

이 재 원 교수지도  
석사학위청구논문

사용자 선호도를 반영한  
문제 출제 관리 시스템

2007

성신여자대학교 교육대학원  
교육학과 전자계산교육전공  
김 에스더

# 사용자 선호도를 반영한 문제 출제 관리 시스템

이 재 원 교수지도

이 논문을 석사학위논문으로 제출함

2006년 11월

성신여자대학교 교육대학원  
교육학과 전자계산교육전공  
김 에스더

# 인 준 서

김에스더의 석사학위 논문으로 인준함.

심사위원 (인)

심사위원 (인)

심사위원 (인)

성신여자대학교 교육대학원

## 감사의 글

대학원이라는 또 다른 도전의 문을 두드리며 긴장했던 때가 엇그제 같습니다. 많은 망설임 끝에 내린 결정이었지만 이렇게 졸업을 앞두고 보니 지난 시간이 머리 속을 스쳐 지나가며 부족한 저에게 도움을 주신 분들의 얼굴이 떠오릅니다.

그동안 가르침을 주신 여러 교수님들과, 특히 부족한 저의 논문을 끝까지 지도해주신 이재원 교수님께 진심으로 감사드립니다. 또한 논문이 완성되기 까지 세세한 부분까지 신경 써주시며 많은 조언을 해주신 홍의석 교수님, 서동수 교수님과 어려울 때 힘이 되어준 김현주 원우에게 깊은 감사의 마음을 전합니다.

무엇보다 제가 이렇게 졸업을 할 수 있었던 것은 가족들의 전폭적인 지지와 도움이 있었기 때문입니다. 수업이나 시험 준비 등으로 인해 많은 시간을 가족들에게 할애하지 못했음에도 묵묵히 믿어주고 지원해준 가족들, 특히나 엄마가 졸업하게 되어 너무나도 좋다는 우리 아이들에게 감사의 마음을 전하고자 합니다.

# 논문 개요

본 연구에서는 교수자의 선호도를 기반으로 한 문제은행 구축을 시도하였다. 일반적으로 사용하고 있는 문제은행에서 가지고 있는 난이도의 비현실성 문제를 현실화하기 위하여 지수평균공식을 이용한 피드백 개념을 도입하여 적용하였다.

피드백 개념이란 교수자가 문항의 입력 시에 지정한 사전 난이도와 시험을 치른 후의 사후 난이도와의 차이를 줄이기 위해 조정하는 것을 의미한다. 이렇게 함으로써 교수자는 원하는 학습 수준의 결과를 보다 정확하게 얻게 되었다. 선호도라고 지칭한 것은 이런 피드백을 통한 난이도 지정이 곧 교수자의 선호도를 의미하기 때문이다. 또한 다양한 검색 조건을 제공함으로써 개별 문항의 중복이나 유사성의 오류를 미연에 방지하도록 하였다. 다양성 확보를 위해 객관식 문제 뿐만 아니라 주관식 문제도 포함하였다.

문제 출제 시 교수자의 편의성을 위해 단순한 조작 만으로 이뤄지도록 구성하였다. 또한 문제 출제로부터 중복의 오류를 피하기 위해 특정 년도를 제외할 수 있도록 하였으며 난이도 조정을 통해 문제의 수준을 지정하도록 하였다.

# 목 차

논문 개요	
제 1 장 서 론 .....	1
제 2 장 이론적 배경 .....	4
2.1 문제 은행 .....	4
2.2 문제은행의 운영 원리 .....	5
2.3 고전검사이론 .....	8
2.4 문항반응이론 .....	9
2.5 SJF 스케줄링 .....	11
2.6 피드백의 개념 .....	12
2.7 관련 연구 .....	13
2.8 문제 관리 시스템 운영 사이트 사례 .....	15
제 3 장 사용자 선호도의 반영 .....	18
3.1 난이도 .....	18
3.2 결과 난이도 .....	19
3.3 사후 난이도 .....	20
3.4 예상 반평균 .....	21
제 4 장 자동 문제출제 시스템 .....	23
4.1 시스템 개발 방향 .....	23
4.2 데이터베이스 설계 .....	26
제 5 장 시스템의 구현 .....	28
5.1 개발 환경 .....	28
5.2 처리 흐름도 .....	29
5.3 구현.....	30

제 6 장 제안 시스템 평가 .....38

제 7 장 결론 및 향후 과제 .....41

참고문헌

ABSTRACT(영문초록)

# 표 목 차

<표 3-1> 난이도별 예상 점수 .....	22
<표 4-1> 난이도 및 정답률 부여 방식 .....	25
<표 4-2> Exam_mst 테이블 .....	26
<표 4-3> Exam_sub 테이블 .....	26
<표 4-4> Exam_psnt 테이블 .....	27
<표 4-5> Exam_sbj 테이블 .....	27
<표 5-1> 소프트웨어 및 하드웨어 환경 .....	28
<표 6-1> 시스템 성능별 비교표 .....	38

# 그림 목차

[그림 2-1] 문항특성곡선 .....	10
[그림 2-2] 문제닷컴 화면 .....	16
[그림 2-3] 박사넷 화면 .....	16
[그림 2-4] E-Test 화면 .....	17
[그림 5-1] 데이터 흐름도 .....	29
[그림 5-2] 초기화면 .....	30
[그림 5-3] 문제관리 화면 .....	31
[그림 5-4] 출제 화면 .....	32
[그림 5-5] 난이도 조정 .....	33
[그림 5-6] 출제된 문제 관리 화면 .....	34
[그림 5-7] 출제된 문제 인쇄 화면 .....	34
[그림 5-8] 객관식 문제 등록 .....	35
[그림 5-9] 주관식 문제 등록 .....	36
[그림 5-10] 검색 화면 .....	37
[그림 5-11] 과목 관리 화면 .....	37

# 제1장 서론

정보화 시대를 바탕으로 다양한 콘텐츠들이 봇물처럼 쏟아지고 있으며 이런 환경은 빠른 변화를 바탕으로 하고 있다. 인터넷 망의 보급으로 세계 어느 나라보다도 정보 분야에서 첨단을 달리고 있는 우리나라의 경우에는 이런 변화를 교수 방법에 수용하려는 요구가 보다 높다고 할 수 있다. 이와 같은 시대적 요구를 반영하듯이 제7차 교육과정에서는 학습자의 적성과 능력에 따라 다양한 학습을 할 수 있도록 하기 위하여 “과목 선택권의 확대”, “정보화 세계화 교육의 강화”, “수준별 교육과정 편성 운영”을 교육과정의 개선 원칙으로 설정하였다. 또한 인프라 구축을 위하여 정부에서는 개별 학교에 e러닝을 위한 기반 시설의 구축을 위해 많은 예산을 확보하여 진행하고 있으며 아울러 콘텐츠 개발을 정보 및 민간 기업과 공조하여 제공하기 위한 노력을 기울이고 있다. 이런 일련의 노력으로 작년에는 사교육 축소를 위한 방안으로 EBS 수능 방송이 실시되었고 기대에 부응하는 결과를 얻기도 하였다.

김경아 외[11]의 연구에서 기술된 것처럼 대부분의 연구는 웹을 전제로 해서 수행되고 있지만 현실적으로 대부분의 학교교육에서 수행되는 평가는 지면을 이용하여 학생에게 제공되는 방식을 채택하고 있다는 점에 착안하여 본 연구를 수행하게 되었다.

이현주 외[12], 김은정[13]의 연구에서 채택하고 있는 표준정규분포방식은 정해진 규칙에 의해 무제가 출제되기 때문에 실질적으로 교수자가 학습자의 수준을 고려하여 문항의 비율과 난이도 조정에 제약이 있게 된다. 또한 이현주 외[12]의 연구에서 사용하고 있는 난이도의 단계도 상, 중, 하의 세 단계로 분류하여 보다 다양한 학습자의 수행능력 평가를 위해서는 한계가 있다. 정오답 여부에 따른 난이도 조정에 대한 보완을 위해 제시된 문

항반응이론은 검사총점에 의하여 문항이 분석되는 것이 아니라 문항은 문항 하나하나의 불변하는 고유한 속성을 가지고 있으므로 그 속성을 나타내는 문항특성곡선에 의하여 문항을 분석하는 이론이다[3]. 검사의 목적이나 필요에 따라 보다 효율적인 검사 전략을 구상할 수 있다는 것이 장점이다. 그러나 문항모수치를 분석하는 일은 중요한 과제이며, 문항모수치 분석은 타당성과 신뢰도가 검증된 문제들을 사전 지필 검사를 통해 모든 학습자의 모든 문항에 대한 응답결과를 가지고 문항 분석 프로그램에 적용하여 분석되는데 이러한 과정들이 매우 복잡하며, 일반 교사들이 과정을 이해하고 제작하기에는 어려움이 따른다[14].

본 연구에서는 지수 평균 공식을 이용하여 난이도를 재조정하는 C/S 기반의 문제 출제 관리 시스템을 제안한다. 보안에 대한 우려 및 시스템 운영비용에 대한 현실적인 요구를 감안하여 Web이 아닌 C/S 기반의 시스템을 선택하게 되었다. 여기서 제안하는 시스템은 현실적으로 수행되고 있는 학교교육에서의 활용성을 극대화하기 위해 학습자의 역할은 단지 교수자에게 해당 문제에 대한 수행 결과만을 제공하는 수준으로 제한하였다. 교수는 학습자 그룹의 예상 평균 점수에 따라 난이도를 분포하여 문제를 출제할 수 있도록 함으로써 교수가 원하는 학습 효과를 보다 효과적으로 수행하도록 하였다.

고전검사이론을 기본으로 하여 문항반응이론의 장점을 반영할 수 있는 방안을 모색하고자 하였다. 문항반응이론의 문항모수치를 분석하는 과정은 상당히 어려운 과정이므로 학교 교육의 현실성을 감안하여 단순한 고전검사이론을 기본으로 책정한 것이다. 아울러 문제 평가 시 정답과 오답이라는 이분법적인 준거에 따른 문제점과 피험자 집단에 따른 문항 난이도의 차이를 극복하기 위해 문항반응이론의 일부를 수용함으로써 변증법적인 알고리즘을 제시하였다. 다시 말하면 문항의 난이도를 평가하는 과정에서 부

분점수를 반영할 수 있도록 함으로써 정답과 오답만으로 처리되는 난이도의 문제를 해결하였으며 피험자 집단에 따른 난이도의 변동을 최소화하기 위하여 지수평균공식을 이용한 난이도 조정방식을 적용하였다.

본 논문의 구성은 2장에서는 문제 은행에 대한 이론적 배경과 본문을 이해하는 데 필요한 관련 배경 지식에 대해 살펴본다. 3장과 4장에서는 시스템에 대한 전체적인 순서도 및 개별적인 모듈들과 화면에 대하여 다룬다. 마지막으로 5장에서는 해당 시스템의 적용으로 인한 장점과 향후 보완해야 할 과제 등에 대하여 다루었다.

## 제2장 이론적 배경

### 2.1 문제은행

문제 은행(Item Bank)이란 용어는 Wood와 Skurnik(1969)의 연구 이후 사용되어 온 용어로서 “문장 저장함(Item Pool)”, “문항 모음(Item Collection)”, “문항 도서관(Item Library)”, “문항 파일(Item File)” 등으로 불리기도 한다[15].

