

# 국가수준 중학교 학업성취도 평가 시스템의 설계 및 구현

김민호<sup>†</sup> · 송희현<sup>††</sup> · 강오한<sup>†††</sup>

## 요 약

국가수준 학업성취도 평가는 2007년까지 표집 평가를 시행해 왔지만 2008년에는 해당 학년 전체를 대상으로 전수 평가 체제로 전환하였다. 이에 따라 학업성취도 평가 시스템에 대한 새로운 연구의 필요성이 대두되었다. 본 논문에서 설계하고 구현한 학업성취도 평가 시스템은 기존 시스템과 달리 도수 분포표를 이용하여 석차계산 시간을 단축하고, 성적 통지표 출력을 위한 점수 입력을 자동화하였다. 또한 구현한 시스템에서는 도 전체 학업성취도 현황, 총점 및 교과별 점수 도수분포, 문항난이도와 변별도, 오답지 매력도, 교과별 성취도, 성별·지역별 성취도, 교육청별 성취도, 학교별 성취도, 개인별 성취도, 성적 우수자 현황 등을 분석할 수 있다.

키워드 : 학업성취도 평가, 문항 난이도, 문항 변별도

## A Design and Implementation of the National Assessment System of Middle School Educational Achievement

Min-Ho Kim<sup>†</sup> · Hee-Heon Song<sup>††</sup> · Oh-Han Kang<sup>†††</sup>

## ABSTRACT

The National Assessment of Educational Achievement has been conducted in the form of sampling assessment until 2007, but it was converted into sampling assessment one hundred percent working with relevant whole students in 2008. Therefore, the necessity of new study on the national assessment system of educational achievement was on the rise. The National Assessment System of Educational Achievement, which was implemented in this thesis was designed to analyze educational achievement status all over the province, total score and score frequency distribution per subject, item difficulty and item discrimination, degree of attraction of wrong answers, educational achievement per subject, gender, region, office of education, school, individual and status of students with high educational achievement.

Keywords : Educational Achievement, Item Difficulty, Item Discrimination

## 1. 서 론

현대의 지식 기반 사회에서 세계 각국은 국가 경쟁력을 향상시키기 위해 교육의 수월성을 추구한다. 국가 수준에서 교육의 질을 체계적으로 관리하고, 학교 교육의 책무성을 강화하기 위한 정책을 추진하고 있다[1]. 국가수준 학업성취도 평가의 일차적인 목적은 교육 목표에 학생들이 어느 정도 도달하였는지를 파악하는 것이다. 이를 기반으로 교육과정 개선에 기초가 되는 참고자료를 제공하고, 교수·학습 방법 개선 및 장학정책 수립을 위한 기초 자료를 산출하는 것

을 목적으로 하고 있다[2]. 국가수준 학업성취도 평가는 2007년까지 표집 평가를 시행해 왔지만 2008년에는 해당 학년 전체를 대상으로 전수 평가 체제로 전환하였다. '교육관련기관의 정보공개에 관한 특례법 시행령'에 따르면 2010년에 실시되는 학업성취도 평가부터 응시비율과 평가 결과를 보통학력 이상, 기초학력, 기초학력 미달로 구분하여 3등급의 학생비율을 학교 수준에서 공개해야 한다[3]. 이에 따라 학업성취도 평가 시스템에 대한 새로운 연구의 필요성이 대두되었다.

본 논문의 목적은 교육의 성과를 체계적으로 평가하고 교육의 질을 제고하는 데 기여할 수 있도록 확장성이 뛰어나고 신뢰성 있는 학업성취도 평가 시스템을 개발하는데 있으며, 논문에서 연구의 수행 범위는 다음과 같다.

