

# 웹 기반의 자동 문제 출제 및 평가 시스템의 개발 및 활용

- 완전학습기의 개발과 활용 -

허 원

공주대학교 정보통신공학부

(1999. 6. 30. 접수)

## A Development and Application of Web-Based Tutoring System

- Focused on the Development and Application of the "Module Study" -

Won Ho

*Division of Information & Communication Engineering,*

*Kongju National University*

*(received June. 30. 1999)*

### 국문요약

인터넷을 이용한 여러 가지의 서비스 중에서도 학습 진행을 인터넷에서 처리할 수 있도록 하는 시스템에 대한 관심이 늘어나고 있다. 일반적으로 웹을 통한 교육 방식은 단방향적이므로 상호 작용적인 기능을 어떻게 부여할 것인가가 오랫동안 가상 원격 교육의 주제가 되어왔는데, 이 기능은 시험을 통하여 이루어지므로 웹에서의 평가기능이 상당히 중요하게 된다. 이에 대한 해결책을 제시하기 위하여 학계와 업체에서 많은 노력을 기울이고 있으며 여러 가지 솔루션이 출현하고 있다. 본 논문에서는 일반적인 문제 출제와 평가를 웹에서 구현하는 방법을 초월하여, 반복적인 문제 풀이 기능을 활용하여 학습 후의 평가 기능보다는 학습 수행 자체의 진행방법의 수준으로까지 활용될 수 있는 도구인 "완전학습기"의 개발과 이를 활용한 결과를 설명하여 웹 기반 교육에서의 새로운 방향을 제시하고자 한다.

### 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. WBT(Web Based Test) is important subject in this viewpoint. In this paper, the development and application of the "Module Study" will be presented. The system realize the powerful personalized tutoring, which is even beyond the

capability of conventional WBT, and propose a new direction of Web Based Learning.

### I. 서론

인터넷의 출현 이후 네트워크와 컴퓨터를 이용한 교육여건의 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 출제하고 답안을 작성하는 여러 가지의 방법을 웹상에서 발견할 수 있으나 대부분의 경우 문제의 형태가 정형화되어 항상 같은 내용의 답을 갖고 있으므로 공간적 시간적 제약을 두어 실행하지 않는다면 학습 평가기능을 수행하기에는 문제가 있다. 최근 들어 이를 해결하기 위해 네트워크 기능을 이용하거나 데이터베이스 개념을 이용하여 기존의 시험을 완전히 대체하고자 하는 방법들이 출현하기 시작했다. [허원, 1997]

이러한 시스템들은 크게 문제은행 출제방식과 문제 변경 방식의 두 가지로 분류된다. 문제은행 방식은 데이터베이스에 기반을 두고 필요한 문항을 선택하여 문제를 구성하며, 문제 변경 방식은 주어진 문제의 패턴에서 임의성을 부가하여 패턴은 비슷하지만 파라미터가 다르거나 구성에 변화를 주는 방식으로 문제를 구성한다.

본 논문에서는 본인이 개발한 문제 변경 방식의 문제 출제 및 평가 시스템인 완전학습기(Module Study)의 개발배경과 활용에 대해 다루도록 하겠다.

### II. 연구 및 개발배경

인터넷의 사용이 적절하고도 효과적인 결과를 거

둘 수 있는 부분이 바로 인터넷을 통한 여러 가지 분야의 문제 및 평가 시스템에 관한 영역이라 할 수 있다. 즉, 사용자가 인터넷을 통하여 시험을 보고 그 결과를 자동적으로 관리해주는 기능을 갖춘 시스템을 의미한다. 인터넷을 통한 시험문제 출제 평가 시스템의 장점은 기존의 평가방식과 비교하여 [표 1]과 같이 분석할 수 있다. 물론 시험 관리 면에서 Closed book 시험인 경우 인터넷 시험에서도 공간적, 시간적인 제약을 주어야 한다. 즉, 정해진 시간에 정해진 장소에서 응시를 하고 이를 관리하는 최소한의 인원이 필요하게 된다. 이러한 경우에도 데이터베이스 방식이나 본 논문에서 제안하는 Meta-Problem 방식의 인터넷 출제가 기존의 방식보다 적은 관리인원으로 학습 평가를 수행할 수 있다.

