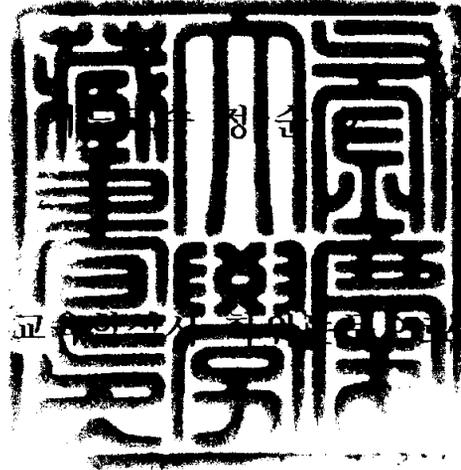


교육학 석사 학위 논문

학습자의 수준평가를 이용한 웹기반
자동 문제 출제 시스템



이 논문을 교 육 학 위 논 문 제 출 함

2004년 8월

부경대학교 교육대학원

전 산 교 육 전 공

이 현 주

이현주의 교육학석사 학위논문을 인준함

2004년 8월 31일

주 심 이학박사 이 경 현



위 원 공학박사 여 정 모



위 원 공학박사 정 순 호



목 차

표 목차	iii
그림 목차	iv
Abstract	vi
1. 서론	1
2. 관련연구	3
3. 이론적 배경	6
3.1 웹기반 교육(Web Based Instruction : WBI)	6
3.1.1 웹기반 교육의 정의	6
3.1.2 웹기반 교육의 특징	7
3.2 평가방법 이론	8
3.2.1 교육평가의 기능	8
3.2.2 정규분포 이론	9
4. 수준평가를 이용한 자동 문제 출제 시스템의 구성	13
4.1 시스템 개요	13
4.2 교수자 모듈	15

4.3 학습자 모듈	16
4.4 평가 모듈	19
5. 실험 및 실험결과	21
5.1 시스템 구성	21
5.2 데이터베이스 구성	22
5.3 실험	25
5.3.1 메인 화면	25
5.3.2 관리자 화면	26
5.3.3 교수자 화면	27
5.3.4 학습자 화면	29
5.3.5 평가 화면	32
5.4 실험결과 분석 및 비교	37
5.5 시스템의 적용	39
5.5.1 사전 조사	39
5.5.2 사후 조사	40
6. 결론	43
참고문헌	45
부록	47

표 목차

<표 1> 웹기반 문제 출제 시스템	4
<표 2> 난이도와 정답률의 부여 방식	15
<표 3> 영역별 부족한 비율에 따른 난이도별 문제 출제 비율	17
<표 4> 난이도에 따른 시간과 점수 부여	18
<표 5> 회원 테이블	22
<표 6> 문제 테이블	23
<표 7> 분석 테이블	24
<표 8> 논문별 기능 특징 비교	38
<표 9> 컴퓨터를 이용한 학습이 본인의 학습에 효과가 있는가?	39
<표 10> 시스템 이용 후 설문조사 문항	40
<표 11> 시스템 이용 후 설문조사 결과	41

그림 목차

(그림 1) 표준편차의 변화에 따른 정규분포의 변화	10
(그림 2) 학습자의 수준평가에 근거한 자동 문제 출제 시스템의 구조도	14
(그림 3) 전체 시스템 구성	21
(그림 4) 초기화면	25
(그림 5) 회원가입 화면	26
(그림 6) 회원관리 화면	27
(그림 7) 문제등록 화면	28
(그림 8) 문제목록 화면	29
(그림 9) 문제비율 선택 화면	30
(그림 10) 확인 메시지	30
(그림 11-1) 문제풀기 화면1	31
(그림 11-2) 문제풀기 화면2	32
(그림 12) 평가 화면	33
(그림 13) 채점표	34
(그림 14) 풀이보기 화면	34

(그림 15) 난이도별 분석 그래프	35
(그림 16) 이번 섹션 영역별 분석 그래프	35
(그림 17) 누적 영역별 분석 그래프	36
(그림 18) 최종 평가 분석 화면	36

Web-based Automatic Question-Issuing System Using Level Estimation for Learners

Hyeon-Joo Lee

*Graduate School of Education
Pukyong National University*

Abstract

We propose a new web-based automatic question-issuing system, which automatically issues some problems suited to a learner's level according to estimation and analysis of his answers examined previously and communicates interactively with him by using web. Till now, in many researches system issues problems by a learner's direct choice or randomly. So they lack compensation for learner's misunderstanding and wrong answers. This system allows a learner to determine the ratio of ease and difficulty and the number of problems at initial problem-solving time and then issues problems, which reflect his level, from problem pool. Also its accumulative estimate-analysis and current estimate-analysis make it possible for a learner to study intensively about his faulty area.

1. 서론

오늘날 인터넷의 확산과 더불어 웹은 가장 많은 사용자를 확보하고 있는 인터넷 서비스 중 하나이다. 인터넷이 가능한 환경에 있는 사용자가 웹브라우저를 실행시키는 것만으로 웹서비스를 이용할 수 있을 정도로 쉬운 접근 방식은 많은 사람들을 웹에 끌어들이 수 있는 중요한 요인이 되었고, 웹이 초등학생부터 일반인에 이르기까지 대부분의 사람들을 대상으로 훌륭한 교수도구로 활용될 수 있는 가능성을 제시하고 있다. WBI(Web-Based Instruction)는 웹의 등장과 함께 부각된 온라인 형태의 교수학습 방법으로, 원거리에 있는 학습자를 교육시키는 유용한 방법으로 알려지고 있다[1,2].

웹기반 학습 환경에서 교육의 질을 향상시키고 효율적인 교수-학습이 이루어졌는지를 확인하기 위해서는 평가 시스템이 필요하다[3]. 교육평가란 단순히 학습자들을 서열별로 등급화 하는 과정이 아니라 적절한 평가를 통하여 학습자의 문제를 해결하고 교육 과정을 개선하여 교육적 효과를 높이는 과정이라 할 수 있다[4-6].

현재까지의 웹기반 시스템에서의 문제 출제 방식은, 시스템에서 주어진 문제를 풀거나[7,8] 교수자가 문제를 구성하도록 운영되고 있어[4] 학습자가 스스로 다양한 문제를 풀 수 있는 기회가 없다. 이보다 개선된 방법으로 문제은행을 통한 문제 출제 방식[9,10]이 있지만 문제의 난이도를 고려하지 않고, 무작위로 문제를 출제함으로써 학습자들의 학업성취도가 출제 문제에 제대로 반영되지 않고 있다. 이러한 문제점으로 인해 학습자 스스로 난이도를 조정하여 시스템이 자동으로 문제를 출제하는 연구[11]도 있지만 학습자의 정확한 수준과 부족한 부분을 알려주지 못하는 한계를 가지

고 있다.

따라서 본 논문에서는 학습자의 수준평가에 근거한 자동 문제 출제 시스템을 제안하고자 한다. 학습자가 문제를 풀고자하는 단원과 자신에게 적절한 난이도와 문제 수를 입력하면 난이도와 문제 수를 고려하여 영역별로 문제를 자동으로 출제해 주고, 각 문항의 난이도별 문제 수에 따라 총 평가 시간이 주어져 더욱 정확한 평가를 할 수 있도록 한다. 그리고 평가 종료 후에는 자동 채점으로 평가 결과를 실시간으로 알 수 있으며 난이도별 분석 그래프와 문제영역별 분석 그래프를 이용한 평가분석을 통해 부족한 영역을 한눈에 볼 수 있도록 한다. 또한 시스템이 학습자의 평가분석 정보를 가지고 있으므로 같은 단원에 대해서 재응시 했을 경우, 이전 평가를 바탕으로 부족한 영역의 문제를 중점적으로 자동 출제 해줌으로써 그 영역에 대해 확실한 이해가 가능하게 한다. 본 논문에서는 학습자의 평가에 대한 분석을 통하여 학습자의 영역별 학업능력을 향상시킬 수 있는 문제를 자동으로 출제하는 것에 주안점을 두었다.

본 논문은 모두 6장으로 구성되어 있으며 그 내용은 다음과 같다. 2장에서는 웹기반 교육에서의 문제 출제 시스템에 대한 관련연구를 기술하고 3장에서는 이론적 배경을 소개하고 4장에서는 본 시스템의 전체적인 구성, 시스템의 구조와 설계과정을 소개한다. 5장에서는 실험 및 실험결과를 분석하고 마지막 6장에서는 결론을 언급한다.

2. 관련연구

문제 출제 평가 시스템은 문제 출제 방식과 문제 종류의 다양성, 그리고 시험 결과에 대한 평가 방식의 구성에 따라 분류할 수 있다[12]. 문제 출제 방식은 온라인 출제와 오프라인 출제 방식으로 구분할 수 있고, 온라인 출제 방식은 웹 상에서 교수자가 직접 문제를 출제하는 방식이며, 오프라인 출제 방식은 워드프로세서로 문제를 출제하여 오프라인에서 평가가 이루어지는 방식이다. 문제의 종류는 선택형 문항과 서답형 문항으로 분류할 수 있다. 선택형 문항의 종류에는 진위형, 배합형, 선다형이 있고, 서답형 문항에는 단답형, 완성형, 논문형이 있다[13]. 평가 방식은 학습자의 응시 결과를 보여 주는 방식에서부터 응시 결과를 시스템에 저장한 후 성적 통계 자료를 바탕으로 학습자들의 추후 학습 방향을 설정하는데 도움을 주는 방식이 있다[14].

웹기반 문제 출제 시스템에 관련된 현재까지 연구된 내용은 <표 1>과 같이 정리되며 이 연구들의 내용을 살펴보면 다음과 같다.

연구 1은 인터넷 환경에서 가상 학습평가 시스템으로, 교사 모듈과 학생 모듈로 구성되어 있다. 교사 모듈에서는 문제를 단위, 과목별로 등록하고 학생의 채점 결과를 볼 수 있고, 학생 모듈에서는 강좌와 고사를 선택해서 문제를 풀고 자신의 점수를 확인할 수 있다. 그러나 강좌와 고사별로 교사가 등록한 문제를 출제하기 때문에 출제된 문제의 난이도를 알 수 없으며 학습자의 학습 성취도의 향상을 기대할 수 없다.

<표 1> 웹기반 문제 출제 시스템

연구	연구자	제 목	연도	참고문헌 번호
1	이석호 외 2인	인터넷 환경에서 가상 학습평가 시스템 설계 및 구현	1998	[10]
2	임희숙 외 2인	CGI를 이용한 웹기반 문제은행 시스템 설계 및 구현	1999	[8]
3	이영현 외 2인	원격교육 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현	2000	[4]
4	홍종기 외 1인	수준별 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현	2001	[9]
5	정용기 외 1인	웹기반 학습평가 자동화 시스템의 설계 및 구현	2002	[15]
6	김경아 외 1인	웹기반 교육에서의 자동 문제 출제 시스템	2002	[11]
7	하일규 외 1인	문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현	2002	[14]

연구 2는 단계별로 등록된 문제로 평가를 실시하며, 문제를 풀고 난 후 채점버튼을 누르면, 시스템은 바로 정답과 점수를 보여주지만, 다시 방문하여 문제를 풀 경우 그 전의 점수를 기억하지 못하는 단점이 있다.

연구 3은 일회적이고 중복적인 문항 작성의 비효율성을 해결하고 학습자의 학업 성취도를 보다 효율적으로 평가하고 관리할 수 있도록 웹기반 문제 은행 시스템을 구현하였다. 그러나 이 시스템은 다수 선택문항의 경우 교수자가 채점에 참가하고, 시험에서 문제를 선택하는 방법은 학습자가 문항을 선택하거나 만드는 방식이 아니라 교수자가 문항을 선택하여 시험지를 만들도록 하는 단점이 있다.

연구 4는 교수자가 웹 상에서 출제한 문항들을 문제은행에 저장하고, 일

정수의 학생들이 시험을 치렀을 때 자동으로 문항분석을 하여 난이도를 재조정하도록 하여, 교수자가 신뢰도를 가진 문항들을 선택해 새로운 시험을 치를 수 있도록 하는 시스템이다. 하지만 학습자 개인의 평가결과에 대한 분석은 이루어지고 있지 않아 평가의 기능은 부족하다.