첫째, 최근 3년간 실시된 국가수준 중학교 학업성취도 평가와 2008년 교과부 학업성취도 평가 결과 보도 자료 및 기

<sup>†</sup> 정 회 원 : 의성공업고등학교 전기과 교사  
<sup>††</sup> 정 회 원 : 안동대학교 컴퓨터교육과 부교수  
<sup>†††</sup> 종신회원 : 안동대학교 컴퓨터교육과 교수(교신저자)  
논문접수 : 2009년 7월 16일  
수정일 : 1차 2009년 12월 10일  
심사완료 : 2009년 12월 11일

존의 관련 연구 자료를 수집·분석하여 데이터베이스를 설계한다.

둘째, 도 전체 학업성취도 현황, 총점 및 교과별 점수 도수분포, 문항난이도와 변별도, 오답지 매력도, 교과별 성취도, 성별·지역별 성취도, 교육청별 성취도, 학교별 성취도, 개인별 성취도, 성적 우수자 현황 분석 등의 범위로 한다.

## 2. 관련 연구

### 2.1 학업성취도 평가 절차 및 문항 구성

교과부에서는 학업성취도 평가 계획을 수립하고 총괄적인 지원을 하며 시행에 소요되는 예산을 확보하고 교육정책을 수립한다. 한국교육과정평가원에서는 평가 도구를 개발하고, 문제지, 정답, 채점기준을 공지하며, 점수 체계를 개발하고, 개인 성적표 틀 및 성적표 산출 프로그램을 개발하여 보급한다. 그리고 시·도교육청 평가 담당관을 대상으로 시행 및 채점과 관련된 연수를 실시하고 국가수준의 보고서를 작성하여 배포한다. 시·도교육청에서는 평가 도구를 인쇄하고 배포하며, 서답형 문항의 채점 및 성적 전산 처리를 담당할 수도 있다. 또한 개인 성적표를 작성하여 발송하며 시·도교육청 수준의 보고서를 작성하여 배포한다[4].

2006년, 2007년, 2008년 10월에 실시한 중학교 3학년 국가수준 학업성취도 평가 영역은 국어, 사회, 수학, 과학, 영어 5개 교과이며, 평가 문항은 선택형과 수행평가 문항으로 구성되어 있다. 선택형은 5지 선다형이고, 수행평가 문항 수는 선택형 문항 수의 20~30% 정도의 비율이다. 교과별 문항 수와 배점은 <표 1>과 같다.

<표 1> 중학교 학업성취도 평가 문항의 구성

교과	시험 시간	문항 수(배점)			비 고
		70분	수행평가	계	
국어	70분	30(45)	10(25)	40(70)	듣기평가 포함
과학	70분	32(48)	8(24)	40(72)	
사회	80분	40(40)	12(30)	52(70)	
수학	70분	30(45)	6(25)	36(70)	
영어	70분	32(48)	10(24)	42(72)	듣기평가 포함
5개 교과	360분	164(226)	46(128)	210(354)	

### 2.2 국가수준 학업성취도 평가 분석

교과부는 2008년 10월 14~15일에 전국의 초등학교 6학년, 중학교 3학년, 일반계 고등학교 1학년 전체 약 196만명 학생을 대상으로 국가수준 학업성취도 평가를 시행하였다. 중학교 3학년의 경우 교과별 성취수준은 <표 2>와 같이 원 점수에 의해서 우수학력, 보통학력, 기초학력, 기초학력미달의 4단계로 평가되고, 일반에 공개할 때에는 보통학력이상, 기초학력, 기초학력미달의 3단계로 공개하도록 법제화했다.