인터넷을 이용한 시험의 경우 정형화된 문제를 사용한다면 응시자 사이에 보안이 유지될 수 없다. 따라서 방대한 양의 문제 데이터베이스에서 조건에 맞는 문제를 선택하는 문제은행 방식이나 문제의 패턴은 일정하되 그 패턴 안에서 사용되는 파라미터나 순서쌍을 바꾸는 출제 방법 등이 고려

〈표 1〉 기존의 평가 방식과 인터넷 평가방식의 비교

시험방법 비교 분야	기존의 평가방식	인터넷 평가방식
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 채점하므로 짧은 시간 소요
시험 장소 및 시험 시간	응시자의 수에 따른 장소 확보와 시간 조정 필요	응시자가 인터넷에 접속할 수 있는 환경이면 언제 어디서나 가능
시험 감독 및 결과 관리	1인 이상의 시험 관리 인원이 시험 시간만큼 소요	관리인원이 불필요(Open book 시험인 경우). 데이터베이스 시스템의 연계시 채점 및 성적결과 관리 시간 절약

〈표 2〉 문제은행 데이터베이스 방식과 문제 변경 방식의 비교

문제 구성 방법 비교 분야	문제은행 데이터베이스 방식	문제 변경 방식
문제 출제 방식	많은 양의 문제를 출제하여 문제은행을 구성	필요한 문제만 출제
개발 비용	문제은행 구축과 데이터베이스 환경 구축에 과다한 비용 소요	필요한 최소한의 환경 설정만으로 운용 가능
개발 기간	외부에 용역을 주게 되므로 출제자와 개발자의 의견 수렴 과정에 많은 시간 소요	본인이 직접 관리하므로 개발기간 단축
출제 경향	개발비용과 시간의 부담으로 주관적인 출제가 불가능	출제자 개인의 기호에 맞는 문제 출제 가능

되어야 한다. 이러한 문제은행 데이터베이스 방식과 문제 변경 방식의 특징을 비교하면 〈표 2〉와 같이 기술할 수 있다.

완전학습기는 문제 변경 방식의 장점을 살려 교수가 작성한 문제의 패턴인 Meta-Problem으로부터 곧바로 문제 인스턴스를 생성하여 학습자에게 전달한다. 또한, 문제를 단순히 평가의 수단으로만 보지 않고 문제 풀이 과정을 사고력에 의한 학습의 단계로 간주하여 이를 학습의 도구로 사용하도록 했다. 따라서 완전학습기는 평가 시스템의 기능 외에 학습 시스템의 기능도 갖는다. 완전학습기의 개발은 순수 JAVA 기술로 이루어졌으므로 여러 종류의 컴퓨터에서 운용될 수 있다.

### III. 개발 방법 및 내용

교수는 웹을 통해 서버에 접근하여 새로운 학습 콘텐츠를 작성하거나 편집할 수 있다. 이때 하나 하나의 학습 콘텐츠를 학습 셀이라 하고, 학습 셀을 조합하여 하나의 학습 단위를 형성시켜주는 것을 유닛이라 한다. 교수가 저작용 클라이언트인 Cell Editor, Unit Editor 애플릿을 사용하여 각각의 객체를 만들어 저장하면 이는 서버의 DB

에 보관된다. 교수가 작성하여 서버에 저장하는 학습 셀은 학습자가 보게되는 셀을 생성하기 위한 정보를 가진 Meta-Problem이며 학습자가 웹을 통하여 학습을 진행할 때 학습용 클라이언트인 Instructor 애플릿의 요구에 의해 Meta-Problem의 인스턴스가 곧바로 생성되어 전달된다. 학습자가 학습을 마치면 그 결과 데이터가 서버측에 기록되어 학습자는 학습을 마치는 즉시 자신의 학습 결과를 웹을 통해 확인할 수 있으며 교수는 학습자의 학습 결과를 종합하여 분석할 수 있다.

서버 측에는 DBMS, HTTP server, Module server의 3개 서버가 운영된다. Module server는 학습자의 클라이언트인 Instructor의 요청에 따라 학습 유닛 객체와 셀 객체를 보내주며 학습 결과를 받아 DB에 저장한다. 교수자용 클라이언트인 Cell Editor와 Unit Editor 역시 Module server에게 요청을 보내어 기존의 것을 받아 편집하거나 새로운 셀이나 유닛을 작성하여 서버로 보낸다. HTTP server로는 Apache HTTP server를 사용하였으며 JServ 서블릿 엔진과 JSDK(JAVA Servlet Development Kit)2.0을 사용하여 서블릿 환경을 구축하여 클라이언트 측의 요청에 따라 학습 콘텐츠의 검색결과나 학습 결과를 표시하도록 하였다. 따라서 사용자는 JAVA가 지원되는 웹브라우저만 있으면 완전학

