 일부 분은 자바 스크립트를 사용하도록 되어 있는데 문제의 답에 대한 힌트 및 수정 기능이 좋으나 보안상의 문제가 있는 것으로 평가된다. 표 3은 JPGEM과 다른 인터넷 문제 출제 평가시스템의 비교표이다.

3. 연구 및 개발 방법

출제자는 주어진 문제 출제 요청에 따라 일반 에디터를 사용하여 텍스트 형태로 문제파일을 작성한다. 학습자는 인터넷을 통하여 출제자의 홈페이지에 접속하여 웹브라우저 상에서 문제를 풀게 되며 종료 후에는 평가결과가 전송되어 문제 평가의 결과가 출제자의 컴퓨터에 파일로 남게된다. 출제자는 이 파일을 스프레드시트를 활용하여 관리하게된다.

웹서버에서는 파일 서버 프로그램과 평가 서버 프로그램의 두 가지 프로그램이 운영된다. 파일 서버가 응시자 측의 클라이언트에서 오는 구체적인 시험 과목의 파일을 전송한다. 평가 서버는 시험 종료 후 응시자 측 클라이언트에서 오는 채점 결과를 서버의 하드디스크에 저장하는 작업을 실행한

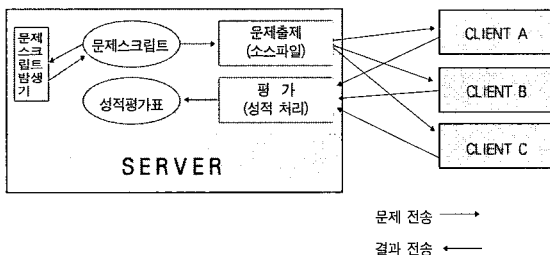


그림 1. JPGEM의 개요도

다. 동작 원리는 그림 1과 같이 설명할 수 있다.

JPGEM에서 다룰 수 있는 문제의 출제 방식은 크게 계산식 단답형, 맞는 문항 고르기, 순서대로 나열하기, 짝 맞추기, 논리형의 다섯 가지로 나눌 수 있다.

1) 계산형 단답형

수식을 포함하는 문항을 임의의 파라미터 값으로 출제할 수 있다. 웹 브라우저를 이용하여 동일한 시험문제를 푸는 경우에도 그림 2와 그림 3에서와 같이 동일한 문항이지만 문제의 내용이 다른 것을 확인할 수 있다. 이는 문제에 사용된 파라미터의 값을 JPGEM 이 임의의 파라미터 값으로 변형하기 때문에 동일한 문제 형태라도 다른 파라미터를 가진 값으로 출제하기 때문이다.

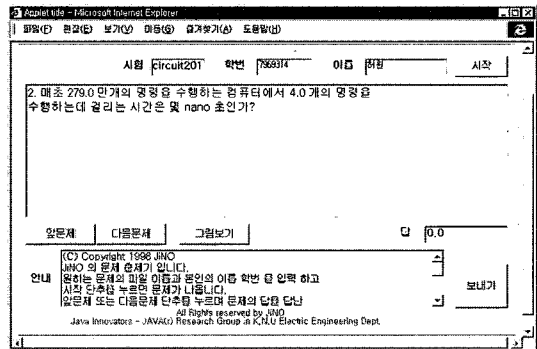


그림 2. JPGEM의 실행화면 (1)

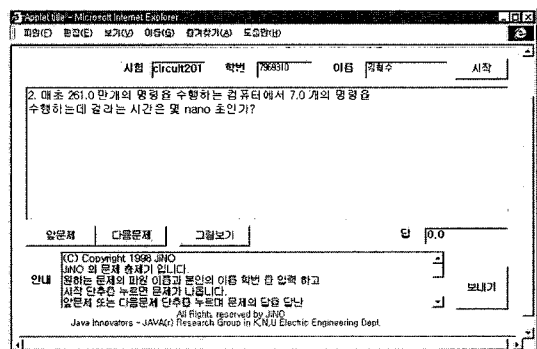


그림 3. JPGEM의 실행화면 (2)

문제에서 초당 수행 능력이 그림 2 의 경우에는 279만개, 그림 3의 경우에는 261만개이며, 수행 명령어는 각각 4개, 7개임을 알 수 있다. 이 두 가지 요소가 파라미터화 되어 있는 것으로 문제 구성시 파라미터화 될 요소의 값들은 크기의 범위와 유효 숫자의 개수를 주어 스크립트 형태로 구성한다. 최대 5개의 요소를 파라미터화하는 것이 가능하다.