<표 3>은 교과별 학업성취도 평가 결과의 총괄 현황이며, 우리나라 중·고교생 10명 중 1명은 기초학력미달자로, 다음 학년으로 진급하더라도 수업을 따라가기 어려운 것으

<표 2> 2008년 중3 교과별 성취수준 구분 점수

구 분		기초학력미달	기초학력	보통학력	우수학력
국어	원점수	0~13.5	14.0~33.0	33.5~54.5	55.0~70.0
	백분율	0~19.3	20.0~47.1	47.9~77.9	78.6~100
사회	원점수	0~11.0	12.0~25.0	26.0~48.0	49.0~70.0
	백분율	0~15.7	17.1~35.7	37.1~68.6	70.0~100
수학	원점수	0~14.5	15.0~36.5	37.0~58.0	58.5~70.0
	백분율	0~20.7	21.4~52.1	52.9~82.9	83.6~100
과학	원점수	0~15.0	15.5~33.0	33.5~53.0	53.5~72.0
	백분율	0~20.8	21.5~45.8	46.5~73.6	74.3~100
영어	원점수	0~10.0	10.5~26.5	27.0~52.0	52.5~72.0
	백분율	0~13.9	14.6~36.8	37.5~72.2	72.9~100

<표 3> 교과별 학업성취도 평가 결과 총괄

교과	성취수준	초6	중3	고1(일반계)
국어	보통학력이상	81.9	60.3	70.8
	기초학력	15.6	30.7	23.6
	기초학력미달	2.5	9.0	5.5
사회	보통학력이상	69.8	57.5	42.0
	기초학력	27.7	30.9	46.1
	기초학력미달	2.5	11.6	11.8
수학	보통학력이상	82.5	51.0	56.5
	기초학력	15.8	36.0	34.6
	기초학력미달	1.7	12.9	8.9
과학	보통학력이상	84.0	55.7	55.7
	기초학력	13.8	32.6	31.8
	기초학력미달	2.2	11.7	12.5
영어	보통학력이상	80.6	62.8	62.6
	기초학력	16.4	30.7	31.2
	기초학력미달	3.0	6.6	6.1

로 나타났다. 학년이 올라갈수록 기초학력미달 학생 비율이 10% 전후로 증가한 것은 그동안 지속된 하향 평준화 정책 때문으로 교과부는 분석했다[5].

### 2.3 문항 분석 방식

문항 분석은 검사에 포함된 하나하나의 문항이 원래 의도한 기능을 제대로 수행하고 있는가를 통계적으로 분석하는 작업이다[6]. 경상북도 중학교 학업성취도 평가 문항 분석에는 문항 난이도와 변별도, 답지 매력도를 구하고 이를 검토하는 과정이 이루어지는데 구체적인 방법은 다음과 같다[7-9].

문항 난이도(item difficulty)는 한 문항의 쉽고 어려운 정도를 나타내는 것으로 50%정도가 이상적이며, 20~80%까지가 바람직하다. 문항 난이도 측정에는 다음과 같은 세 가지 방법이 있다. 첫째, 추측요인과 미달항을 고려하지 않은 단순한 계산방법이다. 이는 식 (1)과 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R}{N} \times 100 \quad (1)$$

P : 문항 난이도  
 N : 전체 응답자 수  
 R : 정답자 수

둘째, 추측요인을 고려한 난이도이다. 문항에 대해 추측으로 정답을 한 학생이 있을 경우에는 문항 난이도를 과대추정하게 되므로 추측으로 맞출 가능성을 배제한 난이도이다. 이는 식 (2)와 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R - \frac{W}{n-1}}{N} \times 100 \quad (2)$$

N : 전체 응답자 수  
 R : 정답자 수  
 n : 문항의 답지 수  
 W : 오답자 수

셋째, 추측요인과 미달항을 동시에 고려한 난이도이다. 이는 추측요인뿐만 아니라 답을 하지 않은 문항을 오답으로 처리하여 계산한 난이도이다. 이는 식 (3)과 같이 나타낸다.

$$P = \frac{R - \frac{W}{n-1}}{N - NR} \times 100 \quad (3)$$

N : 전체 응답자 수  
 NR : 미달 학생 수  
 R : 정답자 수  
 n : 문항의 답지 수  
 W : 오답자 수

서답형 문항의 경우는 부분 점수가 주어지므로 식 (4)와 같이 계산할 수 있다.