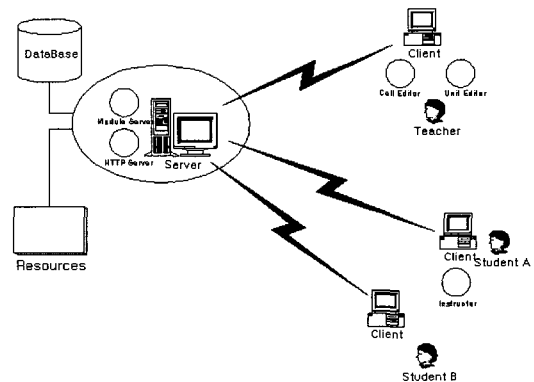


그림 1. 완전학습기(Module Study)의 시스템 구성

습기 시스템을 사용할 수 있다. 교수자가 작성한 학습 콘텐츠나 학습자의 학습 결과는 Module server를 통해 DBMS로 전달되어 저장된다.

완전학습기가 지원하는 문제의 종류는 공식형, 논리형, 순서형, 참·거짓형, 짝짓기형, 단답형의 6가지이다.

### 1) 공식형

공식형은 최소값과 최대값의 범위를 지정할 수 있는 변수와 공식표현으로 작성된 Meta-Problem으로부터 파라미터 값이 다른 인스턴스를 생성하는 방식이다. 따라서 동일한 문제를 A라는 학습자와 B라는 학습자가 동시에 접근하더라도 각각의 학습자는 유형은 같지만 문제의 조건은 다른 유일한(unique) 문제를 학습하게 된다. 현재 공식형에서 지원하는 연산자는 4칙연산을 포함한 24개의 연산 및 함수이다. 하나의 셀에서 사용 가능한 공식의 개수는 5개이고 답을 계산하는 연산을 심볼릭으로 표현한다. 수식이 복잡한 경우는 연립 방정식의 형태로 최대 5개의 공식을 입력할 수 있다. [그림 2]의 (a)는 공식형 셀이 학습용 클라이언트인 Instructor에 표시된 예이다.

### 2) 논리형

논리형은 두 개의 논리 조합에 의해 일어날 수 있는 경우의 수를 문제로 내는 방식으로서 논리 조건당 4가지의 경우가 가능해 최대 16가지의 논

리쌍에 의한 결과를 할당하여 Meta-Problem을 작성하며 인스턴스 생성시 임의의 논리조합을 선택하여 출력한다. [그림 2]의 (b)는 논리형 셀이 Instructor에 표시된 예이다.

### 3) 순서형

순서형은 항목의 순서를 정렬하는 방식의 문제로서 작성시에 정답의 순서대로 항목을 입력하면 Instructor의 요청에 의해 인스턴스 생성시 항목의 순서가 뒤섞이는 방식이다.

### 4) 참·거짓형

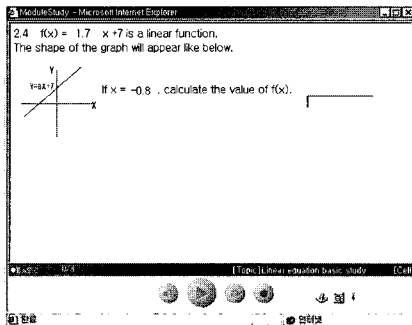
참·거짓형은 참 항목과 거짓 항목을 원하는 개수만큼 작성하여 인스턴스 생성 시에 각각의 항목들의 순서가 뒤섞이도록 하는 방식이다. 항목은 같지만 배열 순서가 매번 바뀌므로 같은 문제를 단순히 반복하는 것보다 학습 효과를 높일 수 있다.

### 5) 짝짓기형

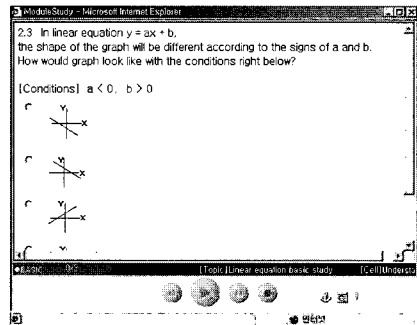
짝짓기형은 두 개의 쌍이 되는 항목을 짝으로 묶어 좌변과 우변에 할당하여 좌변의 항목들은 문제의 예문에 표시되고 우변의 항목들은 답 선택 항목으로 표시되는 문제이다. 짝짓기형 역시 인스턴스 생성시마다 각 항목들의 순서를 바꾼다.