그리고 문제은행의 본질적 기능은 ‘금융 중재자’로서의 은행의 개념에서 유추하여, ‘검사중개자’의 역할에 있는 것으로 볼 수 있다. 문제은행이 이러한 검사중개자로서의 기능을 수행하려면 “다양한 문항의 보유”, “풍부한 문항정보의 수집”, 문항정보의 효율적인 체계화 등의 조건을 필수적으로 구비해야 한다. 일단 문제은행을 구축한 후에는 지속적인 질 관리가 필요한데, 처음 수집된 문항 정보는 언제나 변화할 수 있으므로 문항정보의 정확성을 유지하는 것이 질 관리의 중요한 측면 중 하나이다. 또한 바람직한 문제은행의 구축과 운영에 대한 판단은 이들 조건에 근거하여 이뤄질 필요가 있다[4].

전통적으로 문제은행은 종이에 인쇄된 문항카드에 문항분석 결과를 기록하고 이를 문항 저장함에 체계적으로 보관하고 관리하는 방식으로 운영하였다. 그러나 카드를 이용한 문항의 작성과 관리에 시간과 노력이 많이 요구되어 교육현장에서 만족할만하게 사용되지 못하였다. 최근에는 컴퓨터와 통신기술의 발전으로 인해 컴퓨터나 웹을 이용한 문항작성이나 관리가 보다 편리해짐에 따라 컴퓨터화 된 문제은행이 평가기관이나 학교에서 널리

사용되고 있다[3].

현실적으로 대규모의 문제은행을 체계적으로 조직화한다는 것은 컴퓨터의 도움이 없이는 불가능하기 때문에, 현재의 문제은행은 전산화를 필수적인 요소로 포함하게 된다. 따라서 요즘의 문제은행은 이미 개발된 문항들을 단순히 저장해 두는 것이 아니라 컴퓨터 프로그래밍화하여 문항의 특성에 관련된 각종 정보들을 문항과 함께 체계적으로 저장·관리·활용하는 하나의 통합된 전산체제라고 할 수 있다. 즉 가능한 다수의 문항을 다양한 형태로 개발하여 문항 내용, 문항 형태, 문항 양호도 수준에 관한 정보를 포함하여 체계적으로 저장하고 필요에 따라 편리하게 활용할 수 있도록 컴퓨터 프로그래밍화하고, 한번 사용한 문항에 대하여서는 필요에 따라 수정·보완하는 과정을 거쳐 다시 문제은행에 저장하거나 삭제하는 식으로 운영할 수 있도록 하는 것이다.

## 2.2 문제은행의 운영 원리

문제은행의 고유한 기능인 문항과 검사에 대한 수요자와 공급자를 연결해주는 중개자의 역할이라는 맥락에서 문제은행은 현실적으로 데이터베이스화할 수밖에 없다. 문제은행의 본질적 가치를 실현하기 위해 데이터베이스화할 경우 필요한 운영의 원리는 다음과 같다[6].

### 2.2.1 다양한 문항의 보유

문제은행에 저장된 문항이 내용적으로나 통계적으로 양질의 것으로 가능한 많은 수의 문항을 보유해야 하는 것은 그 운영상의 기본 전제가 된다.

그러나 문항의 양호도는 교육과정의 변화, 피험자 집단의 변화, 검사의 목적 등 외적 변화에 따라 바뀔 수 있는 가변적 요소이다. 따라서 처음 문항을 수집했을 때뿐만 아니라 검사에 사용되고 다시 문제은행으로 돌아왔을 때 그 검사에서 나타난 정보에 따라 수시로 재검토될 필요가 있다.

이런 과정을 통해서 불량한 문항은 수정되거나 혹은 수정이 불가능하면 폐기하여 문제은행이 보유한 문항의 질을 통제해야 할 것이다. 또 다수의 문항을 무조건적으로 보유하는 것보다 다양한 형태의 문항을 적절량 이상으로 보유하는 것이 필수적으로 요구된다.

## 2.2.2 풍부한 문항 정보의 수집

다양한 문항 보유와 더불어 문제은행의 중요한 조건은 각 문항에 관한 정보가 많이 수집되어야 한다는 점이다. 같은 양의 문항을 보유하고 있는 문제은행이라도 각 문항의 정보가 얼마나 풍부하냐에 따라 검사 중개자로서 문제은행의 역할 수행에는 엄청난 차이가 나게 된다. 극단적인 예로 단 한가지의 문항 정보만을 갖고 있는 문제은행은 아무리 양질의 문항을 많이 보유하더라도 다양한 검사목적에 맞는 문항들을 변별해낼 근거가 부족하기 때문에 검사 수용자의 요구를 만족시키는 검사를 제작하기가 어렵다.

실제 검사는 어떤 관점에서 검사를 구분하느냐에 따라 그 종류가 매우 다양하다. 가령 검사실시의 목적에 따라 자격시험, 선발시험 등이 있을 것이고 교수학습 과정에의 이용형태에 따라 진단평가, 형성평가, 총괄평가로 나누기도 하고 그 규모에 따라 학습 수준의 검사, 학교 수준의 검사, 시·도 단위의 검사, 국가 수준의 검사 등이 있으며, 점수 해석의 기준에 따라 목적지향검사와 준거지향검사로 나누기도 한다. 문제은행으로부터 검사를 제작하고자 하는 사람은 검사를 실시하는 목적과 피험자 집단의 수준 및

규모에 따라 검사종류, 검사형태, 검사 길이, 평균 난이도, 난이도 범위 등의 다양한 근거를 기준으로 검사를 필요로 하게 된다. 이러한 수용자의 요구에 적합한 검사를 제작하려면 문제은행이 보유하고 있는 문항 중 어떤 문항이 검사에 맞는 문항인지를 변별하는 과정을 거치는데 이 때 문항 추출의 근거를 바로 각 문항이 가진 문항정보이고 이 문항정보가 다양하고 풍부할수록 보다 적절한 변별이 가능하다.

### 2.2.3 문항정보의 효율적인 체계화

다양한 양질의 문항을 수집해 풍부한 문항정보와 함께 문제은행에 저장해 놓아도 문항분류 체계가 효율적으로 이루어져 있지 않다면 문제은행은 검사 중개자로서의 역할을 제대로 수행할 수가 없다. 문항정보를 어떻게 효율적으로 분류해서 체계화시키느냐가 바로 다양한 검사제작을 위해서 문제은행을 얼마나 융통성 있게 이용할 수 있는가의 관건이 된다.

문항정보의 분류기준에 대해서는 Miller & Arter (1984)에 의해서도 그 중요성이 언급된 바 있는데, 일반적으로 문항을 주제별로 분류하는 방식과 문항을 설명하는 주요 낱말에 따라 분류하는 방식, 그리고 두 기준을 통합하여 분류하는 방식으로 나눌 수 있다. 문항들이 체계적으로 조직화된 문제은행의 가장 본질적인 기능이 다양한 검사목적에 적합한 문항을 얼마나 정확하고 원활하게 추출해내는 것이라면, 주제별 분류보다는 주요 낱말별 분류가 더 바람직한 기준이 된다. 대부분의 문항의 주제별로 분류하기에는 복잡적으로 구성되어 있고, 또한 가능하면 풍부한 문항정보를 저장하고 이를 문항추출의 기준으로 삼는 것이 문제은행의 의의를 살필 수 있으므로 문항을 주제별로만 분류하는 것은 수집해 놓은 많은 문항정보를 효율적으로 문항추출에 이용하지 못하는 결과를 낳는다. 주요 낱말별 분류는 또한

교육과정이 바뀌어서 주제의 구분을 다시 해야 할 때도 문항정보의 수정이 매우 용이하다는 장점을 지닌다. 물론 문항을 분류하는 주요 낱말이 많을 수록 문제은행 운영의 융통성이 확보될 것이다.

## 2.3 고전검사이론

고전검사이론은 19세기 말부터 전개되어 현재까지 사용되고 있는 이론으로서 문항분석 절차뿐만 아니라 검사 분석 등이 보다 간단한 모형이라 할 수 있다. 문항난이도, 문항변별도, 문항추측도, 신뢰도, 타당도 등의 용어들은 고전검사이론에서 연유하였다. 또한 피험자의 진점수를 알 수 없기 때문에 이론적으로 동일검사를 동일 피험자에게 무한히 반복 실시하여 얻은 점수들의 평균점수로 추정한다. 고전검사이론에 의한 문항난이도, 문항변별도, 문항추측도는 다음과 같다.

문항난이도(Item Difficulty)는 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로서, 총 피험자 중 답을 맞힌 피험자의 비율, 즉 확률이 된다. 영문을 그대로 문항 곤란도라고 표현하기도 하고, 일부 미국 학자들도 지수가 높을 수록 문항이 쉽다는 것을 의미하므로 Item Easiness로 표현하여야 한다고 주장하고 있다. 문항난이도는 총 응답자 중 몇 명의 피험자가 답을 맞혔는가를 비율로 표현한다. 어떤 문항에 100명이 응시하여 20명이 답을 맞혔다면 문항난이도는 .2로서 어려운 문항이고 다른 문항은 100명의 응답자 중 80명이 답을 맞혔다면 문항난이도는 .8로서 쉬운 문항으로 판정하게 된다.

문항변별도(Item Discrimination)란 문항이 능력에 따라 피험자를 변별하는 정도를 나타내는 지수를 말한다. 능력이 높은 피험자가 문항의 답을 맞히고 능력이 낮은 피험자가 문항의 답을 맞히지 못하였다면 이 문항은 기능을 제대로 하는 문항으로 분석된다. 즉, 어떤 문항에 답을 맞힌 피험자의

점수가 높고, 문항에 답이 틀린 피험자의 점수가 낮다면, 이 문항은 피험자를 변별하는 기능을 가진 문항이라 할 수 있다. 반대로 그 문항에 답을 맞힌 피험자의 점수는 낮고, 답이 틀린 피험자의 점수가 높다면, 이 문항은 검사에서 절대로 있어서는 안 될 문항으로 부적 변별력을 가진 문항이라 할 수 있다. 또한 어떤 문항은 답을 맞힌 피험자나, 답이 틀린 피험자 모두 같은 점수를 얻는다면, 이 문항은 변별력이 없는 즉 변별도 지수가 0인 문항이 될 것이다. 그러므로 문항의 변별도 지수는 문항 점수와 피험자의 총점의 상관계수에 의하여 추정된다.

## 2.4 문항반응이론

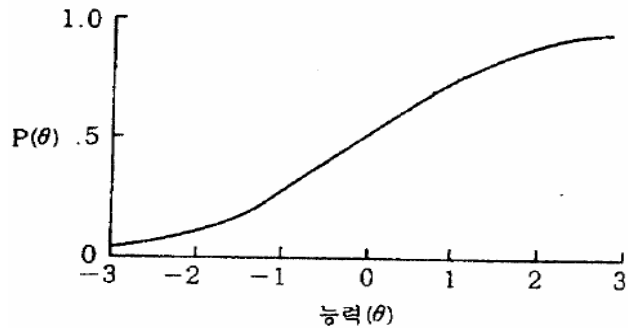
문항반응이론은 피험자의 능력수준과 반응과의 관계를 수학적으로 진술하는 데서부터 출발하며, 이러한 관계는 문항특성곡선으로 주어진다. (이종성, 1990)

문항반응이론의 강점은 불변성 개념으로 문항 특성 불변성과 피험자 능력 불변성 개념이 있다. 문항 특성 불변성 개념이란 문항의 특성으로서 문항난이도, 문항변별도, 문항추측도가 피험자 집단의 특성에 의하여 변화하지 않는다는 것이다. 고전 검사이론에 의하여 문항을 분석할 때 만약 그 문항이 높은 능력 집단에서 검사가 실시되었다면 그 문항은 쉬운 문항으로 분석되고, 능력이 낮은 집단에서 검사가 실시되었다면 어려운 문항으로 분석된다. 그러나 문항반응이론에 의하여 문항을 분석하면 문항특성은 피험자 집단의 특성에 따라 변하지 않는다. 피험자 능력 불변성 개념이란 피험자의 능력은 어떤 검사나 문항을 택함으로서 변하는 것이 아니라 고유한 능력 수준이 있다는 것이다. 즉 고전검사이론에 의하면 쉬운 검사를 택할 때 어떤 피험자의 점수는 높아지고, 어려운 검사를 택하면 능력이 낮게 추

정되는데 이는 모순이라는 주장이다.