연구 5는 자동화 평가 시스템을 제작하여 교수자와 관리자가 문제를 등록하고, 랜덤하게 문제를 출제한다. 출제된 문제는 교수자의 측정과 응시한 학습자들의 응시 결과를 토대로 난이도를 재조정한다. 그러나 평가 방법에 있어 학습자의 현재 상태만 보여주고, 이를 분석하여 문제를 피드백 하는 부분이 결여되어 있어 학습자가 부족한 영역을 보충하기 어렵다.

연구 6은 교수자가 웹 상에서 예상 평균 점수와 출제 문제 수를 입력하는 방법으로 문제를 선택한다. 시스템은 예상 평균 점수에 따라 난이도 비율을 계산하여 자동으로 문제를 출제하고 피드백 학습 후에 예상 점수를 변경하여 재응시 할 수 있다. 그러나 이 시스템은 학습자의 수준에 대한 평가는 자세하게 다루고 있지 않으며 재응시 할 때의 명확한 기준도 학습자에게 제시해 주지 않고 있다.

연구 7은 웹 상에서 문제를 출제할 수 있는 온라인 출제 방식과 오프라인에서 작성한 문제를 업로드하여 재사용 하는 업로드 출제 방식을 갖추고 문항을 분석하는 시스템이다. 그러나 학습자가 문제 선택시 특정 영역과 특정 난이도만 선택해서 문제가 출제되기 때문에 여러 영역에서 학습자의 실력 향상을 기대할 수 없고, 평가 결과는 문항 분석을 위해 사용되어 학습자의 성적 관리는 어렵다.

3. 이론적 배경

웹을 매체로 활용하여 원거리의 학습자를 교육시키는 방법인 웹기반 교육(Web Based Instruction : WBI)의 특징과, 웹기반 환경에서 효율적인 교수-학습이 이루어졌는지 확인하기 위한 교육평가에 대하여 알아본다.

3.1 웹기반 교육(Web Based Instruction : WBI)

3.1.1 웹기반 교육의 정의

인터넷의 급속한 발전으로 웹은 강력하고, 광범위하고, 상호작용을 하며, 역동적인 정보 공유의 매체가 되었다. 웹은 학생들에게 새로운 학습 경험의 기회를 제공하며 전 세계의 많은 학습 자원에 누구나 접근하여 이용할 수 있게 되었다.

오늘날 웹을 이용하여 교육을 하려는 연구가 매우 활발하게 이루어지고 있다. 이처럼 웹을 기반으로 학습을 진행하는 교수모형을 WBI(Web Based Instruction)라고 한다. 이는 미리 계획된 방법으로써 학습자의 지식이나 능력을 육성하기 위한 의도적인 상호 작용을 웹을 통해 전달하는 활동이라고 정의할 수 있다. 즉, WBI는 학습을 촉진하고 지원함에 있어 의미있는 학습 환경을 생성하는 웹의 특성과 수단을 이용한 하이퍼미디어에 기반을 둔 학습 프로그램이다[2,16].

3.1.2 웹기반 교육의 특징

WBI 학습 환경 요소는 매우 다양하게 존재하는데, 다음과 같이 아홉 가지로 특징지을 수 있다[1,2,17,18].

첫째, 학습자 상호간이나 교사 그리고 학습 자료에 대하여 상호작용이 가능하다. 교사나 전문가는 동기/비동기 방식으로 학습자에게 피드백을 제공하거나 안내할 수 있다. 비동기 방식은 전자우편 등을 이용하여 시간의 제약 없이 상호작용이 이루어지며 실시간 대화가 가능하다.

둘째, 멀티미디어를 제공한다. 텍스트, 그래픽, 오디오, 비디오, 애니메이션 등을 포함하는 멀티미디어 자료들을 통합 지원하는 학습자 환경을 제공한다.

셋째, 개방화되어 있다. 언제 어디서나 누구든지 쉽게 접근이 가능하며, 수준별 수업과 개별화 수업이 가능하여 열린 교육 환경에 적합하다.

넷째, 자기 주도적 학습이 가능하다. 학습자는 관련 학습내용에 대하여 검색엔진을 이용하여 스스로 찾아서 학습할 수 있다.

다섯째, 웹을 이용해서 교수활동을 해 나갈 때에는 정보나 자료를 수시로 수정 및 보완할 수 있다. 즉 HTML을 이용한 문서작성이 비교적 용이하므로, 한번 그 작성법을 익히면 쉽고 신속하게 교수내용을 개선시켜 나갈 수 있다.

여섯째, 학습자는 최신의 정보를 이용할 수 있고 다양한 정보를 공유할 수 있다. 따라서 자신이 원하는 정보를 복사하여 이를 수정, 첨가함으로써 짧은 시간에 신속하게 자신의 특정 정보를 만들어 낼 수 있다.

일곱째, 시간, 장소, 거리, 컴퓨터기종에 관계없이 전 세계적으로 이용 가능하므로 호환성이 뛰어나다.

여덟째, 하이퍼미디어 환경 및 사용자에게 친숙한 그래픽 사용자 인터페

이스를 제공하기 때문에 학습자는 마우스를 클릭 하는 것만으로도 쉽게 이용할 수 있다.

마지막으로, 학습자와 교사간에 협력, 대화, 토론, 아이디어 교환, 통신 등을 통하여 능동적인 학습 참여와 상호 작용이 가능하다.

본 논문은 이러한 웹기반 교육의 특징인 시간과 공간의 무제한의 이점에 더하여 교수자와 학습자간의 상호대화적인 작용을 통하여 학습자의 평가 결과를 자동으로 분석, 평가해줌으로써 학습자가 스스로 교육의 목표 및 내용 등을 계획하고 참여할 수 있도록 하는 교육 방법론적인 개념을 추가하고자 한다.

3.2 평가방법 이론

교육평가란 교수 프로그램에 관한 의사결정(意思決定)을 하기 위해서 학습자의 행동 변화 및 학습 과정에 관한 정보를 수집하고 이를 이용하여 교육적 의사결정을 내리는데 도움을 주거나 혹은 의사결정을 하는 과정이다 [14,19].

3.2.1 교육평가의 기능

교육평가의 기능은 다음과 같이 다섯가지로 정의할 수 있다[16,20].

첫째, 학생의 학습과 교수 방법을 개선하기 위하여 필요한 증거를 획득하고 조작하는 방법이다.

둘째, 교육목표를 명확히 하는데 도움을 주며 학생이 목적을 어느 정도

성취했는지를 결정하는 과정이다.

셋째, 교수-학습의 각 단계에서 그 과정이 능률적으로 움직이고 있는지, 만약 능률적으로 움직이고 있지 않다면 늦기 전에 어떤 변화를 가해야 할 것인지를 결정하는 교육의 질적 관리의 체제이다.

넷째, 교육목표를 달성하기 위한 수업절차, 학습방법 등에 관한 효과를 점검하는 도구이다.

다섯째, 학생들의 학습을 촉진시키기 위해 필요한 학습동기를 유발해 주는 기능을 한다.

모든 교육적 과제에 평가가 필요한 것은 아니지만 평가는 보다 나은 교육을 위하여 필요하다. 본 논문에서는 평가를 통하여 학습자 자신의 이해 정도를 인식하여 스스로 학습내용을 보완하고, 학습의욕을 촉진하도록 하였다.

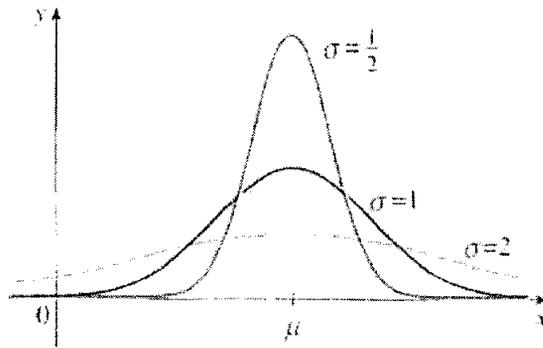
3.2.2 정규분포 이론

학습자의 수준을 평가하여 그 수준에 맞는 난이도별 문제 출제 비율을 결정하기 위해서 학습자의 수준을 히스토그램의 최대점에 맞추어 평가할 수 있다. 이와같은 정규분포 이론은 동종의 모집단으로부터 여러 가지 중요한 확률현상들이 정규분포로 모형이 만들어진다. 정규분포의 확률변수 X 에 관한 확률밀도함수는 (식 1)과 같이 주어진다.

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-(1/2) [(x-\mu)/\sigma]^2} \quad (\text{식 1})$$

이 함수의 평균이 μ 임을 증명할 수 있고, 양의 상수 σ 를 표준편차라고

하여 X 값의 분포상태를 나타낸다. (그림 1)에 있는 종 모양의 정규분포 곡선 군으로부터, σ 의 값이 작으면 작을수록 X 의 값들이 평균값 근처에 몰려 있고 σ 의 값이 크면 클수록 X 의 값들이 더 평평하게 퍼져 있다는 것을 알 수 있다.



(그림 1) 표준편차의 변화에 따른 정규분포의 변화

f 의 인수 $\frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}}$ 은 f 를 확률밀도함수로 만드는데 필요하다. 실제로 증적분을 사용하면 (식 2)의 사실을 입증할 수 있다.

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{(2\sigma)^2}} dx = 1 \quad (\text{식 2})$$

위 (식 2)를 적용하여 확률 근사 값을 구하면 다음 (식 3-1), (식 3-2), (식 3-3)과 같이 된다[21].

$$P(\mu - \sigma \leq X \leq \mu + \sigma) \approx 0.683 \quad (\text{식 3-1})$$

$$P(\mu - 2\sigma \leq X \leq \mu + 2\sigma) \approx 0.954 \quad (\text{식 3-2})$$

$$P(\mu - 3\sigma \leq X \leq \mu + 3\sigma) \approx 0.997 \quad (\text{식 3-3})$$

위의 정규분포에 관련된 식들은 시스템이 학습자에게 문제를 재출제 할 때 (식 1)을 통해 학습자에게 부족한 영역의 난이도별 문제 출제 비율을 결정하여 히스토그램을 작성하는데 사용된다. 학습자에게 부족한 영역의 비율은 (식 1)의 히스토그램에서 최대점이 되며, 이 히스토그램에서 (식 3-1), (식 3-2), (식 3-3)을 통해 영역별로 부족한 비율에 맞게 난이도별로 문제 출제 비율을 결정하게 된다.

정규분포 곡선을 활용하면 다음과 같은 것을 알 수 있다[22].

첫째, 척도상 어떤 점 이상 혹은 이하에 있는 사례수 및 그 비율과 백분율을 알 수 있다.

둘째, 척도상 어떤 두 점 사이의 사례수 및 그 비율과 백분율을 알 수 있다.

셋째, 분포내 일정한 수, 비율, 백분율의 사례가 그 위 또는 그 아래에 차지하고 있는 점을 찾아낼 수 있다.

넷째, 일정한 수, 비율, 백분율의 사례를 포함하고 있는 평균치에서의 거리를 알 수 있다.

다섯째, 한 분포에서 확률로 선택된 한 사례가 척도상의 어떤 점의 이상 또는 이하에 속하는 확률을 알 수 있다.

여섯째, 확률로 선택된 단일사례가 일정한 확률로 일어날 척도상의 점을 찾아낼 수 있다.

일곱째, 확률로 선택된 단일사례가 척도상의 두 점 사이의 수치를 차지할 확률을 알 수 있다.

끝으로 확률로 선택된 어떤 단일사례가 평균치로부터 일정한 양의 확률로 떨어져 있을 때의 척도상의 편차의 양을 결정 할 수 있다.

그러므로, 교육평가에서 정규분포를 적용하는 이유는 첫째, 상대평가의 입장을 지지하는 정상분포는 일반적으로 개인차 변별에 보다 적합한 분포이다.

둘째, 한 점수의 분포가 수리적으로 유도되는 정상분포와 같은 모양의 분포를 이룬다고 가정할 수 있을 때 수리적·통계적으로 편리하다.

셋째, 정상분포는 점수 수준과 상관없이 개인차 변별이 더 잘되는 분포가 된다. 따라서 검사결과를 기초로 개인차를 변별하는 것이 주목적인 경우에는 의도적으로 검사점수의 분포가 정상분포를 이루도록 하는 것이 바람직하다[22].