$$P = \frac{\text{해당 문항에서의 응답자 득점 총계}}{\text{문항의 만점} \times N} \quad (4)$$

문항 변별도(item discrimination)는 어떤 검사의 개개 문항이 그 검사에서 득점이 낮은 학생과 높은 학생을 식별 또는 구별해 줄 수 있는 변별력을 말한다. 문항 변별도는 -1.0~1.0까지 분포하며, 1.0에 가까울수록 좋고, -1.0에 근접할수록 수정 또는 교체되어야 할 문항이다. 문항 변별도는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다.

$$D.I = \frac{2(R_u - R_l)}{N} \quad (5)$$

D.I : 문항 변별도 지수(discrimination index)  
 R<sub>u</sub> : 상위집단의 정답자 수  
 R<sub>l</sub> : 하위집단의 정답자 수  
 N : 전체 응답자 수

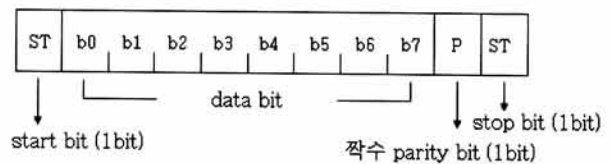
오답지 매력도는 답지 중 오답지가 매력적인지의 정도를 말하며, 오답지 매력도의 결정은 실제 응답한 각 답지의 응답 비율이 답지 선택 확률(P<sub>0</sub>)보다 높은지의 여부를 판단한다. 실제 답지의 응답 비율이 답지 선택 확률보다 높은 경우는 매력적인 오답지이며, 답지 선택 확률보다 낮은 경우는 매력적이지 않은 오답지이다.

$$P_0 = \frac{1-P}{Q-1} \quad (6)$$

P<sub>0</sub> : 답지 선택 확률  
 P : 문항 난이도  
 Q : 문항의 답지 수

### 2.4 OMR 카드 리더 분석

OMR 카드 리더의 기종은 여러 가지가 있으나 경상북도 일선 학교에 보급되어 있는 기종은 대부분 MR-180과 SR-305이다. 본 논문에서 사용된 MR-180은 Column by Column 방식으로 마크 데이터를 판독한다. 데이터 비트는 (그림 1)과 같이 11비트 / 1 문자로 구성되어 있고, 전송 제어 문자는 <표 4>와 같다. 데이터 출력 방식은 12행을 6 비트씩 나누어 2개의 문자로 출력하며, 출력 코드의 범위는 40H~7FH이다.



(그림 1) 데이터 비트의 구성

<표 4> MR-180의 전송 제어 문자

명령어	코드	설명
ENQ	05H	전송요구
ACK	06H	긍정응답
NAK	15H	부정응답
CR	0DH	TEXT 최종문자
EOT	04H	전송요구종료

## 3. 학업성취도 평가 시스템의 설계

### 3.1 OMR 카드 설계

본 논문에서 설계한 OMR 카드의 종류는 성명 카드와 답안 카드의 두 종류가 있다. 성명 카드에는 (그림 2)와 같이 학생 개인의 기본 학적 사항이 표기되며, 성명은 한 음절씩 초성, 중성, 종성으로 풀어서 표기하도록 하였다. 유니코드 2.0 한글의 조합 방법에 의해서 한글 코드 값은 '0xAC00 + ((초성 값 × 21) + 중성 값) × 28 + 종성 값'을 가지게 된다[10].

국가수준학업성취도평가				학교명 :		중학교 성명 :		감독관 확인	
학교코드	년	반	번호	성명	성명	성명	성명	성명	성명
00000000	00	00	00	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000

(그림 2) OMR 성명 카드

국가수준학업성취도평가				학교명 :		중학교		감독관		수행평가점수	
학교코드	년	반	번호	성명	성명	성명	성명	성명	성명	성명	성명
00000000	00	00	00	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000	00000000000000000000

(그림 3) OMR 답안 카드

2006~2008년 국가수준 학업성취도 평가와 경상북도 학업 성취도 평가의 선택형 문항 수는 최대 40문항 이하이고 수행평가 문항 수는 최대 12문항 이하이다. (그림 3)은 이런 조건을 고려하여 설계한 답안 카드이다.