문항특성곡선이란 문항의 고유한 속성을 나타내는 것으로, 피험자 능력에 따라 문항의 답을 맞힐 확률을 나타내는 곡선으로 [그림2-1]과 같다.

[그림2-1] 문항특성곡선



문항특성곡선은 일반적으로 S자 형태를 나타낸다. 인간의 능력은  $\theta$ 로 표기하고 능력수준은  $-\infty$  에서  $+\infty$ 에 위치한다. [그림2-1]에서 보는 것처럼 능력  $\theta$ 를 가진 사람이 문항의 답을 맞힐 확률을 나타내어 주고 능력이 높을수록 문항의 답을 맞힐 확률이 증가하나 선형적으로 증가하지 않음을 보여준다. 문항특성곡선은 문항이 어느 능력 수준에서 기능하는 가를 나타내는 위치 지수와 피험자를 능력에 따라 변별하는 변별지수가 있다.

등급반응모형은 다분문항반응모형 중에서 Samejima가 제안한 모형이다. Linkert 척도를 사용하여 응답이 정답과 오답으로 분류되지 않는 3 개 이상의 범주로 분류하는 이론을 다분문항반응모형이라고 한다. 인지적 영역에서는 정답과 오답 여부로 지식의 정도를 추정하나 엄밀히 말하면 지식의 정도는 연속변수로 간주하여야 한다. 그러므로 학습자의 점수를 정답과 오답 사이의 중간능력도 추정하는 것이 바람직하다고 할 수 있다.

## 2.5 SJF 스케줄링

SJF 스케줄링은 중앙처리장치 스케줄링 중의 하나이다. 이 알고리즘은 각 프로세스의 중앙처리장치 버스트 길이를 비교한다. 중앙처리장치가 이용 가능해지면, 가장 작은 중앙처리장치 버스트를 가진 프로세스에게 할당한다. 두 프로세스가 다음 순서로 동일한 중앙처리장치 버스트를 가진다면, 선입선출 스케줄링을 적용한다. 이러한 스케줄링은 프로세스의 전체 길이보다 다음 중앙처리장치 버스트의 길이를 조사하여 수행하기 때문에 보다 정확한 용어로 가장 짧게 남아 있는 다음의 중앙처리장치 버스트를 스케줄링하는 것이다. 대부분의 사람들과 교과서에서는 이런 유형의 스케줄링 정책을 SJF로 언급하기 때문에 여기서도 SJF라는 용어를 사용한다.

SJF 알고리즘은 주어진 프로세스들의 집합에서 최소의 평균 대기 시간을 가지므로 최적일 수 있다. 그러나 다음 중앙처리장치 버스트의 길이를 알 수 있는 방법이 없다. 다음 중앙처리장치 버스트의 길이를 알 수는 없으나 그 값을 예측할 수는 있다. 여기서는 다음 중앙처리장치 버스트가 앞의 버스트와 길이가 유사하다고 간주한다. 그러므로 다음 중앙처리장치 버스트 길이의 근사값을 계산해 최소로 예측되는 중앙처리장치 버스트를 가진 프로세스를 선택한다.

다음 중앙처리장치 버스트는 앞의 중앙처리장치 버스트 길이를 측정해 지수 평균한 것으로 예측한다.  $t_n$ 을  $n$ 번째 중앙처리장치 버스트의 길이라고 하고,  $T_{n+1}$ 은 다음 중앙처리장치 버스트에 대한 예측 값이라고 하자. 그러면  $0 \leq \alpha \leq 1$ 에 대해 다음을 정의한다.

$$T_{n+1} = \alpha t_n + (1-\alpha)T_n$$

이 공식은 지수 평균(exponential average)이라고 정의한다.  $t_n$ 의 값은 최신의 정보를 가지며  $T_n$ 은 과거의 정보를 기억한다. 매개변수는 최근의 값

과 예측했던 이전 값의 상대적인 가중값을 제어한다. 만약  $\alpha = 0$ 이라면,  $T_{n+1} = T_n$ 이며, 가장 최근의 값은 아무 영향이 없다(현행 조건들은 임시적인 것으로 간주된다). 만약  $\alpha = 1$ 이라면,  $T_{n+1} = t_n$ 이며, 단지 가장 최근의 중앙처리장치 버스트만 관계가 된다(과거의 기록들은 관계가 없는 것으로 간주된다). 일반적으로  $\alpha = 1/2$ 이라면 최근의 기록과 과거의 기록은 등가의 가중값이 적용된다[19].

## 2.6 피드백의 개념

피드백이란 평가와 재투입의 과정이며, 개방된 커뮤니케이션의 흐름이나 개방된 체계로 하여금 환경과 끊임없는 상호작용을 유지 발전시킬 수 있게 하는 필수적인 과정이다[7].

피드백은 어떤 반응에 관한 정보로서 다음 반응을 수정하기 위하여 사용되며 학습을 위한 필수적인 조건이다. 따라서 정확성은 그 피드백의 내용과 그것이 학습과제의 관련 방식에 의해서 결정된다.

Mayer, R. E는 피드백의 활용 여부는 흥미, 내부적 동기를 유발하는 데 중요한 요인이 된다고 하였다.

피드백은 교정, 적절성, 학습자의 행동에 관한 정확성에 관련하여 학습자에게 제공되는 정보이며, 이러한 정보는 세 가지의 구성 요소를 가지고 있다. 첫째 피드백은 학습자가 어떠한 행동의 유형을 나타낸 후 일어나며, 둘째 피드백은 학습자에 의해 관찰될 수 있으며, 셋째 피드백은 교수자가 학습자에게 그들의 학습결과에 대한 지식을 깨닫게 해 주는 것이다.

피드백의 강화적 기능은 조직적 학습이론에 기초한 효과의 범칙에 근거를 두고 있다. 피드백은 강화와 유사한 것이고 학생이 문항에 대한 정답

반응을 했을 때, 그 결과를 즉각적으로 알려줌으로써 학습자는 강화를 받게 되며, 이후의 검사에서도 그 문항에 대해 정답 반응을 할 가능성이 높다[8].

피드백의 교정적 기능은 조작적 심리학자들이 주장한 것처럼 정답 반응을 강화하는 것이 아니라 학습자가 오답을 교정할 수 있도록 오답을 알려주고 이에 대한 정보를 제공해 주는 기능이라 할 수 있다.

Ausubel, D.P 는 피드백이란, 학습수행에 관한 정보로서 적절한 의미와 연합을 확충시켜주며, 오답반응을 교정시켜 주고, 학습과제의 각 부분들을 완전히 숙달했는지의 여부를 알려주며, 더 나아가 피드백의 결과로서 학습 결과에 대한 학습자의 확신이 증진되며, 그 학습은 확고히 된다고 주장하고 있다[9].

많은 연구 결과들은 피드백의 강화적 기능을 지지하는데 실패하였으며, 오히려 초기의 오답 반응 이후에 정답 반응으로 바뀔 가능성을 증진시켜주는 교정적 기능을 하는 것으로 나타났다[10].

이와 같이 피드백은 학습자에게 필요한 정보를 제공함으로써 학습에 대한 동기를 부여하고 스스로 학습하는 방법을 익히며, 학습 목표를 충실히 달성하기 위해 매우 중요한 역할을 한다고 볼 수 있다.

## 2.7 관련 연구

백소영 외[3]의 연구에서는 문항반응이론에 기반하여 수준별 개별학습이 이뤄질 수 있는 문제은행 시스템을 제안하고 있다. 정오답 여부에 따른 난이도 배정을 비판하면서 테스트 - 본 학습 - 복습 이라는 세 단계에 문항 반응 이론을 적용할 것을 주장하였다. 그러나 세 단계에 걸쳐 이뤄져야

하며 학습자 개개인의 참여도가 신뢰도를 높이는 데 영향을 주게 됨으로 학교교육에서 교사가 운영하기에는 많은 어려움이 예상된다. 또한 전체 학습 과정에서 학습자 개개인의 자율적인 참여에 따른 학습 능력 향상을 꾀하고자 하였지만 실질적으로 교수자의 배제라는 치명적인 약점을 갖게 되었다.

김경아 외[11]의 연구에서는 정답률에 기초한 난이도 자동 재조정을 제시하고 있다. 5단계의 난이도에 대하여 총 응시자수 대비 정답자 수에 의한 정답률에 따라 난이도의 재조정을 가능하도록 한 것이다. 또한 교수자가 개별 문항을 보고 한 문제씩 선택하는 방식과 자동 난이도 출제 방식으로 예상 평균 점수와 출제 문제 수를 입력하면 시스템에 따라 난이도에 따라 문제를 출제하는 방식을 동시에 제공하고 있다. 하지만 학습자와 교수자라는 교육의 주체 외에 해당 시스템을 관리해야 하는 역할이 별도로 요구된다. 그러므로 교수자나 학교에서 운영하는 데 추가적인 비용의 부담이 발생할 수 있다.

이현주 외[12]의 연구에서는 두 가지에 주안점을 두고 있다. 하나는 원격 학습의 중요성이다. 원격 학습에 대한 효과를 세 가지로 영역으로 설명하고 있다. 첫째는 자율성 및 독립성 이론으로 학습자가 교육의 목표, 내용, 방법, 평가 등에 관하여 자발적으로 계획하고 결정하고 참여하는 것이 가능하다는 것이다. 둘째는 상호작용 이론으로 교사와 학생, 동료 집단 간의 대화를 전자우편이나 전자게시판 같은 기능을 이용하여 상호 대화체 형식으로 접근이다. 셋째는 산업성 이론으로 시간 및 공간과 경제성 등의 제약을 뛰어넘어 공동 참여, 대량 생산, 국제성 등을 통한 학습 기회의 다양화를 제공이다. 두 번째로 중점을 두고 있는 것은 정규분포이론에 기반을 둔 난이도 조정이다. 학습자의 수준을 정규분포이론의 최대 점에 맞추어 수준을 평가할 수 있도록 하였다. 그러나 난이도 단계를 상, 중, 하 3 단계로

구분하였으며 정규분포에 따라 난이도별 분포 기준도 고정되어 있어 보다 유연한 학습 수준의 적용이 어렵다는 단점이 있다.