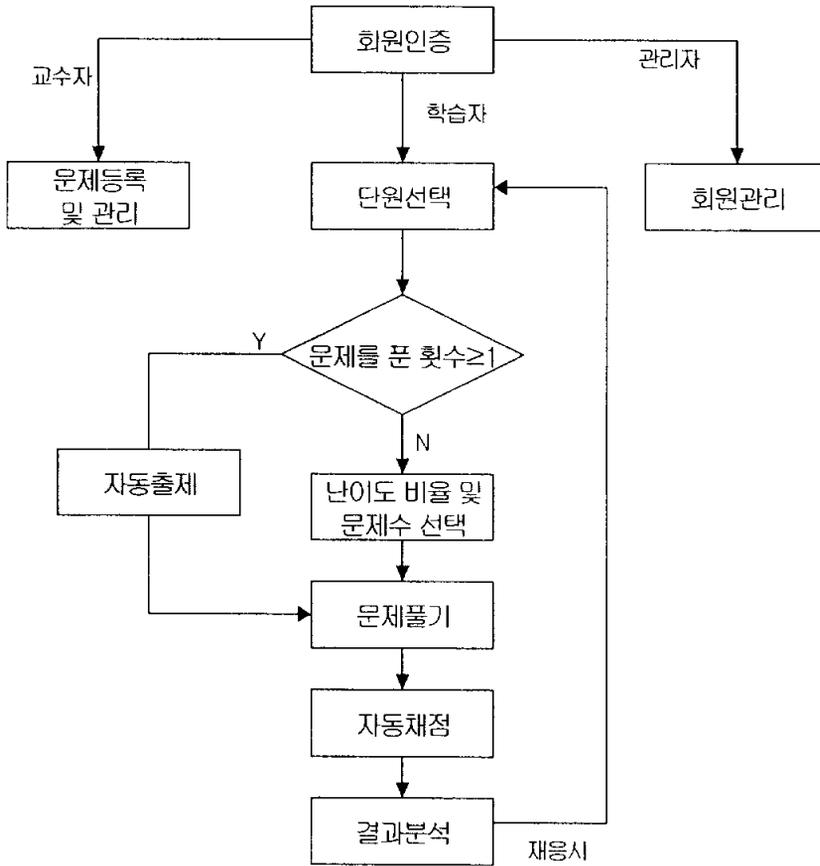
본 논문에서는 교육 평가 결과를 기초로 학습자의 수준을 변별하기 위해서 평가결과의 분포가 정상분포를 이루도록 한다.

4. 수준평가를 이용한 자동 문제 출제 시스템의 구성

본 논문 시스템은 동작의 기능별로 크게 구분하면 교수자 모듈, 학습자 모듈, 평가 모듈로 구성된다.

4.1 시스템 개요

학습자의 수준평가에 근거한 자동 문제 출제 시스템의 처리 구조는 (그림 2)와 같다. 로그인 화면에서 회원인증을 통해 교수자와 학습자는 각각 다른 모듈로 시스템에 접근하는데, 교수자일 경우 문제를 등록하고, 등록된 문제를 관리할 수 있다. 학습자일 경우 단위, 난이도별 문제 비율, 총 문제 수를 선택하면 시스템은 학습자의 요구 조건에 맞춰 문제를 출제하고, 자동으로 채점하여 평가 결과를 분석해서 보여준다. 또한 한번 이상 문제를 풀었던 단위에 다시 응시 할 경우에는 학습자의 지난 평가를 바탕으로 부족한 영역의 문제에 가중치를 두어 문제를 자동으로 출제한다[23].



(그림 2) 학습자의 수준평가에 근거한 자동 문제 출제 시스템의 구조도

이 시스템에 대한 사용자 즉 회원은 교수자, 학습자, 관리자로 구성된다. 교수자는 새로운 문제를 등록하고, 문제 목록을 볼 수 있으며, 자신이 등록한 문제에 대해서는 수정 및 삭제를 할 수 있다. 학습자는 단위, 난이도별 출제 비율, 문제 수를 선택하여 시스템이 자동으로 출제하는 문제를 푼다. 관리자는 회원과 시스템을 관리한다.

4.2 교수자 모듈

이 시스템에 교수자로 로그인하면 문제 목록에서 등록된 문제를 볼 수 있고, 새로운 문제를 등록할 수 있다. 그리고 해당 문제에 대한 출제자인 경우에만 문제를 수정 및 삭제 할 수 있다.

문제는 교수자가 단위, 난이도, 영역을 분류하여 웹에서 등록한다. 문제 등록 일은 최초로 문제를 등록한 날짜가 자동으로 저장되며 문제를 수정하면 수정된 날짜로 갱신된다. 난이도 부여는 처음 문제를 등록할 때 난이도를 상, 중, 하의 단계 중 한 단계를 선택하여 등록한다.

$$\text{정답률(\%)} = \frac{\text{정답자수}}{\text{총시험응시자수}} \xrightarrow{\text{(시험횟수증가)}} \frac{\text{누적 정답자수}}{\text{누적 총시험응시자수}} \quad (\text{식 4})$$

정답률의 초기 값은 0을 부여하고, (식 4)와 같이 문제 출제 후 총 시험 응시자수 대비 정답자 수에 의해 계산되어 문제에 대한 접근 횟수가 증가하면 누적된 총 시험 응시자 수 대비 누적 정답자수에 따라 문제의 정답률이 갱신되므로 정답률의 신뢰성을 높일 수 있다. 이 정답률은 다음 <표 2>와 같이 난이도를 재조정하는데 사용된다.

<표 2> 난이도와 정답률의 부여 방식

정답률(%)	난이도	비고
0 ~ 30	상(上)	어려운 문제
31 ~ 70	중(中)	보통
71 ~ 100	하(下)	쉬운 문제

4.3 학습자 모듈

학습자로 로그인하면 단원, 난이도별 문제 비율, 총 문제 수를 선택할 수 있다. 학습자가 각 요소들을 입력하면 시스템이 학습자의 요구 조건에 맞게 자동으로 문제를 출제한다.

학습자가 처음 접근하는 단원의 문제를 풀 경우에는 난이도별 문제 비율과 문제 수를 선택하는데, 이때 상, 중, 하 난이도 비율의 합은 1이 되어야 한다.

문제 출제는 학습자가 선택한 난이도별 문제 비율과 총 문제 수에 따라 각 영역이 동등하게 출제되며 (식 5-1), (식 5-2), (식 5-3)과 같이 표현할 수 있다.

$$D_h = Q_t \times R_h \quad (\text{식 5-1})$$

$$D_m = Q_t \times R_m \quad (\text{식 5-2})$$

$$D_l = Q_t \times R_l \quad (\text{식 5-3})$$

여기서 Q_t 는 학습자가 선택한 총 문제 수를 나타내고, R_h, R_m, R_l 은 학습자가 선택한 난이도 상, 중, 하의 출제 비율을 나타내며, D_h, D_m, D_l 은 난이도 상, 중, 하의 출제 문제 수를 나타낸다. 난이도별 출제 문제 수가 정해지면 각 난이도에 해당하는 네 영역의 문제 수는 동일한 25%의 비율로 출제한다.

학습자가 한 번 이상 접근한 단원의 문제를 다시 풀고자 할 때에는 시스템이 그 단원에서 학습자의 이전 평가 결과를 분석하여 부족한 영역의 문제에 출제 비중을 높여 자동으로 재출제 한다.

총 문제 수는 일반적으로 현행 중학교에서 1교시 45분에 출제되는 문제 수인 30문항을 기준으로 하였고, 다음 (식 6)과 같이 각 영역별로 재출제 비율을 결정한다.

$$R_i = \frac{1 - C_i}{\sum(1 - C_i)}, \quad (1 \leq i \leq 4) \quad (\text{식 6})$$

R_i 는 각 영역별 재출제 비율을 나타내며, C_i 는 각 영역별로 맞춘 비율을 의미한다. i 는 각 영역(네 영역)을 의미한다.

<표 3> 영역별 부족한 비율에 따른 난이도별 문제 출제 비율

영역별 부족한 비율 (%)	재출제시 난이도별 출제 비율(%)		
	상	중	하
	정답률(0~30)	정답률(31~70)	정답률(71~100)
95~100	0	8	92
85~95	1	15	84
75~85	1	29	70
65~75	1	49	50
55~65	8	62	30
45~55	16	68	16
35~45	30	62	8
25~35	50	49	1
15~25	70	29	1
5~15	84	15	1
0~ 5	92	8	0

영역별 재출제 문제 수를 고려하여 다시 난이도별로 출제되는 문제수의

비율을 정했는데, 이것은 부족한 영역의 비율에 따라 달라지게 된다. 재출제할 문제 비율은 (식 1)의 정규분포에 의해 결정된다. 정규분포 $N(\mu, \sigma^2)$ 은 평균 μ 와 표준편차 σ 에 의해 계산되어진다.

본 논문에서 평균은 50, 표준편차는 20으로 두었고, 각 영역별 부족한 비율을 고려하여 (식 1)을 통해 계산된 난이도별 출제되는 문제수의 비율은 <표 3>과 같다.

자동으로 출제된 문제는 문제 수와 난이도에 따라 총 시험 시간이 자동으로 결정된다. 난이도에 따른 문항별 시간과 점수는 현행 중학교에서의 시험 시간별 문항 수를 고려하여 아래 <표 4>과 같이 부여한다.

<표 4> 난이도에 따른 시간과 점수 부여

난이도	시간(초)	점수
상	100초	3
중	90초	2
하	80초	1

시스템은 난이도별 문제 수에 비례하여 총 시험 시간을 계산해주며, 출제된 문제의 총 시험 시간의 계산식은 (식 7)과 같다. T 는 총 시험 시간이며, D_h, D_m, D_l 은 각 난이도별로 주어진 문제 수를 의미한다.

$$T(\text{sec}) = 100 \times D_h + 90 \times D_m + 80 \times D_l \quad (\text{식 7})$$

점수의 계산식은 다음 (식 8)과 같다.

$$S(score) = \frac{3 \cdot C_h + 2 \cdot C_m + C_l}{3 \cdot D_h + 2 \cdot D_m + D_l} \times 100 \quad (\text{식 8})$$

S는 획득한 점수이며, C_h , C_m , C_l 은 각각 난이도별로 맞춘 문항 수를 의미한다. 획득한 점수는 100점을 만점으로 계산한다.

학습자는 시스템이 계산한 총 시험 시간 내에 출제된 문제를 풀어야하고 총 시험 시간을 초과하면 자동으로 시험은 종료되고, 정답 제출과 동시에 채점되어 평가 결과 화면으로 넘어가게 된다. 난이도에 따라 문항별 시간과 점수가 다르므로 신뢰성 있는 자신의 평가 결과를 알 수 있다.

4.4 평가 모듈

본 논문의 시스템은 O·X 채점결과, 난이도별 분석 그래프, 영역별 분석 그래프 그리고 학습자의 평가에 대한 분석을 해주고, 분석 결과를 시스템에 저장해두어 학습자가 재학습한 단원의 문제를 풀고자 할 때에는 이전 평가 결과를 바탕으로 부족한 영역의 문제에 출제 비중을 높여 자동으로 문제를 출제한다.

채점 결과는 문항별로 학습자가 선택한 답과 문제의 정답, 그리고 두 답을 비교하여 O·X를 나타내어주므로 틀린 문항을 쉽게 확인할 수 있고, 학습자는 원하는 문항에 대한 풀이를 보고 문제에 대한 학습도와 이해도를 높일 수 있다. 학습자가 단원의 재평가를 받고자 할 때는 이전 평가 결과를 분석하여 부족한 영역의 문제에 출제 비중을 높여 자동으로 출제한다.