### 6) 단답형

단답형 셀은 학습자가 단순히 번호나 순서를 선택



(a) 공식형



(b) 논리형

그림 2. Instructor에 표시된 셀 인스턴스

택하는 것이 아니라 문제에서 묻는 것을 실제로 입력하는 것으로서 유형의 성격상, 새로운 인스턴스를 생성하지는 않으나 다른 학습 유형과 조합하면 학습의 효과를 좀더 높일 수 있는 유형이다. 이 유형에 대해서도 자동 채점의 기능을 지원하며 묻는 항목을 여러개 지원하므로 '빈칸채우기' 형으로도 사용 가능하다.

완전학습기 시스템은 웹을 통한 다양한 학습결과 분석이 가능하다. [그림 3]은 결과 분석화면의 예로서 (a)는 유닛에 속한 셀들의 목록과 해당 셀들을 학습한 학습자들의 평균 소요시간, 평균 시도회수 등의 정보를 표시하고 있으며 (b)는 선택한 학습자가 유닛 내의 셀들을 학습한 정보를 표시하고 있다.

#### IV. 적용 사례 및 결과 고찰

완전학습기로 두 개의 과목에 대하여 1/2학기 동안 진행한 결과를 학습 결과 분석을 통하여 강좌별, 유닛별로 산출하여 그중 소요시간이 비슷한 유닛에 대하여 학습자의 시간별 분포를 [그림 3]에 그래프로 나타냈다.

풀이 소요시간의 분포 성향을 보면 5분 이내에 완료한 학습자는 거의 없으며 15분에서 15분사이의 구간에 많은 학습자들이 분포하고 이후로 숫자

가 점차 줄어들고 있다. 전체적으로 통계 그래프의 정규분포와 유사한 패턴을 보여주었고 최대 소요시간이 다른 유닛들의 결과에서도 비슷한 패턴의 결과를 얻을 수 있었다. 또한 완전학습기를 활용한 학습이 실제 학과 성적에 어떤 영향을 미치는지 알아보기 위하여 전기회로 분야에 대해 완전학습기를 통하여 학습한 유형의 문제와 완전학습기에 사용되었던 문제와 다른 응용문제를 분리하여 출제하고 채점하였다. 두 그룹의 성적과 완전학습기 활용율로 상호관계성(Correlation)을 조사한 결과 전기회로 과목을 수강하는 학생들이 완전학습기에서 출제되었던 패턴의 문제에 대한 성적은 완전학습기 활용율과의 Correlation이 0.464이고, 완전학습기에서 출제되지 않았던 응용문제에 대한 성적과 완전학습기 활용율과의 Correlation이 0.389 이었다. 이는 완전학습기의 활용과 시험성적과의 관계가 상당히 밀접함을 보여주며, 단순히 완전학습기에서 풀었던 유형의 문제에 대한 풀이능력만 높아진 것이 아니라 전체적인 학습주제에 대한 이해도가 폭넓게 향상되었음을 의미한다.

완전학습기를 사용한 학습자들을 대상으로 설문 조사를 실시하였으며 설문 조사 문항 중 완전학습기의 효과를 묻는 문항에 대해서는 '매우 효과적'과 '효과적'이 각 그룹별로 71.8%와 75.9%를 차지할 정도로 긍정적 평가를 받았다. 완전학습기의

Cell	이름	점수	소요시간	시도회수	정답률
C.1	0.750	2.65	1.36		
C.2	0.750	4.03	1.30		
C.3	0.750	4.86	1.16		
C.4	0.750	1.37	1.23		
C.5	0.750	5.00	5.00		
C.6	0.750	2.65	2.16		
C.7	0.750	2.16	2.16		

(a) 셀 목록(교수자)

Cell	이름	점수	소요시간	시도회수	정답률	시도회수	시도회수	정답률
cell1	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell2	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell3	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell4	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell5	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell6	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell7	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell8	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell9	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell10	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell11	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell12	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell13	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell14	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell15	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell16	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell17	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell18	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell19	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3
cell20	유니온인식 기본문제	10.00	11.76	3	3	3	3	3

(b) 학습자의 셀 기록(교수자)