김은정[13]의 연구에서는 두 가지 점에 중점을 두고 시스템을 제시하고 있다. 하나는 문제 은행 방식을 이용한 자동 문제 출제를 할 때 난이도뿐만 아니라 학습 범위 전체의 분포를 고려하여 문제를 출제한다는 것이다. 이는 기사시험이라는 특수한 경우를 전제로 하고 있기 때문에 이런 이론을 보편적으로 적용하기에는 한계가 있다. 두 번째는 난이도 재조정을 할 때 전체 시험 응시자수 대비 정답자수로서 계산되어지는 정답률뿐만 아니라 시험 응시자의 학습 능력을 함께 고려하여 문제의 난이도를 재조정하는 것이다. 시험 응시 집단의 평균 점수에 따라 난이도를 상대적으로 평가하여 반영하는 것이다. 하지만 집단 내의 개별적인 개인에 대한 수준 적용의 경우에는 왜곡된 정보로 난이도가 조정되어 자칫 시험에 대한 결과의 신뢰성이 훼손될 수 있다. 또한 전체 과정을 대상으로 문제가 출제되기 때문에 출제 범위 지정에 따른 단계별 학습은 지원하지 않고 있다.

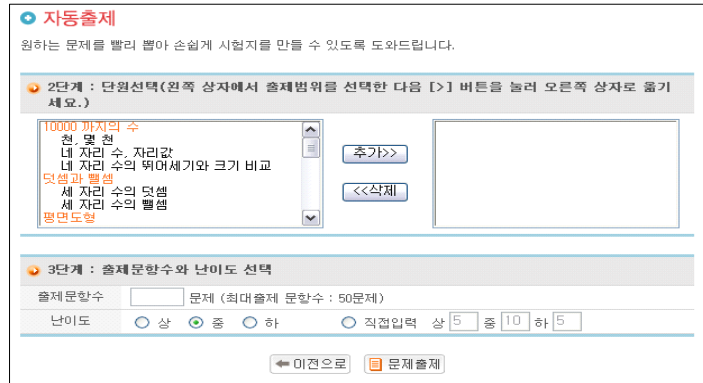
## 2.8 문제 관리 시스템 운영 사이트 사례

### 2.8.1 문제닷컴

이 사이트는 교과과정별로 다양한 문항을 세 가지 옵션에 의해 추출할 수 있도록 하고 있다. 교과와 과정 및 단원을 선택한 후 문항 수와 난이도에 따라 문제를 생성한 후 해당 문제를 다운로드하여 사용하는 방식으로 운영된다. 손쉽게 사용자가 원하는 과목에 대한 문제를 추출할 수 있다는 장점이 있는 반면에 문제의 난이도가 3단계 밖에 지원되지 않고 검색기준

이 다양하지 못하며 출제된 문제에 대한 관리가 게시판 형태로 이뤄진다는 단점이 있다[16].

[그림2-2] 문제닷컴 화면



## 2.8.2 박사넷

해당 사이트는 게시판 형태의 문제은행 사이트이다. 각 단원 별로 하나의 게시물이 존재하고 해당 게시물을 접근하여 첨부된 문제를 다운로드하여 사용하는 방식이다. 이러한 형태의 문제은행은 DBMS를 이용하지 않기 때문에 재활용성이 떨어진다고 볼 수 있다[17].

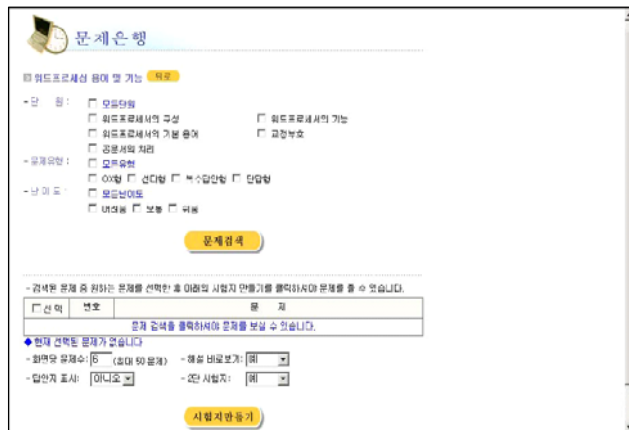
[그림2-3] 박사넷 화면

번호	제목	첨부	작성일	다운	조회
249	[중1생국] 1학기_7단원_고쳐쓰기_단원평가 01	[중1생국] 1학기_7단원_고(44KB)	05/29-14-10	11	9
248	[중1생국] 1학기_6단원_상황에 맞게 말하기_단원평가 01	[중1생국] 1학기_6단원_상(31KB)	05/29-14-09	6	4
247	[중1생국] 1학기_5단원_내용 선정하기_단원평가 02	[중1생국] 1학기_5단원_내(27KB)	05/29-14-09	11	2
246	[중1생국] 1학기_5단원_내용 선정하기_단원평가 01	[중1생국] 1학기_5단원_내(62KB)	05/29-14-09	10	1
245	[중1생국] 1학기_4단원_국어 생활의 반성_단원평가 02	[중1생국] 1학기_4단원_국(50KB)	05/29-14-09	13	4
244	[중1생국] 1학기_4단원_국어 생활의 반성_단원평가 01	[중1생국] 1학기_4단원_국(61KB)	05/29-14-08	21	5
243	[중1생국] 1학기_3단원_정보 수집하기_단원평가 02	[중1생국] 1학기_3단원_정(46KB)	05/29-14-08	7	
242	[중1생국] 1학기_3단원_정보 수집하기_단원평가 01	[중1생국] 1학기_3단원_정(61KB)	05/29-14-08	11	1
241	[중1생국] 1학기_2단원_말하기와 듣기_단원평가 02	[중1생국] 1학기_2단원_말(53KB)	05/29-14-08	2	
240	[중1생국] 1학기_2단원_말하기와 듣기_단원평가 01	[중1생국] 1학기_2단원_말(66KB)	05/29-14-07	1	1
239	[중1생국] 1학기_1단원_생각과 표현_단원평가 02	[중1생국] 1학기_1단원_생(63KB)	05/29-14-07	3	
238	[중1생국] 1학기_1단원_생각과 표현_단원평가 01	[중1생국] 1학기_1단원_생(35KB)	05/29-14-07	1	
237	[중1국어] 1학기_7단원_문학과 사회_단원평가 02	[중1국어] 1학기_7단원_문(95KB)	05/29-14-06	13	1
236	[중1국어] 1학기_7단원_문학과 사회_단원평가 01	[중1국어] 1학기_7단원_문(66KB)	05/29-14-06	13	
235	[중1국어] 1학기_6단원_언어의 세계_단원평가 02	[중1국어] 1학기_6단원_언(100KB)	05/29-14-06	14	4

### 2.8.3 E-Test

각종 컴퓨터 관련 자격시험 기출문제를 온라인으로 풀어 볼 수 있도록 한 사이트이다. 사용자 인터페이스가 뛰어나며 피드백을 훌륭하게 제공한다. DBMS에는 문제지 단위가 아니라 문제 단위로 저장되어 있다. 시간제한 기능이 있으며 옵션 설정을 통해 문제를 풀면서 바로 정답 확인과 해설을 제공하는 기능이 있다. 다양한 문제 유형을 지원하며 평가 목적보다는 사용자 학습 위주로 설계된 것이 특징이다[18].

[그림2-4] E-Test 화면



## 제3장 사용자 선호도의 반영

본 논문에서는 현실적으로 학교 교육현장에서 사용되기 적합한 시스템을 만들고자 연구하였다. 문항반응이론이 시대적인 조류이긴 하지만 현실적으로 학교교육에서 이뤄지기에는 교사들의 부담이 너무 크기 때문에 채택하지 않았다. 하지만 정답과 오답에 대한 이분법적인 사고에 따른 폐단을 막기 위하여 등급문항모형에서 제시하고 있는 이론을 기반으로 하여 부분점수를 할당하고 해당 부분 점수를 난이도 조정에 포함시키도록 하였다.

난이도 결정 및 조정 과정에서 기존의 연구에서 제시하는 5단계로는 문항의 고유한 난이도를 가지지 못하기 때문에 10단계로 확장하여 구축하였다. 또한 문항의 난이도에 대한 신뢰성의 확대를 위해 지수평균 공식을 적용하였다.

### 3.1 난이도

문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 지수로 사전 난이도, 결과 난이도, 사후 난이도로 나뉜다. 사전 난이도( $D_{pre}$ )는 문항의 어려운 정도를 초기에 정하는 지수로 문항을 신규로 입력할 때 교수자에 의해 정해진다. 결과 난이도( $D_{rst}$ )는 문항을 수험자 집단에 적용한 결과를 나타내는 지수이다. 사후 난이도는 검사 대상자에 의해 문항의 난이도가 급격히 변경되는 것을 방지하기 위해 사전 난이도와 결과 난이도를 모두 반영하여 구한다.

## 3.2 결과 난이도

결과 난이도( $D_{rst}$ )는 문항을 수험자 집단에 적용한 결과를 나타내는 지수이다. 부분점수 반영률( $A$ )은 문항에 대한 부분정답을 평가할 때 점수를 어느 정도 줄 것인가를 나타내는 지수로 교수자에 의해 결정된다. 결과 난이도 공식은 다음과 같다.

$$D_{rst} = (R/N + (P/N * A)) * 10$$

- R : 문항에 대한 정답을 한 수험자 수
- P : 문항에 대한 부분정답을 한 수험자 수
- N : 총 수험자 수
- A : 부분점수 반영률

결과 난이도는 정답율( $R/N$ )과 부분정답율( $P/N * A$ )을 더하여 얻어지는 값에 10을 곱한 값이다. 난이도 지수가 실수인 것보다는 정수인 것이 사용상 이해를 돕기 때문에 10을 곱해 주어 정수로 나타낸다. 예를 들면, 총 피험자 수( $N$ )가 10명이고, 문항에 대한 정답을 한 수험자 수( $R$ )가 5명, 문항에 대한 부분정답을 한 수험자 수( $P$ )가 2명이다. 그리고 부분점수 반영률( $A$ )을 0.5(결과 난이도 계산을 위해 임의로 0.5로 함)라고 할 때, 결과 난이도는 6이 된다. 구해지는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_{rst} &= (5/10 + (2/10 * 0.5)) * 10 \\ &= 6 \end{aligned}$$

### 3.3 사후 난이도

사후 난이도( $D_{\text{post}}$ )는 결과 난이도와 사전 난이도를 모두 고려하기 위해서 SJF(Shortest-Job-First) 스케줄링에서 사용되는 지수평균(exponential average)공식을 사용하였다. 사후 난이도를 구하는 공식은 다음과 같다.

$$D_{\text{post}} = \alpha D_{\text{rst}} + (1 - \alpha) D_{\text{pre}} \quad (0 \leq \alpha \leq 1)$$

- $D_{\text{pre}}$  : 사전 난이도
- $D_{\text{rst}}$  : 결과 난이도
- $D_{\text{post}}$  : 사후 난이도
- $\alpha$  : 매개변수

매개변수는 결과 난이도와 사전 난이도의 상대적인 가중 값을 제어한다. 만약  $\alpha = 0$ 이면,  $D_{\text{post}} = D_{\text{pre}}$ 이다. 사후 난이도는 사전 난이도만 반영하게 된다. 즉, 결과 난이도는 아무 영향이 없게 된다(수험자에게 문항을 적용한 결과는 관계가 없는 것으로 간주된다). 만약  $\alpha = 1$ 이면,  $D_{\text{post}} = D_{\text{rst}}$ 이다. 매개지수가 1일 경우에는 사후 난이도는 결과 난이도만 반영한 것이 된다. 만약  $\alpha = 0.5$ 이면,  $D_{\text{post}} = (0.5 \times D_{\text{rst}}) + (0.5 \times D_{\text{pre}})$ 이다. 매개지수가 0.5일 경우에는 사전 난이도와 결과 난이도의 평균값이 사후 난이도가 된다. 본 연구에서 제안하는 시스템에서는 매개변수( $\alpha$ ) 값을 교수자가 정하도록 하였다. 난이도는 낮을수록 어려운 정도가 높음을 의미한다[1][4].