난이도별 그래프는 학습자가 해당 난이도의 문제를 얼마나 맞추었는가를 그래프로 보여줌으로써 자신의 수준이 어느 정도인지 알 수 있고, 영역별

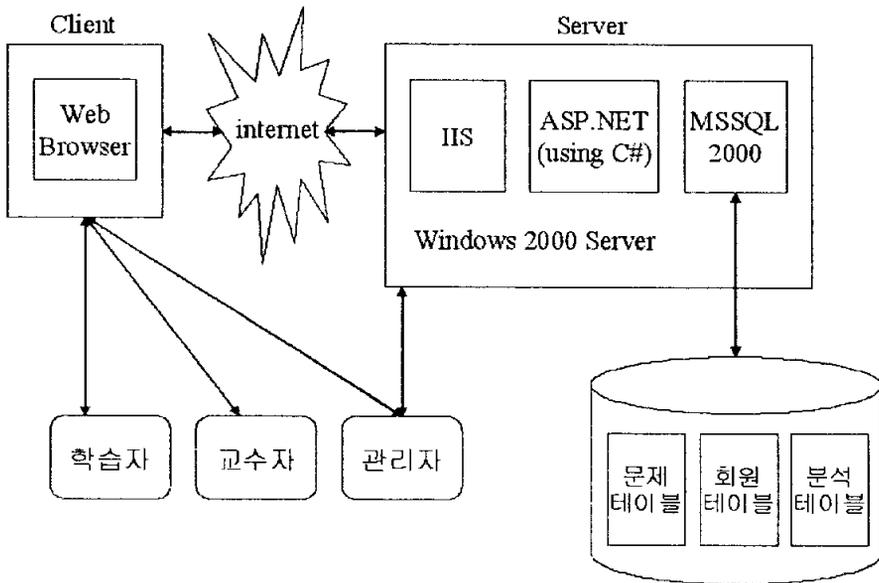
그래프는 각 영역별로 맞춘 문제수의 비율을 그래프로 보여주어 학습자는 자신의 부족한 영역을 그래프를 통해 알 수 있으므로 재학습시에 그 부분을 중점적으로 학습할 수 있다. 재시험 후에는 이전까지의 누적된 영역별 그래프와 현재 평가에 대한 그래프를 함께 보여줌으로써 학습자의 실력 향상을 한 눈에 볼 수 있다.

최종 분석은 학습자의 영역별 그래프를 분석하여 텍스트를 통해 표시하여 학습자가 자신의 부족한 영역을 알 수 있도록 하고 단계적으로 부족한 영역에 대한 학습을 보충하면서 좀 더 향상된 학습 결과를 기대할 수 있게 도와주는 역할을 한다.

5. 실험 및 실험 결과

5.1 시스템 구성

본 논문의 시스템은 (그림 3)과 같이 웹기반의 클라이언트와 서버로 구성된다. 실험에 사용된 서버는 펜티엄 III 1.7GHz, 윈도우즈 2000 서버 운영체제를 기반으로 MSSQL 2000 데이터베이스 시스템과 인터넷 정보 서비스(IIS 6.0)로 구축하고 C#을 이용한 ASP.NET 언어로 구성된다.



(그림 3) 전체 시스템 구성

실험에 사용된 문제는 중학교 1학년 과학 시험을 모델로 하였다. 문제는

총 4개의 대 단원으로 이루어져 있으며 각 문제마다 상, 중, 하의 난이도와 탐구인식, 탐구수행, 자료분석, 종합해결력의 영역으로 구분되어 있다.

회원은 웹 브라우저를 통해 시스템에 접근하며, 회원의 등급에 따라 교수자는 문제 목록, 문제 등록 메뉴에만 접근할 수 있으며, 학습자는 문제 비율 선택, 문제 풀기, 평가 화면에 접근할 수 있고, 관리자는 회원관리 메뉴에만 접근할 수 있다.

5.2 데이터베이스 구성

본 논문에서 사용된 데이터베이스 테이블은 회원 테이블, 문제 테이블, 분석 테이블로 구성되어 있다.

회원 테이블은 회원의 아이디와 패스워드, 주민등록번호 등 회원의 정보를 저장하기 위해 <표 5>와 같이 생성한다.

<표 5> 회원 테이블

필드명	데이터 형식	항목 의미
id	varchar(20)	회원 아이디
passwd	varchar(20)	비밀번호
name	varchar(10)	이름
number	varchar(13)	주민등록번호
school	varchar(20)	소속학교
mail	varchar(30)	E-mail
level	int	사용자 권한

문제 테이블은 단위, 문제, 정답, 해설, 난이도, 영역 등의 문제와 관련된 정보를 저장하기 위해 <표 6>과 같이 생성한다. 본 논문에서의 문제의 난이도는 상, 중, 하로 나누었고, 문제영역은 과학에서 요구하는 영역인 탐구 인식, 탐구수행, 자료분석, 종합해결력으로 나누었다. 문제별로 요구되는 난이도와 영역은 중학교에서 과학 선생님께서 재직중인 분들의 도움을 받아 정하였다.

<표 6> 문제 테이블

필드명	데이터 형식	항목 의미
question_id	int	문제 번호
units	int	단위
auth	varchar(20)	출제자 아이디
part	int	문제 영역
question	text	문제
exam1	text	보기1
exam2	text	보기2
exam3	text	보기3
exam4	text	보기4
exam5	text	보기5
answer	int	정답
comment	text	해설
difficulty	int	난이도(상, 중, 하)
dtime	datetime	문제 등록, 수정일
stnum	int	총 응시자 수
oknum	int	정답자 수
okrate	float	정답률

분석 테이블은 학습자가 문제를 푼 후에 그 결과를 분석하여 저장하며, 동일 단원에 대한 문제를 한 번 이상 풀 경우에 문제를 자동으로 출제하기 위하여 사용되는 테이블이며, 각 단원별로 다음 <표 7>과 같이 구성된다.

<표 7> 분석 테이블

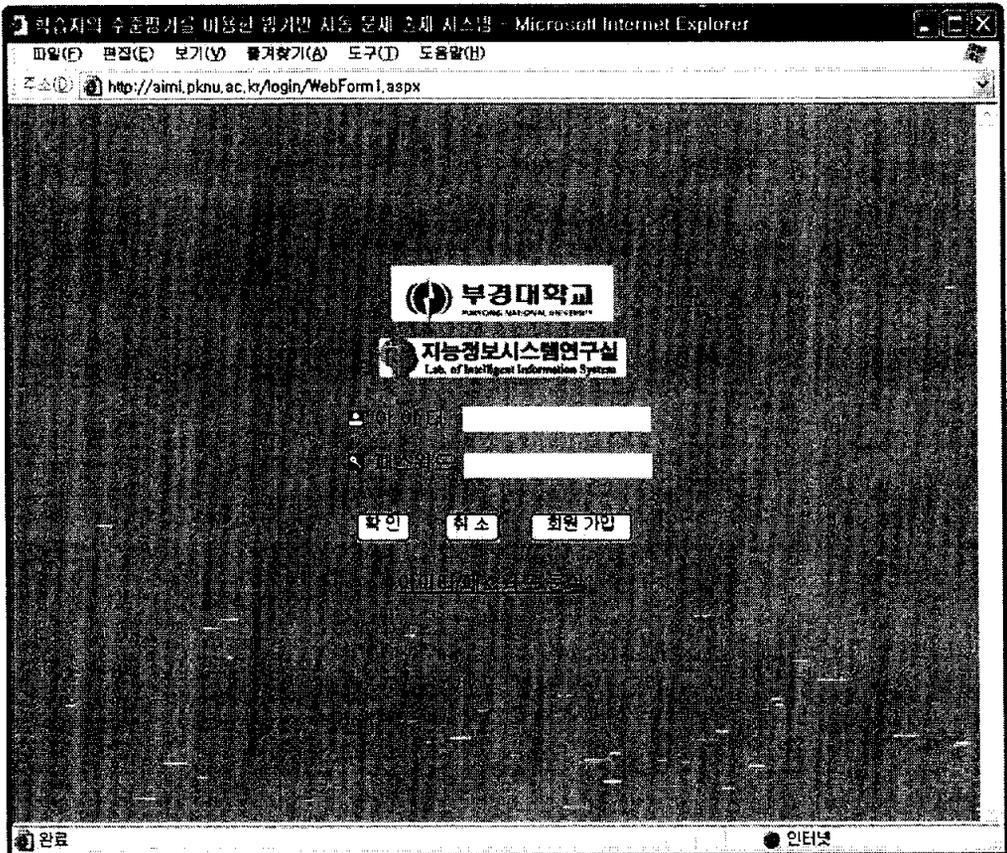
필드명	데이터 형식	항목 의미
id	varchar(20)	회원 아이디
count	int	문제를 푼 횟수
units	int	단원
part1anal	text	탐구인식영역에 대한 누적 점수와 분석
part2anal	text	탐구수행영역에 대한 누적 점수와 분석
part3anal	text	자료분석영역에 대한 누적 점수와 분석
part4anal	text	종합해결영역에 대한 누적 점수와 분석
diffhanal	text	난이도 '상'에 대한 누적점수와 분석
diffmanal	text	난이도 '중'에 대한 누적점수와 분석
difflanal	text	난이도 '하'에 대한 누적점수와 분석

분석 테이블은 각 영역별로 누적된 점수와 분석결과, 각 난이도별로 누적된 점수와 분석 결과를 저장하고 있어 학습자가 동일 단원에 대해 반복해서 문제를 풀 때 자동으로 문제를 출제할 수 있으며 학습자는 부족한 영역이 향상되었는지를 쉽게 확인할 수 있다.

5.3 실험

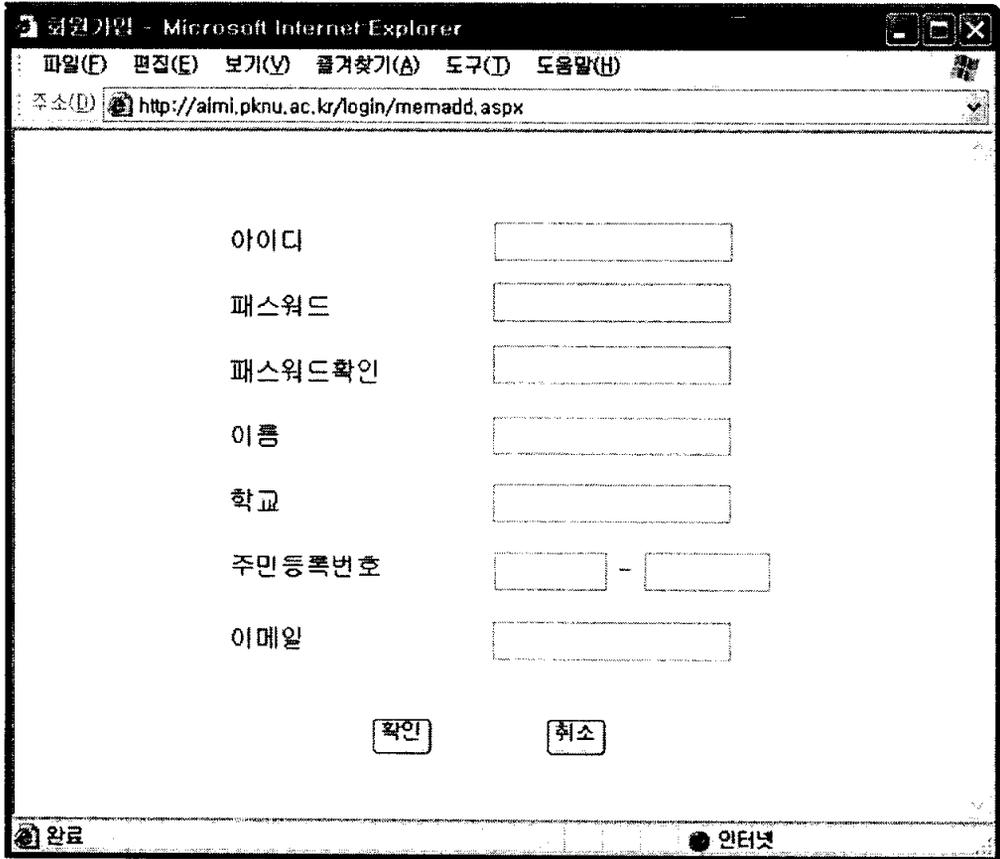
5.3.1 메인 화면

(그림 4)는 본 시스템의 초기 화면으로 사용자가 아이디와 패스워드를 입력하여 시스템에 접근한다.



(그림 4) 초기 화면

회원이 아닌 사람은 시스템에 접근을 할 수가 없으며, (그림 5)의 회원가입을 통해 교수자와 학습자로 나뉘어진다.