그림 3. 학습 결과 분석

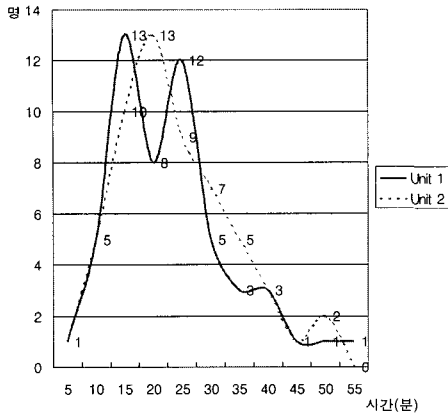


그림 4. 학습자들의 소요 시간 분포

활용 대신 리포트로 대체하는 것에 대한 의견은 '반대'와 '아주 반대'가 각 그룹에 대해 43.5%와 72.2%로서 완전학습 시스템이 레포트를 제출하는 것보다 교육효과가 높고 의미가 있다는 사실을 학습자들이 인정한다는 것을 나타낸다.

## V. 결론

본 논문에서는 JAVA와 데이터베이스 및 HTTP 서버를 이용하여 학습용 문제를 작성하고 학습하며 학습 결과를 분석할 수 있는 완전학습기의 개발방법, 그리고 개발된 시스템을 사용해 작성된 학습 콘텐츠를 교육현장에 투입한 결과에 대하여 논하였다. 완전학습 시스템은 교수자가 인터넷을 통하여 출제한 Meta-Problem이 서버의 DB에 저장되어 학습자가 학습을 진행할 때 인스턴스화하여 전달되는 방식을 취하고 있으며 학습이 진행됨에 따라 학습 셀에 대한 학습자의 학습 패턴 정보가 수집되어 학습 셀을 수정할 때 활용할 수 있으며 학습자의 학습 셀에 대한 평가도 반영할 수 있다.

이상의 시스템을 사용하여 다음과 같은 효과를 얻을 수 있다.

첫째, 문제 풀이를 통한 반복학습으로 학습의 효과를 높일 수 있다. 둘째, 시간과 장소에 구애

받지 않는 학습환경을 구현하여 교육의 효율을 높일 수 있다. 셋째, 학습자의 Feedback에 의해 고품질의 콘텐츠가 선별되어 교육방향의 지표를 찾을 수 있다.

완전학습 시스템은 문제 풀이를 통해 학습한 내용을 확실하게 이해하도록 하기 위한 도구이므로 이를 효과적으로 사용하기 위해서는 학습 콘텐츠를 제작할 때 교육 내용에 대한 철저한 분석을 통해 체계적인 학습의 모델을 정한 후 셀과 유닛을 작성해야 할 것이다. 앞으로 완전학습 시스템에 현재의 7가지 유형의 셀 외에 끌어서 놓기(Drag & Drop), 선으로 연결하기 등의 방식을 추가할 예정이며 유닛에서의 학습진행 방법도 Tree 구조의 학습 진행방향을 구현할 계획이다. 또한 학습 결과의 분석을 동적인 그래프 생성 등의 Visual한 방식을 구현하여 보다 유용한 분석도구를 추가할 계획이며 <http://www.jinotech.com>, <http://www.modulestudy.com>, <http://www.modulestudy.co.kr>을 통하여 인터넷 서비스를 제공할 것이다.

## [참고문헌]

- [1] 정연모(1997), "원격 공학 교육 시스템의 개념과 활용방안", 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] 허영부(1996), 교육심리학, 학문사.
- [5] Graham Hamilton, Rick Cattell, Maydene Fisher(1997), 박재진, 손진국 역, "자바로 처리하는 JDBC데이터베이스", 대림.
- [6] Setrag Khoshfian, Razmik Abnous(1997), 김형주 역, "Object Orientation", 교학사.

- [7] R. A. Elmasri, S. B. Navathe(1997),  
황규영 외 역, “Fundamentals of Data-  
base Systems”, 생능출판사.
- [8] Chan, P., Lee R., Kramer D. (1998),  
“The Java Class Libraries Second  
Editon”, Vol.1-1, 1-2, 2-1, 2-2,  
Addison Wesley.
- [9] Benoit Marchal, XML by Example,  
QUE.
- [10] Danny Ayers, et al.(2000),  
“Professional Java Server Progra-  
mming”, wrox.
- [11] Glenn Vanderburg, et al.(1997),  
MAXIMUM JAVA 1.1, Sams.net.