예를 들어, 사전 난이도가 4이고 결과 난이도는 6이다. 그리고 매개지수

$\alpha$ 는 0.5로 가장할 때 사후 난이도를 구하는 식은 다음과 같다.

$$\begin{aligned} D_{\text{post}} &= (0.5 \times 6) + ((1 - 0.5) \times 4) \quad (\alpha = 0.5) \\ &= 5 \end{aligned}$$

사전 난이도가 4, 결과 난이도가 6, 매개지수가 0.5일 때 사후 난이도는 5가 된다.

### 3.4 예상 반평균

사용자의 선택에 의해 출제된 문제에 대한 평균 점수의 가상치는 다음과 같은 공식에 의해 구해진다.

$$V = \Sigma(A_n * C_n) / T$$

- V : 출제 후 예상되는 수험자의 평균 점수
- A : 난이도에 따른 수험자의 예상 점수
- n : 난이도 등급 (  $1 \leq n \leq 10$  )
- C : 교수자가 출제하려는 해당 난이도 문항의 수
- T : 전체 출제 문항 수

다음 <표 3-1>에서는 난이도별 수험자의 예상 점수를 보여주고 있다.

<표 3-1> 난이도별 예상 점수

난이도	예상 점수	난이도	예상 점수
1	10	6	60
2	20	7	70
3	30	8	80
4	40	9	90
5	50	10	100

예를 들어, 난이도 3인 2개 문항, 난이도 4인 2개 문항, 난이도 5인 2개 문항, 난이도 6인 2개 문항, 난이도 7인 2개 문항 이렇게 10개 문항이 출제 되었다고 하자. 이 때 예상 반평균은 50이다.

$$V = ((30 \times 2) + (40 \times 2) + (50 \times 2) + (60 \times 2) + (70 \times 2)) / 10 = 50$$

# 제4장 사용자 선호도를 반영한 문제 출제 관리 시스템 설계

## 4.1 시스템 개발 방향

기존에 사용하던 지필 검사 방식으로는 교수자와 학습자, 학부모라는 교육의 3 주체를 모두 만족시키기가 어렵다는 것이 이 시스템 개발의 동기이다. 또한 인터넷을 통한 개발에 있어 보안에 대한 것도 고려하지 않을 수 없다. 다음에서는 이런 기본적인 목표 외에 본 시스템에서 고려되어진 것은 무엇인 지 살펴보도록 한다.

### 4.1.1 편리한 문제제작 환경

앞에서 언급한 것처럼 교수자의 작업 환경이 교과과정을 소화하기에는 시간적으로 많이 부족함을 호소하고 있는 실정이다. 더욱이 내신에 대한 입시 반영 비율이 높아지면서 시험 출제에 대한 중압감은 어느 때보다도 높아져 있는 시기이다.

이런 고려 사항을 만족시키기 위해 교수자는 컴퓨터에 대한 전반적인 지식의 유무 없이 단순히 버튼을 조작하는 것만으로 자신이 원하는 문제를 추출해 낼 수 있도록 디자인되어야 한다. 아울러 하나의 화면에서 교수자가 원하는 문제지의 출력까지 모두 처리할 수 있도록 하여야 한다. 그러기 위해서는 객관식뿐만 아니라 주관식 문제의 등록 및 출제도 가능하도록 하며, 각 과목과 단원별로 문제를 등록할 수 있도록 구성한다. 각 문제별로

해설 부분을 입력하여 문제의 힌트나 피드백 학습에 사용되게끔 한다.

#### 4.1.2 지수평균을 이용한 난이도 재조정

문제 은행의 주요한 성공 요인 중의 하나는 문항의 질을 꾸준히 관리하는 것이다. 그러므로 출제자의 주관에 따라 지정된 난이도가 수정되지 않고 유지하는 것은 난이도에 대한 신뢰성의 문제를 야기한다.

검사 대상자에 따라 난이도가 변경되는 문제를 개선하기 위해 지수평균 공식을 사용하였다. 또한 정답과 오답에 대한 이분법적인 사고에 따른 폐단을 막기 위해 부분점수를 할당하였다. 결과 난이도 산출 시에 부분 정답자를 반영하였다.

본 시스템에서 난이도를 부여하는 방식은 다음과 같다. 총 단계는 10단계로 세분화하였다. 보통 다른 시스템들이 적용하는 3 ~ 5 단계를 넘어 보다 세분화하여 적용할 수 있도록 한 것이 본 시스템의 특징이라고 볼 수 있다. 이는 3 ~ 5 단계는 편차의 범위가 넓어 문항에 대한 신뢰도의 오차가 커지는 단점을 극복하기 위한 대안이라고 할 수 있다.

정답률은 총 응시자에 따른 정답자 수의 비율을 나타내며, 시험을 친 후에는 정답자 수에 따라 정답률이 재조정되며, 이에 따라 난이도 또한 재조정되도록 한다. 결국 시험 횟수가 증가하게 되면 정답률과 난이도에 대한 신뢰도가 높아지게 되며, 이러한 방식을 통하여 잘못된 문제의 판별도 가능하게 된다.

다음 표에서는 각 난이도에 따른 정답률의 범위를 표시하고 있다.

<표 4-1> 난이도 및 정답률 부여 방식

난이도	정답률	난이도	정답률
1	1 ~ 10	6	51 ~ 60
2	11 ~ 20	7	61 ~ 70
3	21 ~ 30	8	71 ~ 80
4	31 ~ 40	9	81 ~ 90
5	41 ~ 50	10	91 ~ 100

#### 4.1.3 문제 출제 경향의 관리

문제 은행으로부터 문제 출제를 하는 경우에 고려되어야 하는 것은 기존 출제 패턴 및 문항의 제외를 통한 문항의 독립성 확보이다. 즉, 작년에 출제된 정보에 대한 이력관리를 통해 올해 동일한 과목에 대하여 출제하는 경우 중복되는 문제 출제를 통해 수험자의 학습능력에 대한 변별력을 저하시키는 요인을 제거해야 한다는 것이다.

기준에 가지고 있는 시스템은 사용자의 요구를 반영하지 않고 랜덤 공식에 의해 추출해지고 있다. 이것은 교수자가 가지는 예외 상황을 무시한 것이며 이로 인해 시험을 통한 학습 능력의 변별력 확보는 힘들어지기도 하게 된다.

본 시스템에서 문제 출제 시 제외 년도를 교수자가 입력하도록 하였으며 문항 선출 시 우선순위를 년도에 기반한 것이 아니라 출제된 경험에 기반하였다. 이를 위해 문항이 선출되어 출제될 때 마다 이력을 가지고 해당 건수를 관리하였다.

## 4.2 데이터베이스 설계

### 4.2.1 문제 관리 마스터 테이블

전체 문제를 관리해 주는 마스터 테이블이다. 문제는 최대 200자까지 저장할 수 있다. 문제가 출제되는 최근 출제 연월(Recent\_yymm)정보가 수정된다.

<표 4-2> Exam\_mst 테이블

필드 이름	데이터 형식	길이	Null	설명
Exam_num	Alpha	5	N	문제 번호(PK)
Exam_unit	Alpha	1	N	단원
Exam_desc	Alpha	200	Y	문제 내용
Exam_degree	Alpha	1	Y	난이도
Recent_yymm	Alpha	6	Y	최근 출제 연월
Ist_date	Alpha	10	N	입력 일자
Upt_date	Alpha	10	N	수정 일자

### 4.2.2 객관식 보기 관리 테이블

객관식의 보기 정보만 저장되는 테이블이다.

<표 4-3> Exam\_sub 테이블

필드 이름	데이터 형식	길이	Null	설명
Exam_num	Alpha	5	N	문제 번호(PK)
Exam_order	Alpha	1	N	보기 순서(PK)
Exam_order_desc	Alpha	100	Y	보기 내용
Ist_date	Alpha	10	Y	입력 일자
Upt_date	Alpha	10	N	수정 일자

### 4.2.3 출제 문제 관리 테이블

출제된 문제를 관리해 주는 테이블이다. 해당 문제 번호와 출제 연월을 관리한다.

<표 4-4> Exam\_psnt 테이블

필드 이름	데이터 형식	길이	Null	설명
Exam_num	Alpha	5	N	문제 번호(PK)
Recent_yymm	Alpha	6	N	출제 연월(PK)
Ist_date	Alpha	10	N	입력 일자
Upt_date	Alpha	10	N	수정 일자

### 4.2.4 과목명 관리 테이블

교수자가 가르치는 과목정보를 관리한다.

[표 4-5] Exam\_sbj 테이블

필드 이름	데이터 형식	길이	Null	설명
Sbj_code	Alpha	2	N	과목 코드(PK)
Sbj_name	Alpha	40	Y	과목 내용
Ist_date	Alpha	10	N	입력 일자
Upt_date	Alpha	10	N	수정 일자

# 제5장 사용자 선호도를 반영한 문제 출제 관리 시스템 구현

## 5.1 개발 환경

기존 시스템이 웹 기반으로 이뤄지긴 하나 별도의 서버를 요구하게 되고 이것은 서버관리라는 별도의 작업을 수반한다는 가정 하에 교수자가 사용하는 일반적인 PC 상에서 수행될 수 있도록 본 시스템을 개발하였다.

개발 툴은 향후 웹 환경으로의 마이그레이션을 고려하여 웹 환경으로의 전환이 용이한 객체지향형 개발 툴을 선택하였다. 또한 DB는 운영의 편의성을 고려할 때 범용적으로 사용되는 DB보다는 개발 툴에서 제공하는 DB의 사용이 보다 효과적이라고 판단하였다.