The image shows a screenshot of a Microsoft Internet Explorer browser window. The title bar reads "회원가입 - Microsoft Internet Explorer". The address bar contains the URL "http://almi.pknu.ac.kr/login/memadd.aspx". The main content area displays a registration form with the following fields and labels:

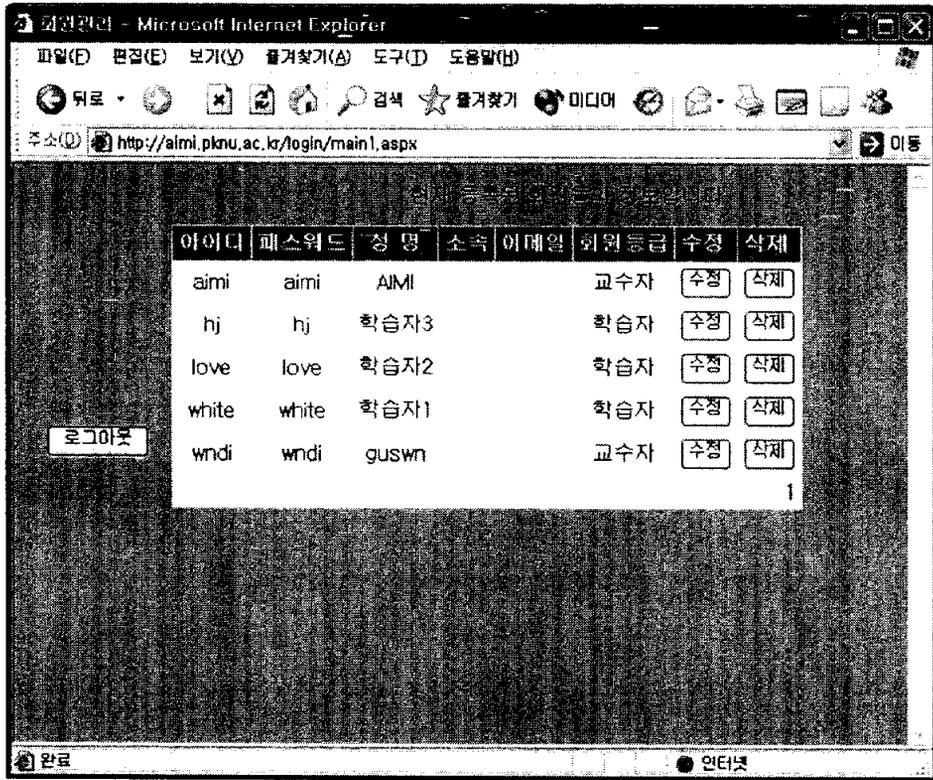
- 아이디 (ID)
- 패스워드 (Password)
- 패스워드확인 (Confirm Password)
- 이름 (Name)
- 학교 (School)
- 주민등록번호 (Residence Registration Number) - split into two input boxes with a hyphen
- 이메일 (Email)

At the bottom of the form, there are two buttons: "확인" (Confirm) and "취소" (Cancel). The browser's status bar at the bottom shows "완료" (Done) and "인터넷" (Internet).

(그림 5) 회원가입 화면

5.3.2 관리자 화면

관리자는 (그림6)의 회원관리 화면을 볼 수 있고, 회원과 시스템을 관리한다.

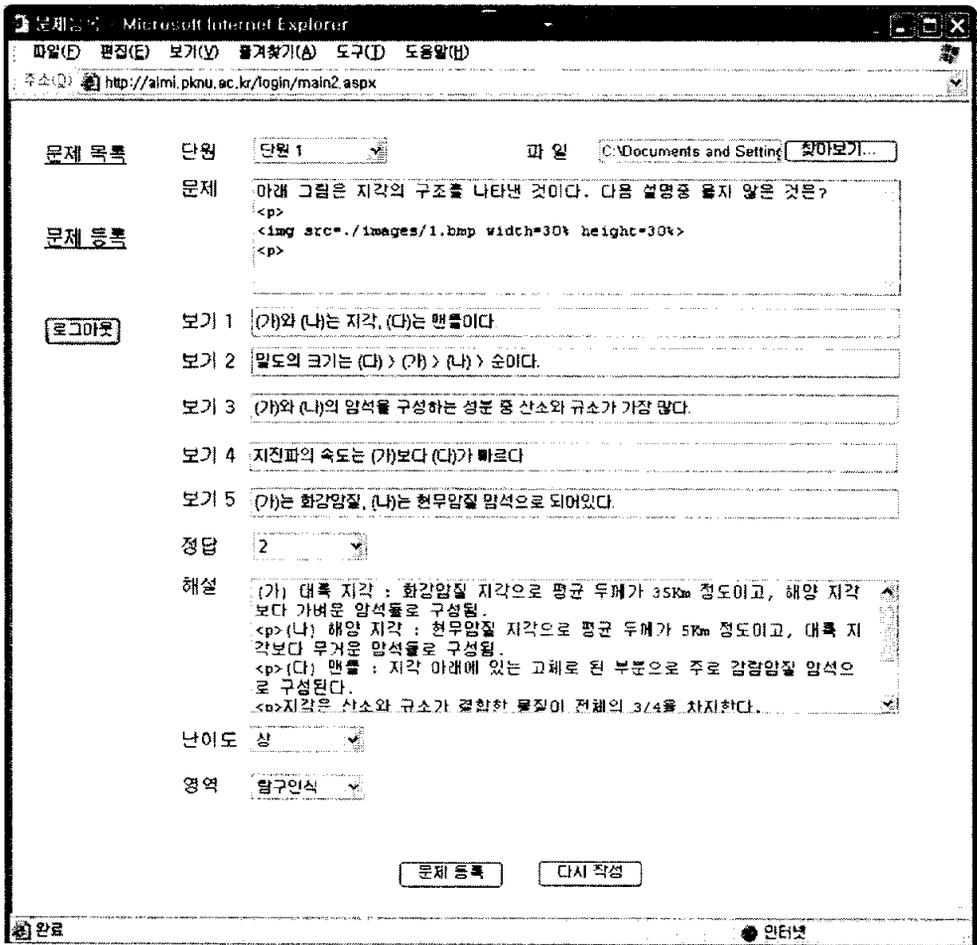


(그림 6) 회원관리 화면

5.3.3 교수자 화면

교수자로 접근했을 때는 문제를 등록하고, 등록된 문제를 볼 수 있으며, 자신이 출제한 문제의 관리가 가능하다.

문제 등록 화면은 (그림 7)과 같이 오지선다형으로 등록을 하며, 멀티미디어 개체 삽입도 가능하다. 문제의 신뢰성을 위해 교수자는 문제의 난이도와 문제에서 요구하는 영역을 입력한다. 문제를 등록하는 순간에는 어떤 학습자도 문제를 풀지 않았기 때문에 정답률은 0으로 설정된다.



(그림 7) 문제등록 화면

(그림 8)은 문제 목록 화면을 보여주고 있으며 등록된 문제 수와 난이도 별 등록된 문제 비율을 확인할 수 있다. 자신이 출제한 문제인 경우에만 수정 및 삭제할 수 있고, 다른 교수자는 문제 확인만 할 수 있다.

문제 목록 - Microsoft Internet Explorer

파일(F) 편집(E) 보기(V) 즐겨찾기(S) 도구(T) 도움말(H)

총 등록된 문제수 : 1024문제, 상 14.16%, 중 53.71%, 하 32.13%

문제 목록	단원	문제	난이도	정답률	출시지수	정답지수	문제등록/수정일	출제자	수정	삭제
문제 목록	1	아래 그림은 지각의 구조를 나타낸 것이다. 다음 설명중 옳지 않은 것은?	상	0	1	0	2004-03-20	aimk	편집	삭제
										
	1	지각에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?	상	100	1	1	2004-03-20	aimk	편집	삭제
	1	대기권에서 기온이 가장 낮은 것은?	상	0	1	0	2004-03-20	aimf	편집	삭제
로그아웃	1	다음 표는 어떤 암석을 이루고 있는 광물들의 특성을 조사한 것이다. 광물(가)-(2)를 서로 구별하려고 할 때 구별 방법이 옳지 않은 것은?	상	0	1	0	2004-03-20	aimi	편집	삭제
회원정보수정										
회원탈퇴	1	다음 보기는 조립 광물의 특징에 관한 것이다. 보기의 특징 중 서로 인력이 있는 것끼리 모두 짝지어진 것은?	상	0	1	0	2004-03-20	wndi		
										
	1	다음 표는 모스 굳기계를 나타낸 것이다. 설명중 옳지 않은 것은?	상	0	1	0	2004-03-20	wndi		
										
	1	지구의 내부 구조에 대한 설명 중 잘못된 것은?	중	0	1	0	2004-03-20	aimi	편집	삭제
	1	다음 <보기> 중 상부로 올라갈수록 기온이 상승하는 곳끼리 짝은 것은?	중	0	1	0	2004-03-20	aimi	편집	삭제
										
	1	대류권과 관계가 없는 것은?	중	0	1	0	2004-03-20	aimi	편집	삭제
	1	대기권에서의 고도에 따른 기온 변화를 바르게 설명한 것은?	중	0	1	0	2004-03-20	wndi		
										

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 ...

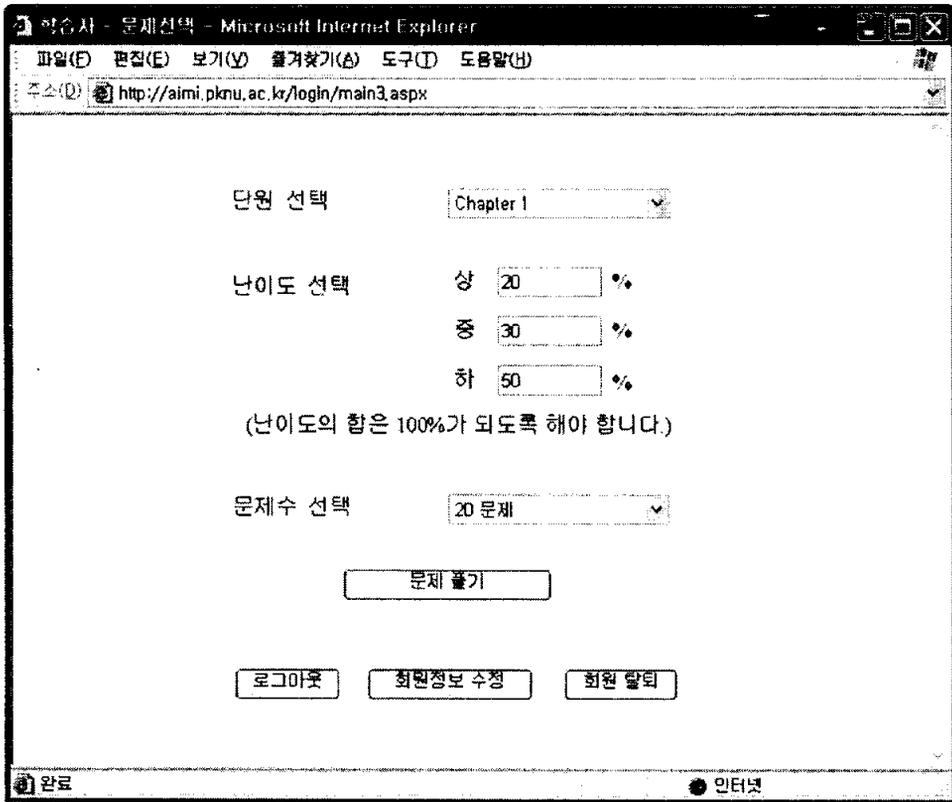
원본

(그림 8) 문제목록 화면

5.3.4 학습자 화면

학습자로 접근하면 (그림 9)와 같이 단원, 난이도 비율, 문제 수를 선택하고 문제 풀기 버튼을 누르면 시스템은 학습자의 요구에 맞게 자동으로 문제를 출제한다.

단원은 총 4단원으로 구성되어 있으며, 문제 수는 최소 20문제에서 최대 60문제까지 선택할 수 있다. 난이도 상·중·하 별로 네 영역을 모두 고려해야하므로 문제 수를 최소 20문제로 정하였다.