2) 맞는 문항 고르기

문제 출제 유형의 가장 일반적인 형태로서 전체 문항에서 맞는 문항을 고르는 문제이다. 맞는 문항은 하나일 수도 있고 여러 개일 수도 있다. 틀린 문항과 맞는 문항을 충분히 출제하여 각각의 문항에서 임의의 문항들을 선정하여 출제함으로써 다양한 문제를 구성할 수 있다.

3) 짝짓기

맞는 항목을 같이 연결하는 방법으로 두 개의 집단에서 서로 상응하는 값들을 짝짓는 방법이다.

4) 순서대로 나열하기

정량적인 크기나 연대순으로 나열할 필요가 있는 경우 유용하게 활용되는 문제 출제 방식으로 값이 작은 순서대로 나열하거나 큰 순서대로 나열하는 방법으로 짝짓기와 비슷한 구조로 문제가 구성된다.

5) 논리형 (개발 중)

주어진 조건에 따라서 알맞은 답을 논리적으로 구할 수 있도록 문제를 구성한다. 예를 들어 "빨간 불이면 서고 파란 불이면 간다"는 내용을 빨간 불과 파란불의 두 가지 조건에서 임의의 조건을 선택하게 하고 그에 따른 답을 확인할 수 있는 방법을 실현하도록 한다. 이를 몇 가지 조건이 조합된 경우로 확장하면 공학이외의 많은 분야에도 효과적으로 JPGEM을 적용할 수 있게된다.

웹 브라우저를 사용하여 웹상에서 접속하면 그림 2나 그림 3과 같은 화면이 나오게된다. 응시자는 학번, 이름, 시험의 종류를 입력하고 시작 단

추를 누르면 시험이 시작된다.

앞 문제, 다음 문제의 단추를 선택하여 문항을 변경할 수 있으며 그림이 있는 문항은 그림보기를 누르면 그 문항과 관련된 그림을 볼 수 있다.

평가결과는 단순한 채점 결과뿐만 아니라 시험 답안 작성시 소요한 시간까지도 알아낼 수 있으므로 학습자의 학습능력을 평가하는데 유용하게 이용할 수 있다. 보내기 단추는 서버에 평가 결과를 송신하고 본인의 시험 점수와 틀린 문항 번호를 안내 창에 보여준다.

4. 연구 고찰

현재 시스템은 전기공학과 2학년 과정인 전기 회로와 전기기기에 활용하고 있다. 학생들은 1주마다 원하는 시간에 퀴즈의 형태로 시험을 보고 그 결과는 서버에 저장된다. 시험 시행 중에 다음과 같은 문제점들이 도출되었다.

- 1) 시험의 답을 확인하기 위해 여러번 접속하여 시행 착오를 거치고 문제의 패턴을 파악한 후 시험을 보는 경우.
- 2) 먼저 시험을 본 사람의 문제를 참조하여 수식 유도과정을 연구하는 경우.
- 3) 여러 명이 합동으로 문제를 풀어 수식 유도 과정을 도출하여 서로 알려주는 경우.

이상의 문제점들을 해결하기 위한 대안을 연구 중이다. 먼저 학습자가 문제를 임의로 접속하는 것을 방지하기 위해 개인별로 암호를 할당함으로써 문제에 대한 무절제한 접근을 단속할 수 있으며, 응시자가 문항당 소요하는 시간을 확인하여 문제 풀이 과정을 직접 수행하였는지 진위를 가리는 자료로 사용할 계획이다. 무엇보다도 본 시스템이 학습자를 평가하는 것보다는 학습 효과를 높이는 목적으로 사용된다는 사실을 인식하고 평가 방식에서 풀이 소요시간에 대한 가중치를 주는 것보다 많은 문제의 수를 확보하여 활용하는 것이 필요하다. 또한 학습 능력에 따라서 출제문제를 선정해 가며 확인할 수 있는 지능형 문제 출제

기로의 개선이 바람직한 것으로 판명되었다.