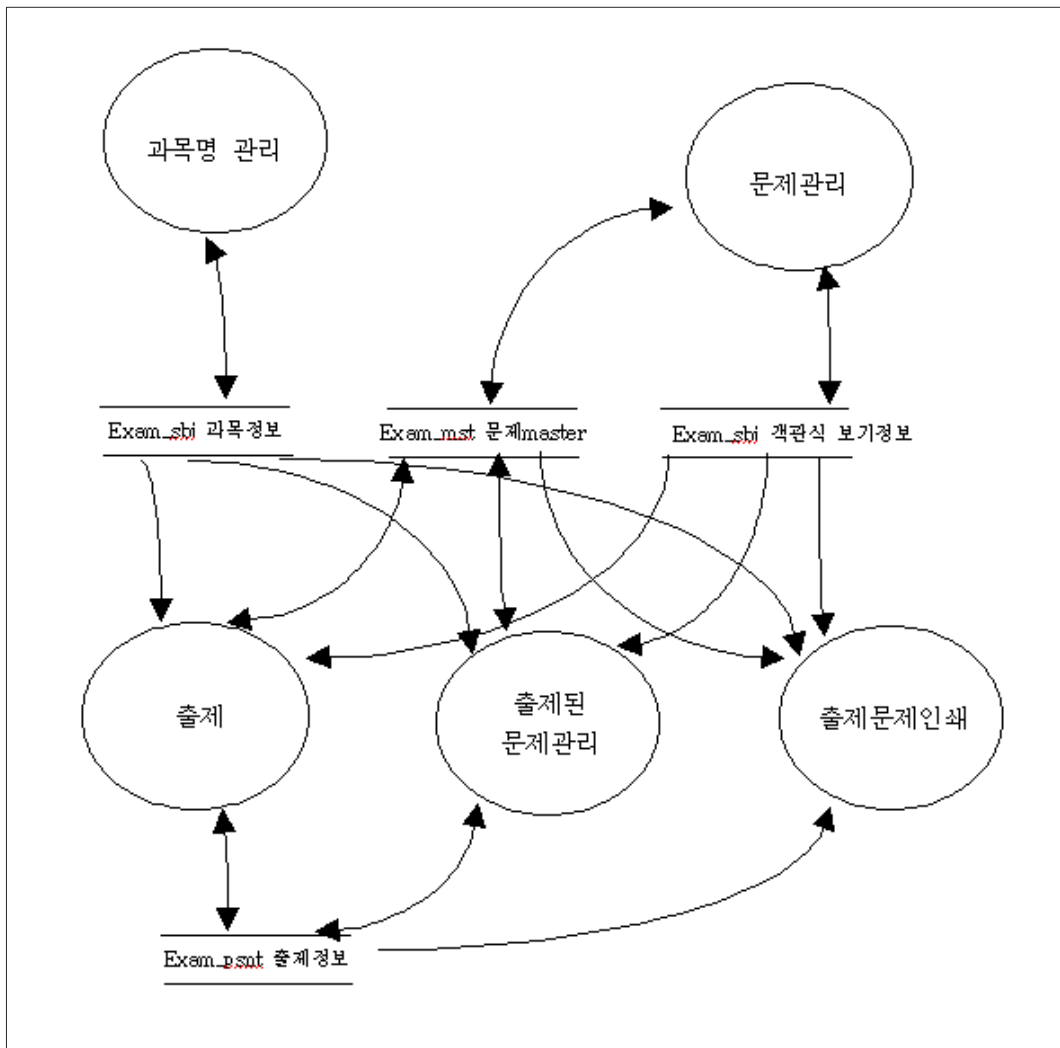
<표 5-1> 소프트웨어 및 하드웨어 환경

구분		사양
S/W	개발툴	Delphi
	운영체제	Windows XP
	DB	Paradox
H/W	PC	CPU: Pentium 4 HT
		RAM: 512M
		HDD: 20Giga

## 5.2 처리 흐름도

데이터 흐름도는 데이터가 입력에서 출력으로 이동할 때 변환과 정보흐름을 묘사하는 그래픽 기법이다. 데이터 흐름도는 정보흐름 모델링뿐만 아니라 기능 모델링에 관한 메커니즘도 제공해준다[5]. 본 시스템의 데이터 흐름도를 표현한 것이 [그림 5.1] 과 같다.

[그림 5-1] 데이터 흐름도

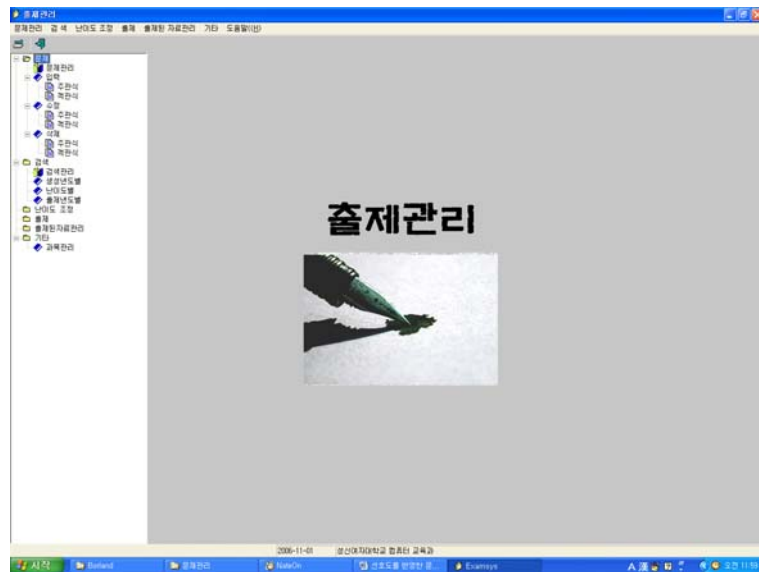


## 5.3 구현

### 5.3.1 메인 화면

본 시스템의 초기화면으로서 통합관리, 검색, 난이도 조정, 출제, 출제문제관리, 기타, 도움말과 같은 메뉴가 존재한다. 아울러 사용자의 편의성을 위해서 좌측에 Tree 구조의 Navigator View가 존재한다.

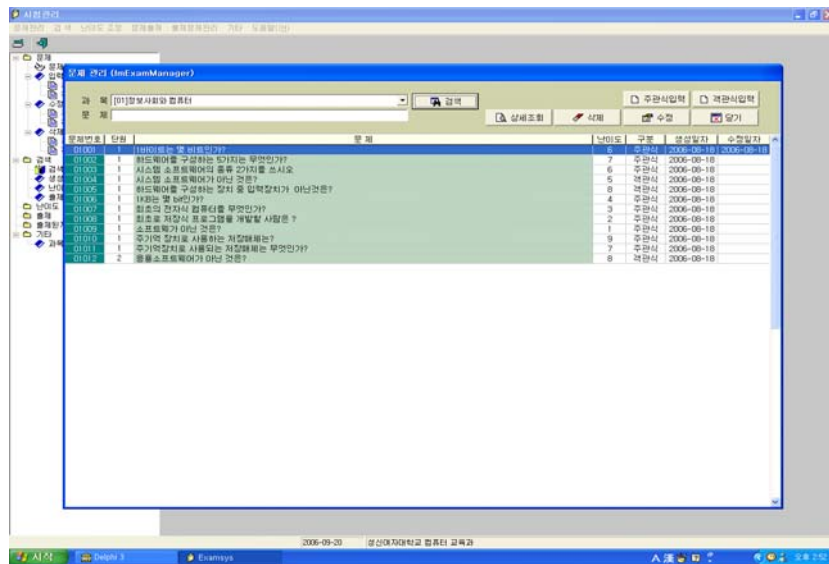
[그림 5-2] 초기화면



### 5.3.2 문제 관리

시험 문제에 대한 주요 Action을 하나의 화면에서 처리할 수 있도록 고안된 화면이다. 먼저 과목별로 조회된 문항들에 대하여 상세조회, 삭제, 수정 등이 가능하고 주관식 입력, 객관식 입력 버튼을 클릭하면 신규 등록화면으로 Link 하여 문항을 새로 입력할 수 있도록 하였다. 조회된 문항을 두 번 클릭함으로써 상세조회가 가능하다. 또한 문제 난이도에 특정 단어만 입력하여 유사한 문항을 조회할 수 있도록 하였다.

[그림 5-3] 문제관리 화면

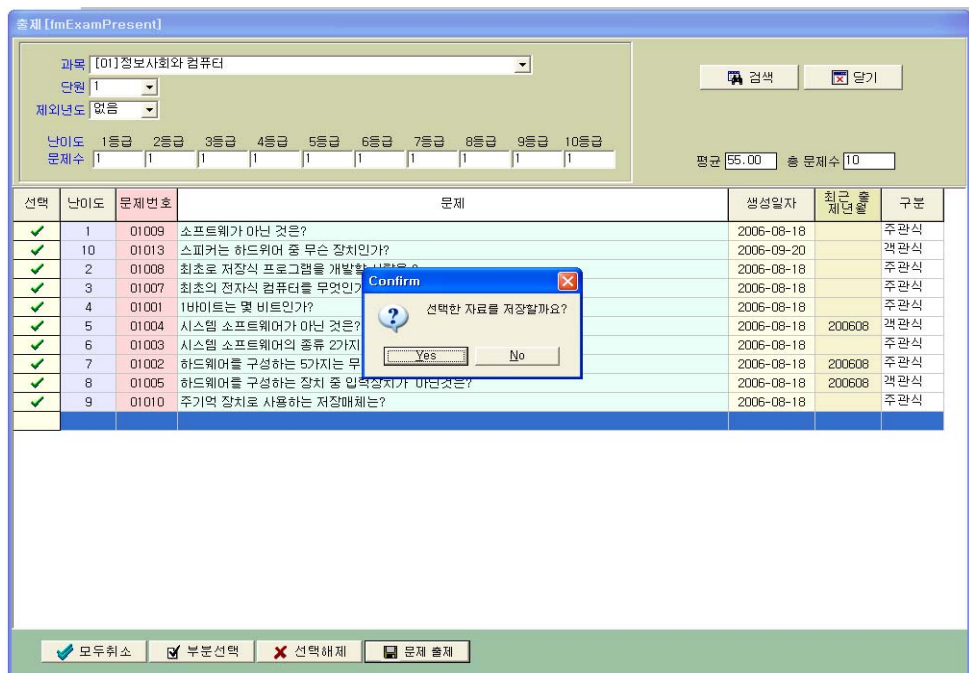


### 5.3.3 출제

문제를 자동적으로 출제할 수 있도록 하는 화면이다. 과목은 출제하고자 하는 과목 선택에 사용된다. 단원은 보통 교과에 나타난 범위 구분을 따른다. 단원은 출제할 학습범위를 선택하는 데에 사용된다. 제외년도에는 문제

추출의 기준에 있어서 특정 년도까지 출제되었던 문항을 제외하고자 하는 경우에 사용된다. 문제 수는 각 난이도에 출제하고자 하는 문항수를 입력하는 데 사용된다. 특정 난이도에 해당하는 문제 수만큼 문제들이 조회된다. 예를 들어, 난이도 2에 문제 수에 3을 입력했다면, 난이도가 2인 문제가 3개 조회된다. 만약, 난이도 2에 해당하는 문제가 1개밖에 없다면 1개의 문항이 조회되고 문항수도 1로 바뀐다. 조건을 선택한 후에 검색버튼을 클릭하면 추출된 자료가 조회되고 예상 반평균이 나타난다. 이 때 교수자는 조회된 문항 중에 출제하고자 하는 문항들을 선택하고 문제출제 버튼을 클릭하면 출제처리가 된다. 예상 반평균을 통해서 출제 문제의 수준을 알 수 있다. 예상 반평균이 높으면, 출제 수준이 낮은 것이고 예상 반평균이 낮으면, 출제 수준이 높은 것이다. 원하는 예상 반평균이 나올 때까지 문항 선택을 수정한다.

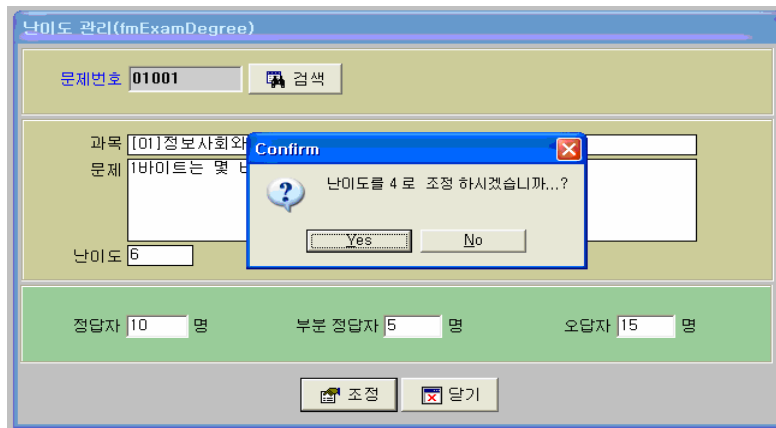
[그림 5-4] 출제 화면



### 5.3.4 난이도 조정

지수평균공식을 이용한 난이도 조정 화면이다. 결과 난이도를 정하기 위해 수험자에게 적용한 결과(정답자수, 부분 정답자수, 오답자수)를 입력한다. 정해진 결과 난이도와 사전 난이도를 반영하여 사후 난이도를 결정하게 된다.