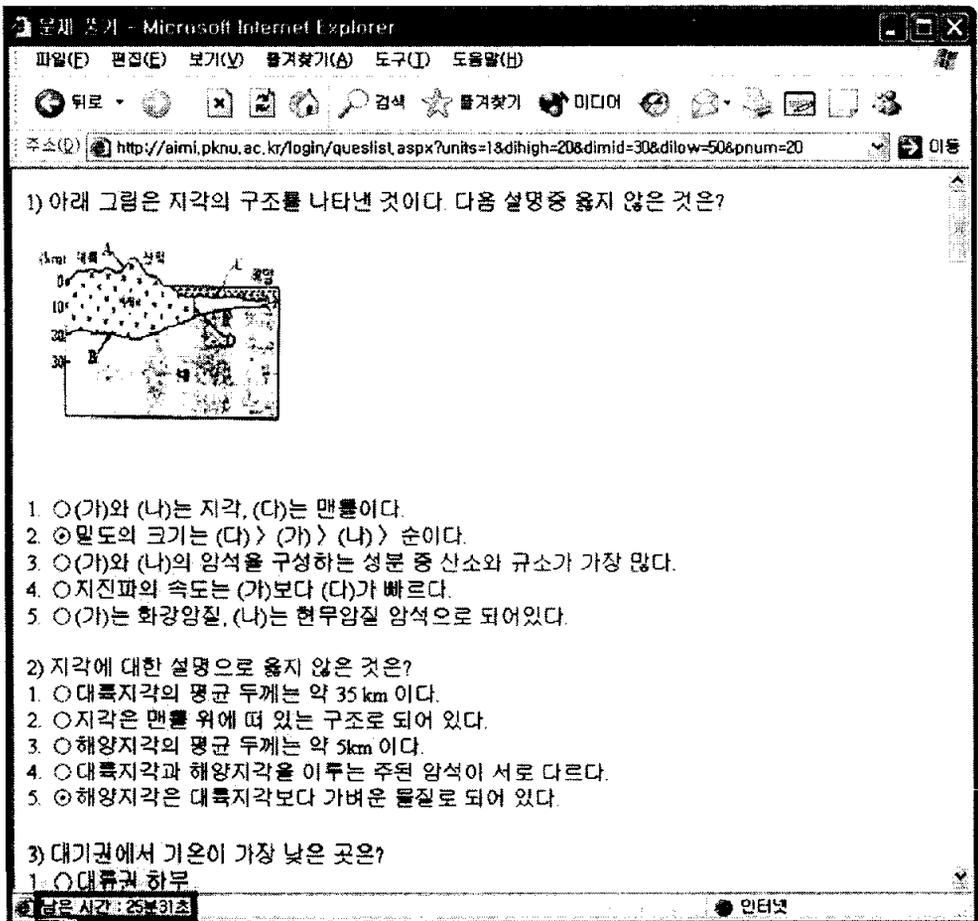
(그림 9) 문제비율 선택 화면

(그림 10)은 학습자가 한 번 이상 접근한 단원의 문제를 다시 풀고자 할 때 보여주는 메시지이다. 이때 시스템은 학습자의 이전 평가 결과를 분석하여 부족한 영역의 문제에 출제 비중을 높여 자동으로 문제를 출제한다.

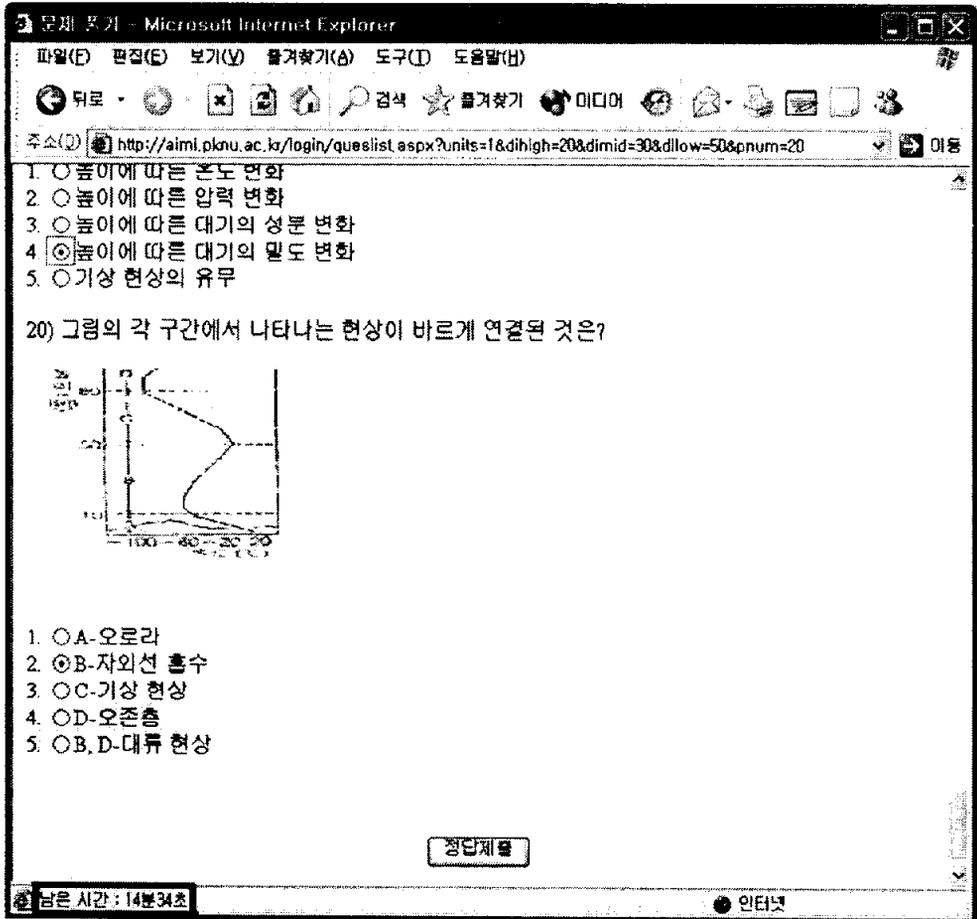


(그림 10) 확인 메시지

학습자의 요구 조건에 맞추어 문제를 생성한 후 보여지는 시험지 화면은 (그림 11-1, 11-2)와 같으며 난이도와 문제 수를 고려한 총 시험 시간을 웹브라우저의 작업 표시줄에 나타내어 학습자가 문제를 푸는 동안 남은 시간을 확인할 수 있도록 하였다. 주어진 시간이 다 지나도록 정답을 제출하지 않을 경우에는 학습자에게 메시지를 보여주고 자동으로 시험을 종료한다.



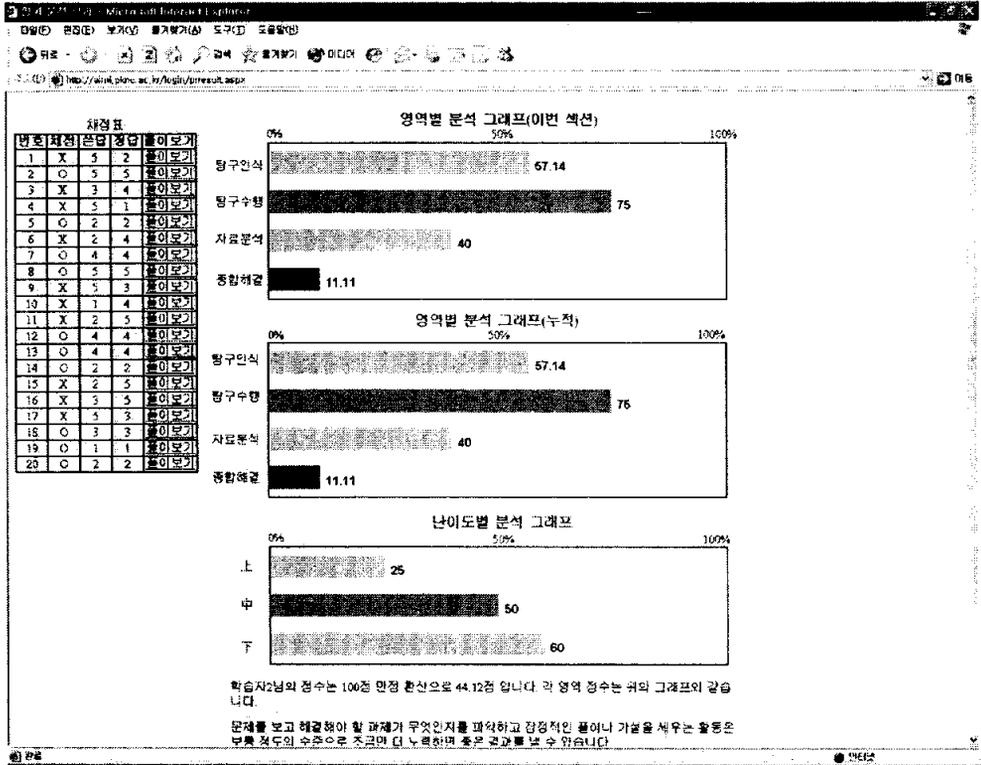
(그림 11-1) 문제 풀기 화면1



(그림 11-2) 문제 풀기 화면2

5.3.5 평가 화면

학습자가 출제된 문제를 풀고 정답을 제출하면 시스템은 자동 채점하여 (그림 12)와 같이 즉시 평가 결과를 보여준다.



(그림 12) 평가 화면

채점표는 (그림 13)과 같이 두 답을 비교하여 O·X로 나타내어 주고, 학습자가 틀린 문제에 대해 해설을 보고자 한다면 풀이보기를 클릭하여 (그림 14)와 같은 해설을 볼 수 있다.

채점표

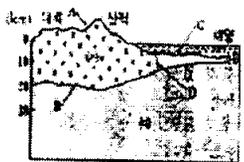
번호	채점	쓰답	정답	풀이보기
1	X	5	2	풀이보기
2	O	5	5	풀이보기
3	X	3	4	풀이보기
4	X	5	1	풀이보기
5	O	2	2	풀이보기
6	X	2	4	풀이보기
7	○	4	4	풀이보기
17	△	3	3	풀이보기
18	O	3	3	풀이보기
19	O	1	1	풀이보기
20	O	2	2	풀이보기

(그림 13) 채점표

풀이 보기 - Microsoft Internet Explorer

주소(D) <http://almi.pknu.ac.kr/login/sol.aspx?qid=83>

아래 그림은 지각의 구조를 나타낸 것이다. 다음 설명중 옳지 않은 것은?



[해설]

(가) 대륙 지각 : 화강암질 지각으로 평균 두께가 35Km 정도이고, 해양 지각보다 가벼운 암석들로 구성됨.

(나) 해양 지각 : 현무암질 지각으로 평균 두께가 5Km 정도이고, 대륙 지각보다 무거운 암석들로 구성됨.

(다) 맨틀 : 지각 아래에 있는 고체로 된 부분으로 주로 감람암질 암석으로 구성된다.

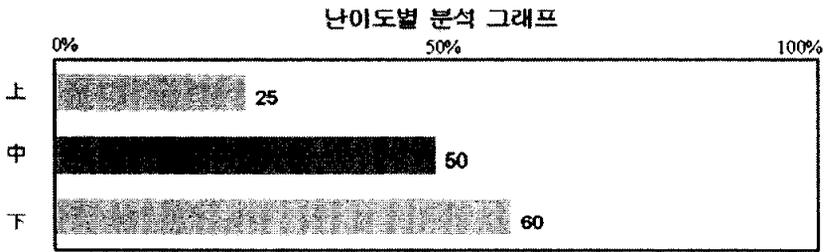
지각은 산소와 규소가 결합한 물질이 전체의 3/4을 차지한다.

해양 지각의 두께는 대륙 지각의 두께보다 얇지만 밀도는 해양 지각이 더 크다-대륙지각

완료 인터넷

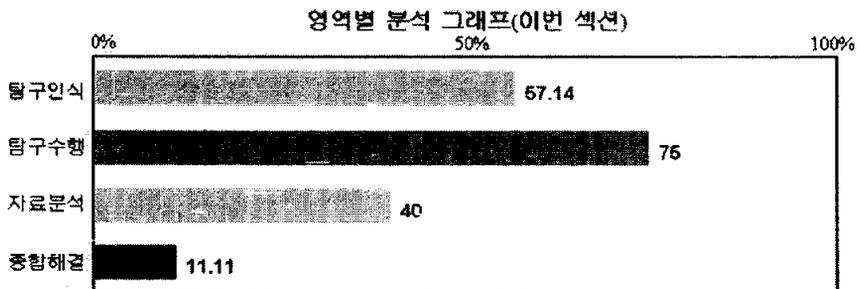
(그림 14) 풀이보기 화면

O·X 채점 결과 외에도 학습 수준을 알 수 있도록 (그림 15)와 같이 학습자가 맞춘 난이도의 비율을 나타낸 난이도별 분석 그래프와 영역별 분석 그래프를 제공한다.

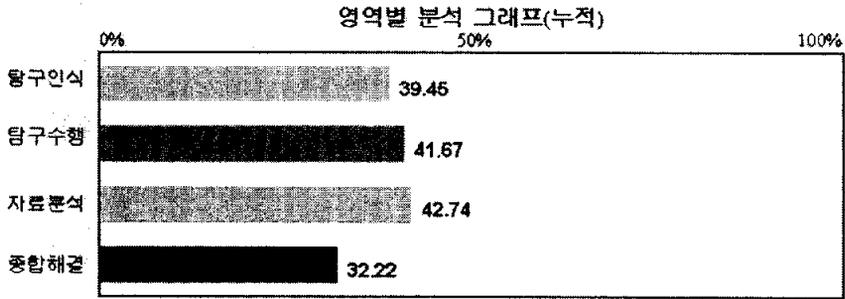


(그림 15) 난이도별 분석 그래프

영역별 분석 그래프는 (그림 16)과 같이 현재의 채점에 대한 분석 결과 그래프와 (그림 17)과 같이 이전까지의 누적된 분석 결과 그래프를 함께 제공하여 자신의 향상된 모습이나 부족한 부분을 쉽게 알 수 있도록 하였다.