5. 결론

이상의 개발 프로그램은 1 시간 정도의 교육으로 즉시 문제 작성이 가능하며 개인의 취향에 맞는 문제를 작성함으로써 기존의 데이터 베이스 방식의 문제 은행 출제보다 교육효과를 높일 수 있다. 사용자가 보다 쉽게 사용할 수 있도록 문제를 출제하고 관리하는 모듈을 현재 개발 중이다.

현재 개발된 소프트웨어를 이용하는 방법으로는 다음의 세 가지 방법을 선택할 수 있다.

- 1) 문제 출제, 평가 패키지를 개인 차원에서 사용한다: 컴퓨터에 대한 고도의 지식이 없어도 쉽게 문제를 출제하고 결과를 확인하는 것이 가능하다.
- 2) 콘텐츠를 포함하여 광범위한 공학용 연습 문제 서비스를 제공한다: 문제 출제 구성이 번거로운 경우에는 다른 사람이 작성한 문제의 콘텐츠를 사용하여 리포트와 퀴즈의 용도를 대체하여 사용할 수 있다.
- 3) 출제 및 평가 서비스를 정보 공급자에 전적으로 의존한다: 문제 출제와 평가를 전적으로

서비스에 포함하여 학생들에게 웹을 이용한 서비스를 이용할 것만을 지시한다. 정보 공급자가 평가결과를 교육자에게 주기적으로 전달한다.

JPGEM을 사용하여 다음과 같은 장점을 얻을 수 있다.

- 1) 학습자의 학습관리가 용이하다.
- 2) 학습자의 구체적인 학습 결과 수준을 요구함으로써 기존의 리포트와 같은 피상적인 방법보다 학습 효과를 높일 수 있다.
- 3) 한번 구성된 문제 내용은 학년 및 학기 단위로 반복 사용하므로 교육자는 효과적인 교수법과 출제 문제의 업그레이드등에 전념하여 교육의 질을 높일 수 있다.
- 4) 항목별 문제에 따른 소요 시간의 분석을 통하여 문제의 난이도와 학습자의 이해 여부를 확인하고 이를 강의 내용에 피드백하여 사용할 수 있다.
- 5) 퀴즈형태로 자주 교육내용을 평가하여 학생들의 수업 집중력을 높일 수 있다.
- 6) 인터넷을 이용하여 시험을 봄으로서 학생들의 정보화 마인드를 향상시킨다.

[참고문헌]

- (1) 정연모 (1997), 원격 공학 교육 시스템의 개념과 활용 방안, 공학교육과 기술 제 3권, pp. 18-29
- (2) 최우주 (1997), 웹 관리자를 위한 인터넷 전문가 테크닉, 인포북
- (3) 허원 (1997), 공학 교육을 위한 대화식 교육 시스템의 개발, 공학교육과 기술 제 4권, pp. 46-51
- (4) <http://www.pa.msu.edu/educ/CAPA>, CAPA 의 웹 주소
- (5) <http://www.clearcutsoft.com/TestPilot>, TestPilot 의 웹 주소
- (6) <http://www.ews.uiuc.edu/Mallard>, Mallard 의 웹 주소
- (7) <http://soback.kornet21.net/~wonho>, JPGEM 의 웹 주소
- (8) Chan, P., Lee R., Kramer D. (1998), The Java Class Libraries Second Edition, Vol. 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, Addison Wesley
- (9) Nwana, H. S. and Coxhead, P. (1988), Towards an Intelligent Tutoring System for a Complex Mathematical Domain, Expert System, Vol. 5, No. 4, pp. 290-

299

[10] Lawler, R.W. and Yazdani, M. (1987), Intelligent Tutoring System : An Overview, AI and Education, Vol.1, pp.183-201

[11] Rickel, J.W. (1989), Intelligent Computer-Aided Instruction : A Survey Organized Around System Components, IEEE Trans.SMC, Vol.19, No.1, pp.40-57