[그림 5-5] 난이도 조정

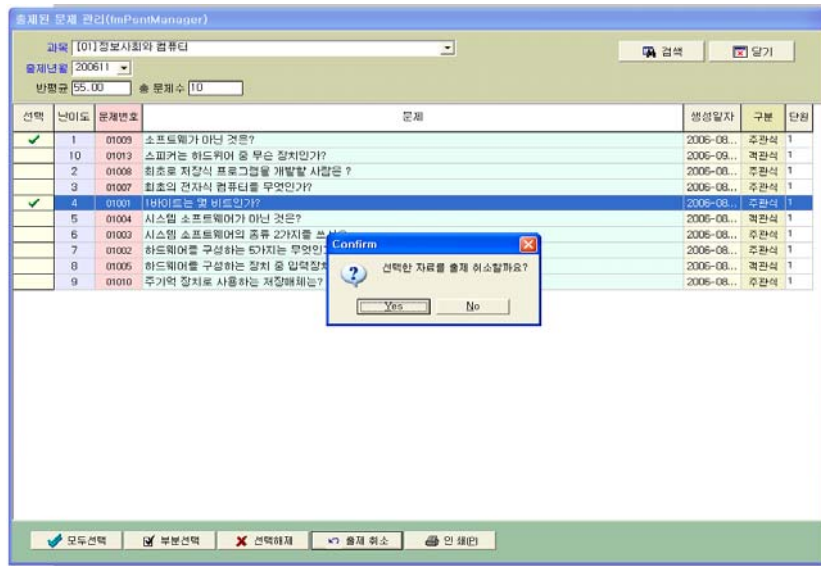


### 5.3.5 출제된 문제 관리

출제된 자료를 관리하는 화면으로 출제처리 된 문항을 다시 취소하거나 출제된 내역을 조회하고 인쇄할 수 있다. 과목과 출제연월을 선택하고 검색 버튼을 클릭하면 원하는 자료가 조회된다. 조회된 자료를 전부 출제 취소를 하고자 하면 모두 선택 버튼을 클릭하여 전부를 선택하고 출제 취소 버튼을 클릭하면 된다. 조회된 자료 중 일부를 출제 취소하고자 하면 해당 자료를 선택하고 부분 선택 버튼을 클릭하여 일부를 선택하고 출제 취소

버튼을 클릭한다. 최종 검토가 끝난 문항들을 시험지에 인쇄하고자 할 때는 인쇄 버튼을 클릭한다.(그림 5-7 참조)

[그림 5-6] 출제된 문제 관리 화면



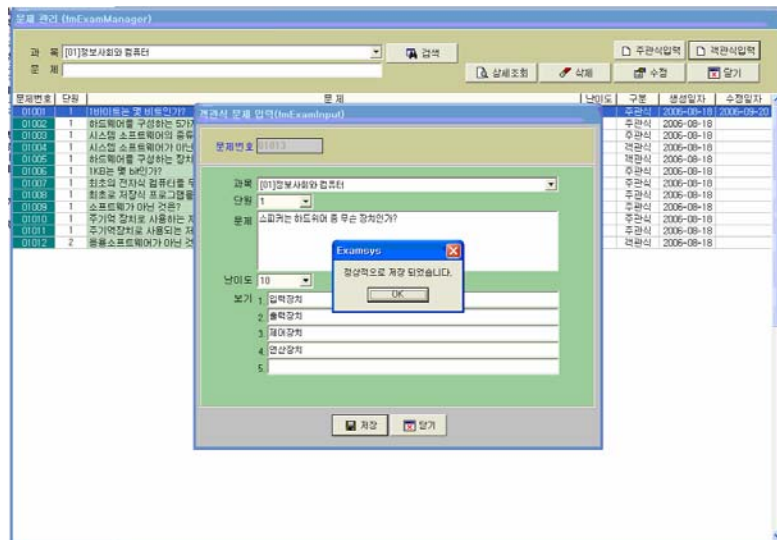
[그림 5-7] 출제된 문제 인쇄 화면



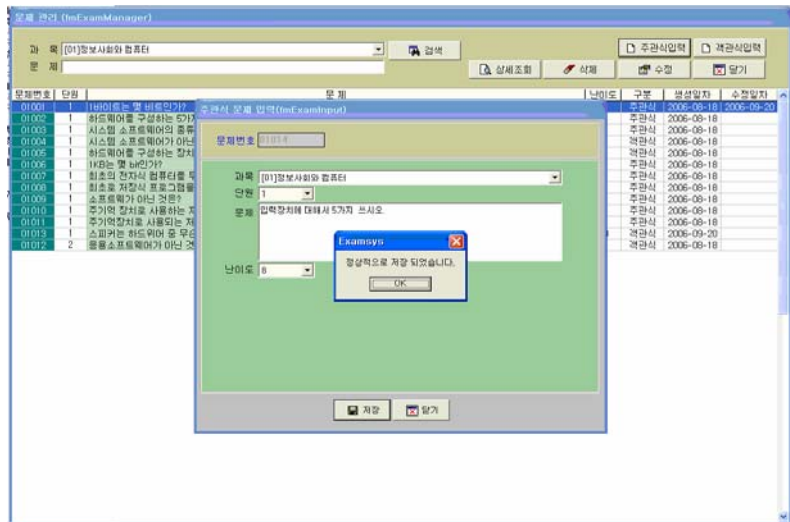
### 5.3.6 문제 등록

과목과 해당 단원을 선택하고 문제를 입력한다. 그리고 난이도를 지정한다. 여기서 입력되는 난이도는 사전난이도가 되며 교수자의 판단에 근거하여 결정되어 진다. 문제는 객관식과 주관식으로 구분하여 각 입력화면에 입력한다. 객관식의 경우에는 보기가 최대 5개까지 입력 가능하다. 문제번호는 시스템에 의해 자동적으로 부여되어 관리된다. 아래 그림은 객관식 문제등록 화면과 주관식 문제등록 화면이다.

[그림 5-8] 객관식 문제 등록



[그림 5-9] 주관식 문제 등록



### 5.3.7 다양한 검색 관리를 통한 효율적인 문항 관리

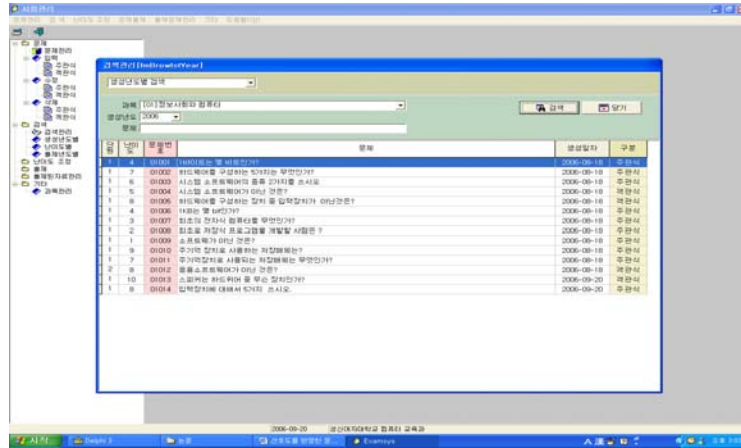
문제 은행에 저장된 방대한 자료를 관리하기 위해서는 사용자가 원하는 방식의 검색 엔진이 필수적이라고 할 수 있다. 다양한 검색 조건을 통해 교수자는 출제 및 새로이 문항을 입력하기 전에 현재 문제은행에 저장되어 있는 정보에 대한 인식을 함으로써 중복이나 유사 문제의 개연성을 미연에 예방하게 된다. 이것은 문제은행에 저장된 문항에 대한 품질의 관리 측면에서도 중요성을 가지게 된다. 단순히 사후 난이도 조정 등의 피드백을 통한 문항의 질 관리뿐만 아니라 개별 문항의 독립성을 유지시키고 유사성을 제거함으로써 교수자가 입력 당시 지정한 난이도의 현실성을 확보하게 된다.

예를 들면 교수자의 문제에 대한 중복이나 유사성이 존재하는 문제은행을 통해 출제를 하게 되면 학습자에게 본의 아니게 정답의 노출을 주는 현

상이 발생하여 정확한 학습 수준 파악이 안 되게 된다.

저장된 문제를 생성 년도, 난이도, 출제 년도 별로 검색할 수 있다. 아래 그림은 검색관리 화면이다.

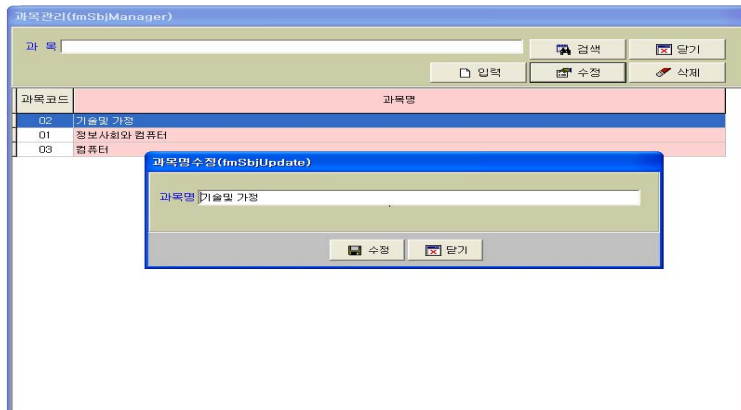
[그림 5-10] 검색 화면



### 5.3.8 과목관리

교수자가 가르치는 과목을 입력하는 화면이다.

[그림 5-11] 과목 관리 화면



## 제6장 제안 시스템 평가

제안한 시스템은 교수자가 학습자 그룹의 학습 수행 능력에 기초하여 문제를 출제하도록 구성되었다. 무작위 추출 방식이 아니라 난이도에 따른 조정을 통해 출제되며 교수자가 학습자 그룹에 대한 수행 평가 관리를 보다 효과적으로 하기 위하여 임의의 평균점수를 지정하고 평균 점수에 기반을 두어 문제를 추출할 수 있다. 이것은 학습자의 수준에 맞는 교육을 제공함으로써 학습 능력의 향상을 기대할 수 있다.

시스템의 성능을 검증하기 위하여 기존 연구에서 제시하고 있는 것과 기능별로 비교하면 <표 6-1> 과 같다.

<표 6-1> 시스템 성능 비교표

참고 문헌	문제 선택	학습범위 선택	난이도 조정	수준별 문항 관리	출제 수준 관리
백소영외 [3]	O	X	O	O	△
김경아 외[11]	O	X	O	O	O
이현주 외[12]	O	O	O	O	△
김은정 [13]	O	O	O	O	X
김소연 외[14]	O	X	O	O	X
본 논문	O	O	O	O	O

O: 기능 있음 △: 기능 미비 X: 기능 없음

본 논문의 5.3.4절에서 기술한 것과 같이 조건에 맞는 문항이 자동 선택

되어 조회되고 교수자가 출제될 문제를 최종 선택함으로써 문제선택이 가능하다. 백소영 외[3], 김경아 외[11], 이현주 외[12], 김은정[13], 김소연 외[14]에서는 학습범위 선택 기능이 없으나 본 논문에서는 5.3.3절에서 기술한 것과 같이 단원의 선택을 통해 학습범위 선택이 가능하다. 또한 5.3.4절에서 기술한 것과 같이 지수평균공식을 이용하여 사전난이도와 사후난이도를 모두 반영하는 난이도 조정이 가능하다.