(그림 16) 이번 섹션 영역별 분석 그래프



(그림 17) 누적 영역별 분석 그래프

난이도별 분석 그래프, 영역별 분석 그래프와 함께 구체적으로 학습자에게 평가 분석을 알려주기 위하여 (그림 18)과 같이 최종 평가 분석 결과를 텍스트로 보여지게 된다. 이렇게 함으로써 학습자는 그래프를 이용하여 시각적으로 평가 분석 할 수 있으며, 채점 결과 점수와 함께 제공되는 텍스트로 구체적인 평가 분석을 할 수 있다.

학습자2년의 점수는 100점 만점 환산으로 44.12점입니다. 각 영역 점수는 위의 그래프와 같습니다.

문제를 보고 해결해야 할 과제가 무엇인지를 파악하고 감정적인 풀이나 가설을 세우는 활동은 보통 정도의 수준으로 조금만 더 노력하면 좋은 결과를 낼 수 있습니다. 또한 문제를 일정한 절차와 방법에 따라 해결해 나가는 능력이 뛰어나고,

조금 더 노력하여 문제를 해결하기 위해 탐구수행에서 얻은 자료를 정리하고 분석하여 규칙성을 발견하는 능력을 키워야 합니다.

마지막으로 탐구를 수행하고 자료를 분석하여 종합적인 결론을 얻고, 그 결과가 탐구 문제를 해결하는데 타당하고, 설정된 가설을 충분히 지지할 수 있는지를 평가하는 능력이 부족하므로 이 부분의 집중적인 연습이 필요합니다.

종합적으로 분석해 볼 때, 탐구수행 능력은 뛰어나지만 그 외의 다른 모든 영역에 대해 부족하므로 탐구수행영역을 제외한 다른 영역을 집중적으로 학습하는 것이 필요합니다.

(그림 18) 최종 평가 분석 화면

5.4 실험결과 분석 및 비교

본 논문은 학습자의 수준 평가를 이용하여 웹기반에서 자동으로 문제를 출제하는 시스템을 구축하였다. 학습자의 평가 결과에 대한 분석 자료를 데이터베이스에 저장하여, 문제를 재출제 할 경우에는 정규분포를 이용하여 부족한 영역의 문제에 가중치를 두어 재출제 하며 평가 분석 자료는 응시할 때마다 갱신되도록 하여 학습자가 자신의 부족한 영역을 찾아내어 집중적으로 학습할 수 있도록 하였다.

그 결과를 검증하기 위해 타 논문의 각 기능의 특징을 비교하면 <표 8>과 같다. <표 8>의 모든 논문은 온라인상의 출제 방식을 채택하고 있으며, 각 기능이 의미하는 내용은 다음과 같다. 문제 선택 기능은 학습자가 문제의 난이도와 단원을 선택하는 기능을 말하며 풀이 기능은 각 문제에 대해 학습자에게 설명을 보여주는 기능을 말한다. 성적 통계 기능은 학습자의 평가 결과를 정답과 오답의 비율을 계산하여 보여주는 기능이고, 난이도 조정 기능은 각 문제의 정답률에 따라 난이도를 자동으로 조정해 주는 기능을 의미한다. 평가 분석 기능은 성적 통계에서 나타낸 결과를 학습자가 시각적으로 쉽게 알 수 있도록 그래프화 하는 기능이며, 마지막으로 자동 재출제 기능은 학습자의 평가 분석 결과를 바탕으로 시스템이 문제를 자동으로 재출제 함으로써 학습자의 부족한 영역을 보충할 수 있게 하는 기능을 의미한다.

<표 8>의 타 논문과의 비교에서 알 수 있듯이 본 논문에서는 문제의 난이도를 재조정하고 학습자의 평가 분석을 통하여 학습자가 부족한 부분에 대해 자동으로 문제를 재출제 할 수 있는 기능을 포함함으로써 학습자 스스로 부족한 영역을 보충할 수 있도록 할 수 있다.

<표 8> 논문별 기능 특징 비교

연구자	제 목	문제 선택	풀 이	성적 통계	난이도 조정	평가 분석	자동 재출제	참고 문헌
이석호 외 2인	인터넷 환경에서 가상 학습평가 시스템 설계 및 구현	×	○	○	×	×	×	[10]
임희숙 외 2인	CGI를 이용한 웹기반 문제은행 시스템 설계 및 구현	×	○	○	×	×	×	[8]
임희숙	웹기반 지능형 문제은행 시스템 설계 및 구현	×	△	△	×	△	×	[7]
이진경 외 1인	웹기반 학습을 위한 평가 시스템의 설계 및 구현	×	○	○	×	×	×	[16]
이영현 외 2인	원격교육 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현	×	○	○	×	△	×	[4]
홍종기 외 1인	수준별 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현	×	×	×	○	×	×	[9]
정용기 외 1인	웹기반 학습평가 자동화 시스템의 설계 및 구현	×	×	○	○	○	×	[15]
김경아 외 1인	웹기반 교육에서의 자동 문제 출제 시스템	×	○	○	○	△	△	[11]
하일규 외 1인	문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현	○	○	○	○	○	×	[14]
본 논문		○	○	○	○	○	○	

○: 기능 있음, △: 기능 미비, ×: 기능 없음

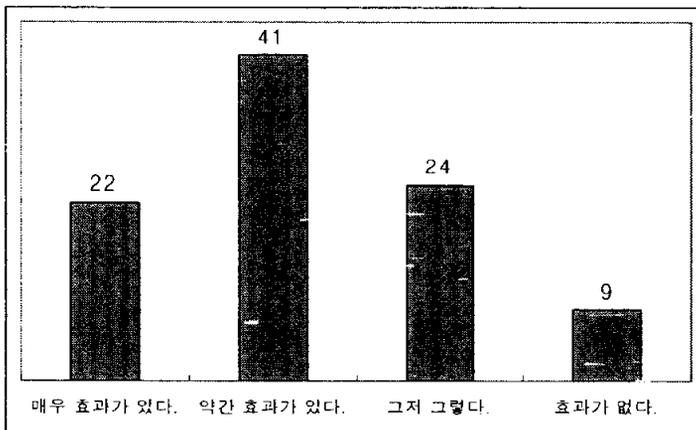
5.5 시스템의 적용

본 논문 시스템에 대한 평가를 하기 위하여 문제은행에 등록된 문제 수는 총 1024문제이며, 난이도 '상'의 문제는 14.16%, 난이도 '중'의 문제는 53.71%, 난이도 '하'의 문제는 32.13% 비율이다. 이 시스템을 4개 학급의 학생 121명에게 적용하여 실험하였다.

5.5.1 사전 조사

컴퓨터를 이용하여 학습을 해 본적이 있는 학생은 96명으로 전체 79%의 비율을 차지하였다. 이 학생들을 대상으로 웹기반 교육이 자신의 학습에 효과가 있는지를 조사한 결과를 <표 9>에 나타내었다. 효과가 없다고 답한 학생은 9%로 대부분의 학생들이 웹기반 교육이 자신의 학습에 효과가 있다고 답하였다.

<표 9> 컴퓨터를 이용한 학습이 본인의 학습에 효과가 있는가?



5.5.2 사후 조사

본 논문은 학습자의 수준에 맞는 문제를 구성하기 위하여 단원에 대한 처음 접근시 학습자가 난이도별 출제 비율과 문제 수를 선택하게 하여 시스템은 자동으로 문제를 출제하며, 난이도별 출제 문제 수에 따라 시험 시간과 점수가 다르게 부여하여 평가에 대한 신뢰도를 높이는 기능이 있다. 시험 종료 후 O·X 채점표와 풀이보기 기능은 학습자의 학습과 이해에 도움을 주며, 영역별 분석 그래프와 난이도별 분석 그래프를 나타내어 학습자의 성취도를 쉽게 확인할 수 있도록 한다. 또한 최종 평가 분석으로 학습자의 향후 학습방향 설정에 도움을 주는 기능이 있다. 그리고 같은 단원에 대한 재접근시 시스템은 학습자의 이전 평가 분석을 바탕으로 부족한

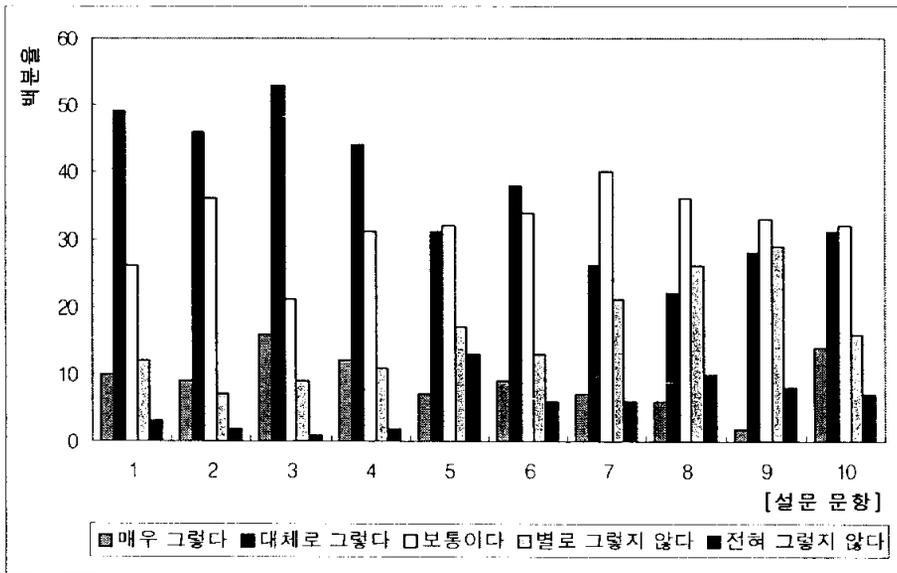
<표 10> 시스템 이용 후 설문조사 문항

번호	설문 내용
1	자신이 단원, 난이도 비율, 문제 수를 선택하는 것이 자신에 맞는 문제를 구성하는데 도움을 준다.
2	난이도별 출제 문제 수에 따라 시험 시간이 달리 측정되는 것은 평가에 대한 신뢰도가 높다.
3	'풀이보기' 기능이 자신의 학습과 이해에 도움을 준다.
4	O·x 채점결과를 통하여 틀린 문항을 쉽게 확인할 수 있다.
5	그래프를 통하여 자신의 성취도를 쉽게 알 수 있다.
6	정답률에 따라 난이도를 재조정하는 것은 문제에 신뢰를 준다.
7	이 시스템을 통하여 자신이 부족한 영역을 알 수 있었다.
8	이 시스템은 자신의 학습방향을 설정하는데 도움을 주었다.
9	한번이상 평가한 단원에서 이루어지는 '자동 재출제' 기능을 통하여 그 단원에서의 영역별 학업능력을 향상시킬 수 있었다.
10	앞으로 이 시스템을 계속 이용하겠다.

영역의 문제에 가중치를 두어 자동으로 문제를 출제하는 기능이 있다.

<표 10>은 본 논문 시스템의 이러한 기능의 효율성을 확인하기 위하여 작성한 설문문항이고, <표 11>은 시스템을 이용한 121명의 학생을 대상으로 설문 조사한 결과이다.

<표 11> 시스템 이용 후 설문조사 결과



학생들은 자신이 단원, 난이도별 출제 비율, 문제 수를 선택하여 자신에게 맞는 문제를 구성하는 것에 대해서는 59%가 긍정적인 반응을 보였고, 난이도별 출제 문제 수에 따라 시험시간이 달리 측정되어 평가에 대한 신뢰도가 높다고 응답한 학생은 55%의 비율을 차지하였으며, 정답률에 따라 난이도가 재조정되는 것은 문제에 신뢰성이 있다고 응답한 학생은 47%이었다. 평가가 이루어진 후에 확인할 수 있는 풀이보기 기능, 채점표, 난이도별 분석 그래프와 영역별 분석 그래프 기능에 대해서도 과반수이상의 학생들이 긍정적인 반응을 보였다.

그러나 시스템을 통하여 자신의 부족한 영역을 알고, 학습방향을 설정하는데 도움이 된다고 하는 설문에 대해서는 긍정적으로 응답한 학생보다는 ‘보통이다’라고 응답한 학생의 비율이 상대적으로 높았다. 이것은 학생들이 시스템의 효율성을 제대로 인식하지 못했다는 것을 나타낸다. 학생들이 시스템을 통하여 자신들에게 맞게 구성된 문제를 풀고 평가 결과만을 확인할 뿐, 평가 분석에 따른 학습과의 연계가 충실히 이루어지지 않아 나타나는 반응이라고 볼 수 있다. 학생들이 평가 분석을 기반으로 충실한 학습을 수행하면 이 시스템은 학생들에게 아주 유용할 것으로 기대된다.

조사 결과 학생들의 평가 분석의 결과만을 보여주는 것이 아니라 평가 분석을 기반으로 하여 학생들이 부족한 영역의 학습이 이루어지도록 자동으로 학습 화면으로 피드백 되는 것이 추가될 필요가 있다.

6. 결론

본 논문에서는 학습자의 수준평가에 근거한 자동 문제 출제 시스템을 제안하였다. 기존의 교육평가 시스템에서 문제점으로 지적되고 있던 고정 출제 방식과 무작위 출제 방식을 개선하여, 학습자가 문제를 풀고자하는 단원, 자신에게 적절한 난이도, 문제 수를 입력하면 그에 따른 문제를 자동으로 출제해 주고, 이후 이미 풀었던 단원에 대해 다시 응시할 경우에는 이전의 평가 결과를 바탕으로 부족한 영역에 가중치를 두어 문제를 자동 출제 해줌으로써 학습자 스스로 부족한 영역을 보충할 수 있도록 하였고, 학습자가 출제된 문제를 다 풀고 난 후 이루어지는 평가 부분에서도 단순히 기존의 점수만을 보여주거나 O·X 결과만을 보여주는 것이 아니라 학습자가 풀이한 결과에 대한 각종 통계 자료를 제공함으로써 학습자가 자신의 학습 수준을 파악할 수 있게 하였다.

본 논문에서 제안한 시스템은 인터넷이 가능한 곳이라면 언제 어디서나 쉽게 이용할 수 있으므로, 회원으로 가입된 교사들이 문제를 작성하고 배포하며, 평가하는데 드는 시간을 대폭 줄일 수 있어 교육의 효율성을 높일 수 있다. 또한, 고정된 문제를 출제하는 것이 아니라 학습자의 수준과 부족한 영역에 기초하여 문제를 자동으로 출제하므로 학습자는 다양한 개별화된 문제를 접할 수 있고, 평가와 분석을 통해 얻은 자료를 바탕으로 부족한 부분의 내용을 스스로 학습할 수 있으므로 개별 학습 능력과 자기 주도적 학습 능력의 향상을 가져올 수 있다.

본 논문의 시스템은 학습자의 평가 결과의 정보를 저장하고 있어 같은 단원에 대해서 재응시 했을 경우, 이전 평가를 바탕으로 부족한 영역의 문

제를 중점적으로 자동 출제 해줌으로써 그 영역에 대해 확실한 이해가 가능하게 할 수 있을 것이다. 또한 본 논문에서는 중학교 1학년 과학 과목에 제한하여 실험을 하였지만 문제의 난이도와 영역만 주어진다면 다른 모든 과목에서도 동일하게 적용할 수 있다.

향후 과제로서는 평가를 분석한 후 자동으로 부족한 영역의 학습이 이루어지도록 학습화면으로 피드백 되는 것이 필요하다. 그리고, 단답형이나 서술형의 문항에도 적용하여 평가하는 것이 연구되어야 한다.

참고문헌

- [1] 이태욱, “컴퓨터 교육론”, 좋은소프트, 1999.
- [2] Khan, B. H, “Web-based instruction”, Educational technology Publication, 1996.
- [3] 이상근, 강주성, 최길수, 최종홍, 김동호, “웹기반 학습을 위한 객관식 평가문항 출제 도구 개발”, 한국정보교육학회 2001년동계학술발표논문집, 제6권 제1호, pp.325-335, 2001.
- [4] 이영현, 강성국, 김명렬, “원격교육 평가를 위한 문제 은행 시스템의 설계 및 구현”, 한국컴퓨터교육학회논문지, 제3권 제1호, pp.117-125, 2000.
- [5] 김갑용, “실기 교육 방법론”, 원창출판사, 2002.
- [6] 나일주, “웹기반 교육”, 교육과학사, 1999.
- [7] 임희숙, “웹기반 지능형 문제은행 시스템 설계 및 구현”, 전남대학교대학원 석사학위논문, 2000.
- [8] 임희숙, 김창근, 김수형, “CGI를 이용한 웹기반 문제은행 시스템 설계 및 구현”, 한국정보교육학회 99추계학술발표논문집, 제4권 제2호, pp.307-312, 1999.
- [9] 홍종기, 전우천, “수준별 평가를 위한 문제은행 시스템의 설계 및 구현”, 한국정보교육학회 2001년하계학술발표논문집, 제6권 제2호, pp.291-303, 2001.
- [10] 이석호, 김창수, 황현숙, “인터넷 환경에서 가상 학습평가 시스템 설계 및 구현”, 멀티미디어학회논문지, 제1권 제2호, pp.204-213, 1998.
- [11] 김경아, 최은만, “웹기반 교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회논문지A, 제9-A권 제3호, pp.301-310, 2002.

- [12] 허원, “인터넷을 이용한 문제 및 출제 평가 시스템의 현황”, 한국공학
교육기술학회지, 제6권 1호, pp.26-31, 1999.
- [13] 박도순, 홍후조, “교육과정과 교육평가”, 문음사, 1999.
- [14] 하일규, 강병욱, “문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시
스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지D, 제9-D권 제3호,
pp.511-522, 2002.
- [15] 정용기, 최은만, “웹기반 학습평가 자동화 시스템의 설계 및 구현”, 정
보처리학회논문지D, 제9-D권 제2호, pp.289-296, 2002.
- [16] 이진경, 전우천, “웹기반 학습을 위한 평가 시스템의 설계 및 구현”,
한국정보교육학회논문지, 제4권 제1호, pp.40-56, 2000.
- [17] 박숙희, 염명숙, 이경희 공저, “교육방법 및 교육공학”, 학지사, 1999.
- [18] 박영균, 설양환, 최명숙 공저, “교육@인터넷”, 양서원, 2000.
- [19] 황정규, 이돈희, 김신일, “교육학 개론”, 교육과학사, 1998.
- [20] 김인식, 최호성, “최신 교육과정 및 평가”, 교육과학사, 1996.
- [21] James Stewart, “CALCULUS(Fourth Edition)”, THOMSON, 2001.
- [22] 백용덕, “교육통계”, 형설출판사, 1995.
- [23] 이현주, 이미숙, 홍승미, 이찬희, 정순호, “학습자의 수준평가를 이용한
웹기반 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회논문지A, 제10-A권 제5
호, pp.579-588, 2003.

부록

※ 이 설문지는 시스템의 효율성을 조사하기 위한 것입니다.

각 문제를 읽고 해당하는 곳에 표시하세요. 솔직한 답을 해주시면 더 나은 시스템을 만드는데 많은 도움이 될 것입니다.

본 시스템(<http://aimi.pknu.ac.kr/login/webform1.aspx>)은

1. 학생이 단원, 난이도별 문제 비율, 문제 수를 선택합니다.
2. 출제된 문제를 푼니다.
(이때, 난이도별 출제 문제 수에 따라 시간이 측정됩니다.)
3. 시험 종료 후 평가결과를 볼 수 있습니다.
평가 결과를 보고 부족한 영역을 중점적으로 학습할 수 있습니다.
4. 만일, 학생이 이미 평가받은 단원에 또다시 응시하려고 하면, 학생의 이전 평가결과에서 부족한 영역에 비중을 높여 자동 출제해 줍니다. 이로써, 학생은 자신의 부족한 영역에 대한 실력 향상도를 알 수 있습니다.

따라서, 이 시스템을 사용하는 학생은 학습에서 모든 영역을 고루 발달시킬 수 있습니다.

[사전 설문조사]

1. 하루에 컴퓨터를 다루는 시간은 어느 정도인가?

- ① 1시간미만() ② 1~2시간 ()
③ 2~3시간 () ④ 3시간이상()

2. 컴퓨터를 이용하여 학습을 해 본적이 있는가?

- ① 있다.() ② 없다.()

3. 컴퓨터를 이용한 학습을 해 본적이 있다면, 얼마나 많은 시간을 컴퓨터를 이용한 학습에 할애하는가?

- ① 1주일에 1시간 () ② 1주일에 2~4시간()
③ 1주일에 5~7시간() ④ 1주일에 7시간 ()

4. 컴퓨터를 이용한 학습이 본인의 학습에 효과가 있는가?

- ① 매우 효과가 있다.() ② 약간 효과가 있다.()
③ 그저 그렇다.() ④ 효과가 없다.()

[시스템 이용 후]

번호	설문 내용	매우 그렇다	대체로 그렇다	보통	별로 그렇지 않다	전혀 그렇지 않다
1	자신이 단원, 난이도 비율, 문제 수를 선택하는 것이 자신에 맞는 문제를 구성하는데 도움을 준다.					
2	난이도별 출제 문제 수에 따라 시험 시간이 달리 측정되는 것은 평가에 대한 신뢰도가 높다.					
3	'풀이보기' 기능이 자신의 학습과 이해에 도움을 준다.					
4	○·× 채점결과를 통하여 틀린 문항을 쉽게 확인할 수 있다.					
5	그래프를 통하여 자신의 성취도를 쉽게 알 수 있다.					
6	정답률에 따라 난이도를 재조정하는 것은 문제에 신뢰를 준다.					
7	이 시스템을 통하여 자신이 부족한 영역을 알 수 있었다.					
8	이 시스템은 자신의 학습방향을 설정하는데 도움을 주었다.					
9	한번이상 평가한 단원에서 이루어지는 '자동 재출제' 기능을 통하여 그 단원에서의 영역별 학업능력을 향상시킬 수 있었다.					
10	앞으로 이 시스템을 계속 이용하겠다.					

◆ 설문에 응해주셔서 감사합니다 ◆

감사의 글

한참 혼란스럽고 방황하던 대학 졸업 무렵, 특별한 뜻 없이 들어왔었던 대학원이었습니다. 하지만 이 곳에서의 2년 반은 제게 있어 정말 많은 것을 배우고 깨닫는 값진 시간들이었습니다. 막연하기만 했던 꿈을 현실로 만들 수 있다는 자신감과 나 자신을 발견하게 되었습니다. 석사과정을 마무리하고 새로운 시작을 준비하면서 도움을 주신 많은 분들께 지면으로나마 감사의 마음을 전하고 싶습니다.

먼저 부족한 제자에게 격려와 조언을 아끼지 않으셨던 정순호 지도교수님께 깊은 감사를 드립니다. 또한 바쁘신 중에도 부족한 논문을 심사하여 주신 이경현 교수님, 여정모 교수님께 감사드립니다. 그리고 많은 가르침을 주셨던 윤성대 교수님, 박승섭 교수님, 김영봉 교수님께도 감사드립니다.

열심히 하던 모습에 배울것이 많았던 연구실 식구들 - 찬희선배, 성대선배, 미숙이, 승미, 범수균 선생님, 정명현 선생님, 김규봉 선생님, 배화식 선생님, 창준이, 태준이 - 모두에게 감사드립니다.

같이 입학해서 많은 시간을 함께 보냈던 지연이, 미숙언니, 은옥언니 등 교육대학원 선생님들, 항상 좋은 본보기가 되어주는 후숙언니, 정숙언니, 미순언니, 찬숙언니, 97학번 동기들, 영원히 변함없는 우정 민정이, 윤경이, 현숙이에게도 고마움을 전합니다.

끝으로 제게 가장 힘이 되는 사랑하는 가족들에게도 고마움을 전하고 싶습니다. 더욱더 노력하는 모습 보여드리겠습니다.

언제나 마무리가 있으면, 새로운 시작이 있기 마련입니다. 항상 지켜봐주시고 격려해주신 모든 분들의 기대에 어긋나지 않도록 열심히 하도록 하겠습니다. 감사합니다.

2004. 8월... 李炫周 올림