수준별 문항 관리는 난이도에 따라 문항을 관리하는 가를 나타내는 것으로 5.3.6절에서 기술한 것과 같이 문항을 입력할 때 문항의 수준을 결정하는 난이도를 입력하고 수험자에게 적용한 결과를 반영하여 난이도를 조정해 나감으로 수준별 문항 관리가 가능하다. 출제 수준 관리는 5.3.3절에서 기술한 것과 같이 난이도별 문항수를 입력하여 출제 문제의 예상 반평균을 얻을 수 있다. 예상 반평균이 높을수록 출제된 문제가 쉬운 것이고 예상 반평균이 낮을수록 출제된 문제가 어려운 것이 된다. 난이도별 문항수의 입력을 통해 출제 수준 관리가 가능하다.

개별적인 비교 항목에 대하여 간략히 설명을 하고자 한다. 문제 선택은 교수자가 다양하게 출제할 문제를 선택할 수 있는 가에 대한 여부이다. 해당 기능은 기존의 무작위 추출방식이나 문항 분석 이론에 근거하든, 난이도 조정 이론에 근거하든 모두 문제은행이 갖는 기본적인 기능이라고 할 수 있다. 학습범위 선택은 학습 능력에 따른 진도 조정을 위하여 특정 영역에 대하여서만 문제를 출제할 수 있는 기능을 말한다. 전체 범위에서의 문제 추출은 현실적으로 학교교육에서 이뤄지는 시험 방식에 맞지 않으며 해당 기능이 제공되지 않으면 교수자는 추출된 결과를 해당 시험 범위에 맞추어 재조정하는 작업이 수반되어야 함으로 중요한 요소이다. 난이도 조정이란 항목은 개별 문제에 대하여 피드백 개념을 반영하여 학습자의 학습 능력을 극대화할 수 있는 핵심적인 기능이다. 여러 가지 이론에 기반하든

단순히 교수자에 의해 일방적으로 난이도가 지정되어 수정되지 않음으로써 교수자 위주의 문제 출제 방식의 회피를 피할 수 있는 기능이다. 수준별 문항 관리는 난이도 조정과 일맥 통하는 기능이다. 난이도에 따라 문항에 대한 수준을 관리하는 가에 대한 여부를 확인하기 위한 것이다. 단순히 일방적인 난이도 결정 및 적용만이 존재하는 가의 여부가 난이도 조정이라는 항목과 연계시켜 확인할 수 있다. 출제 수준 관리 항목은 교수자가 임의적으로 출제되는 문제에 대한 수준을 지정하고 지정된 수준에 맞추어 시스템적으로 문제를 추출할 수 있는 가를 말한다.

표에서 보이는 것처럼 본 논문에서 제시된 시스템은 단순히 문제를 무작위로 추출하는 고전적인 문제 은행 방식에서 탈피하였으며 난이도 조정이라는 기능을 추가하여 학습자의 피드백을 문제의 수준에 반영하도록 하였다. 또한 3단계 또는 5단계라는 대분류를 회피하고 10단계를 적용한 난이도를 제안하여 자칫 표준 편차의 폭이 커질 수 있는 개연성을 줄이고자 하였다. 또한 개별적으로 난이도를 조정할 수 있도록 함으로써 예외적인 상황에 대한 대처 방안도 마련하였다.

아울러 교수자가 시험을 수행하는 경우 시험 결과에 대한 예측을 할 수 있도록 함으로써 보다 학습자의 학습능력을 키울 수 있도록 구성하였다. 즉, 교수자가 지정하는 평균값에 맞추어 난이도별 문제를 자동적으로 추출함으로써 신뢰할 수 있는 문항을 근거로 학습자의 학습 능력을 정확하게 평가할 뿐만 아니라 평가의 정확성을 기할 수 있을 것이다.

## 제7장 결론 및 향후 과제

웹의 발달과 이용자가 많아지면서 교육 분야에서도 다양한 변화가 일어나고 있는 실정이다. 다양한 학습 자료의 수집뿐만 아니라 학교라는 고정된 공간을 벗어난 원격 교육이 활발히 진행되고 있으며 현재는 웹 스쿨이 등장하여 운영되고 있다. 이러한 웹을 기반으로 한 교육의 대부분이 다양한 학습 자료를 전달하는 데 비중을 두고 있어서 문제를 출제하고 관리하며 학습자의 피드백 학습을 지원하는 통합 시스템에 관한 연구는 부족한 실정이다.

본 논문은 피드백이라는 관점에 초점을 맞추어서 웹이나 기존 문제 은행 방식에서 간과하였던 난이도 조정 부분과 검색 부분의 강화를 통해 교수자의 편의성을 확보하는 한편 문제은행의 질 관리라는 측면을 부각하기 위해 개발되었다.

본 시스템 구현의 주안점을 다시 정리하면 다음의 몇 가지로 요약할 수 있다.

첫째, 난이도에 기초하여 문제를 출제하고 관리하므로 문제의 신뢰성을 높였으며 고정된 문제를 가지고 평가하는 것이 아니라 수많은 문제들을 가지고 랜덤 형식으로 출제하는 것이므로 다양한 문제를 접할 수 있도록 하여 학습효과를 배가할 수 있게 되었다. 또한 지수평균공식을 활용하여 난이도의 변동에 따른 피험자 집단 간의 편차를 최소화하였으며 부분점수를 포함하도록 하여 평가 시 중간 영역에 대한 부분도 이뤄질 수 있도록 하였다.

둘째, 기존의 수동으로 문제를 출제하는 방식에서 오는 문제관리의 불편함을 제거하고 시간적인 낭비를 최소화하였고 출제자가 컴퓨터에 대한 지

식이 없더라도 문제를 등록하고, 관리하기 쉽게 구현하였다. 그리고 객관식 문제뿐만 아니라 주관식 문제의 등록 및 출제가 가능하도록 구현하여 문제의 다양성을 추구하였다. 관리자가 아닌 교수자가 문제를 관리하게 될 경우 문제 출제 관리 시스템의 전반적인 문제 구성이나 관리를 편리하게 하기 위해서 각 과목별, 단원별로 문제의 등록 및 관리가 이루어지도록 구성하여 사용하기 편리하도록 구현하였다.

셋째, 시험지를 출제할 경우에 각 단원별로만 출제 가능한 것이 아니라 여러 단원에서 한 시험지를 출제할 수 있도록 단원별로 문제 수를 나누는 작업을 추가하여 단순히 단원별 학습 결과를 알아보는 수준에서 벗어나 정기적인 평가를 할 수 있도록 평가 시스템의 질을 향상시켰다.

넷째, 문제 출제 관리 시스템을 구현하기에 앞서 중학교 선생님들에게 간단한 설문 조사를 한 결과 기존의 문제은행 시스템이 가지는 업무의 부하가 큼을 알 수 있었으며 새로 도입을 한다고 하더라도 서버 관리의 문제를 제기하였다. 그래서 본 시스템은 일반 PC에서도 수행될 수 있도록 고안하였으며 교수자의 편의성과 보안을 감안하여 웹이 아닌 방식으로 개발하였다.

향후 연구과제로는 이미지를 포함하는 문항의 처리 여부뿐만 아니라 동영상도 포함하는 경우를 수용할 수 있도록 하는 것이 요구된다. 이것은 단순히 문항의 출제를 통해 노출되어 있는 수험자의 입장을 고려하여 교수자의 의도가 왜곡될 가능성을 배제하기 위해 대화식의 문제를 처리하도록 하는 것을 의미한다. 이런 대화형 문제 출제 관리 시스템이 구축되면 장애인을 위한 문제 출제 관리도 가능할 수 있는 기초를 마련하게 될 것이다.

# 참고문헌

- [1] 성태제, “문항제작 및 분석의 이론과 실제”, 학지사, 1998
- [2] 전병호, “문제은행 시스템의 문항 차분 난이도 및 변별도를 기반으로 한 문항 적합성 검증”, 한국멀티미디어학회 춘계학술발표논문집, 2001
- [3] 백소영,김명, “수준별 개별학습을 지원하는 문제은행 시스템의 설계와 구현”, 한국컴퓨터교육학회 논문지, 2000
- [4] 채선희, “문제은행의 본질적 가치와 효율적 이용 방안”, 교육평가학회, 1996
- [5] 정소연, “문제은행시스템을 위한 객체-관계형 데이터베이스 설계”, 대구 대학교 대학원 석사학위 논문, 2001
- [6] 박제성, “수준별 정보처리 기능사 문제은행 시스템의 설계 및 구현”, 경기대학교 교육대학원 석사학위논문, 2002
- [7] 교육학사, “교육학 대사전”, 1994
- [8] Mayer, R. E, “Thinking, Problem solving, cognition”, New York : W. H .Freeman & Company, 1983
- [9] Ausubel, D. P, “Educational Psychology : A Cognitive Review”, N. Y : Hot, Rinehart & Winston, 1977
- [10] Bardwell, R , “Feedback : How Does It function?”, Journal of Experimental Education, 1981
- [11] 김경아 외, “웹기반교육에서의 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회 논문지A, 2002
- [12] 이현주 외, “학습자의 수준평가를 이용한 웹 기반 자동 문제 출제 시스템”, 정보처리학회 논문지A, 2003
- [13] 김은정, “웹기반 학습 시스템의 평가 문제에 대한 출제 방법 및 난이도

- 재조정에 대한 연구”, 정보처리학회 논문지D, 2005
- [14] 김소연 외, “부분점수를 고려한 웹 기반 학습자 개별적응 평가 시스템”, 컴퓨터교육학 논문지, 2006
- [15] 김종길 외, “웹 기반 문제은행 시스템의 설계 및 구현”, 2002년 동계 학술발표집, 2002
- [16] 문제닷컴, <http://www.moonje.com/>
- [17] 박사넷, <http://www.bagsa.net/>
- [18] E-Test, <http://www.e-test.co.kr/>
- [19] Abraham silberschatz 외, OPERATING SYSTEM CONCEPTS(6/e)

# ABSTRACT

## Selection Management System

### Based on User's preference

**Kim Esther**

**Major of Computer Science Education**

**Graduate School of Education**

**SungShin Women's University**

This study tried to develop Item Bank based on teacher's preferences. In this study, Feedback is adapted to materialize the degree of difficulty that had been using in the method of selection. Feedback means to adjust the difference between previous degree which defined by teacher on initializing a Item and post degree. The teacher get the expected result and was satisfied by this process finally. This is the reason why I called preference because teacher's likeness was the selection through defining the degree of difficulty correctly.

This system is based on Classical Test Theory and combined Item Response Theory partially. To supplement the disadvantage of Classical Test Theory, Graded Response Theory was included in this algorithm.

Additionally this algorithm supported the various search engine. Proactively this got rid of the possibility of error that is the duplication

of each item or resemblance. The Selection's work was operated simply for convenience. This system could omitted the specific year for avoiding the duplication and defined the level of exam through adjusting the degree of difficulty.