3.2 데이터베이스 설계

3.2.1 시스템 기초 자료 데이터베이스

시스템 기초 자료 데이터베이스는 사용자 기초 자료, 지역교육청 코드, 지역구분 코드, 학교 코드, 과목 코드, 선택형 문항 정답 및 배점, 수행평가 문항 배점, 성취수준 구분 점수 테이블을 생성하고 관리하는 용도로 사용된다. <표 5>는 학교 코드 테이블의 구조를 나타낸 것이다.

<표 5> 학교 코드 테이블(SchCode)의 구조

필드 이름	데이터 형식	필드 크기	비고
학교코드	텍스트	2	Primary Key
지역코드	텍스트	1	
학교명	텍스트	20	
학급수1	숫자	정수	1학년
학급수2	숫자	정수	2학년
학급수3	숫자	정수	3학년
재적인원1	숫자	정수	1학년
재적인원2	숫자	정수	2학년
재적인원3	숫자	정수	3학년

3.2.2 OMR 카드 관련 데이터베이스

OMR 카드 관련 데이터베이스에는 성명 카드 테이블과

<표 6> 성명 카드 테이블(Name)의 구조

필드 이름	데이터 형식	필드 크기	비고
번호	숫자	정수	
성명	텍스트	8	
성별	예/아니오		
응시	예/아니오		응시 여부

<표 7> 교시별 답안 카드 테이블(Hour)의 구조

필드 이름	데이터 형식	필드 크기	비고
번호	숫자	정수	
선택형	텍스트	80	선택형 문항
수행평가	텍스트	12	수행평가 문항
응시	예/아니오		응시 여부
채점표	텍스트	40	

<표 8> 선택형 문항 답안 표기 변환 코드

답지		변환 코드	답지		변환 코드	답지		변환 코드	
①	②	③	④	⑤	①	②	③	④	⑤
0	0	0	0	0	00	0	0	0	0
1	0	0	0	0	10	0	0	0	0
2	0	0	0	0	20	0	0	0	0
3	0	0	0	0	30	0	0	0	0
4	0	0	0	0	40	0	0	0	0
5	0	0	0	0	50	0	0	0	0
6	0	0	0	0	60	0	0	0	0
7	0	0	0	0	70	0	0	0	0
8	0	0	0	0	80	0	0	0	0
9	0	0	0	0	90	0	0	0	0
0	0	0	0	0	A0	0	0	0	0

교시별 답안 카드 테이블의 두 종류가 있다. 교시별 답안 카드 테이블은 5교시까지 평가를 시행한 경우에는 5개의 테이블이 생성된다. <표 6>과 <표 7>은 각각 성명 카드와 교시별 답안 카드 테이블의 구조를 나타낸 것이다.

<표 7>의 '선택형'과 '수행평가' 필드의 크기는 각각의 최대 문항 수가 40, 12인 경우이다. '선택형' 필드에는 OMR 카드에 표기한 답안을 <표 8>과 같이 BCD 코드와 유사한 형태로 변환하여 저장되며, 수행평가 필드에는 수행평가 문항별 점수가 저장된다.

3.2.3 학업성취도 총괄 데이터베이스

총괄 데이터베이스는 각 학교별 데이터를 집계하여 도 전체의 학업성취도 현황을 분석하는데 사용되며, 테이블의 종류는 다음과 같다.

- ① 총점 도수분포 테이블(FreqTotal)
- ② 교과별 점수 도수분포 테이블(FreqSubj)
- ③ 문항 난이도 테이블(Difficulty)
- ④ 문항 변별도 테이블(DiscrimIndex)
- ⑤ 오답지 매력도 테이블(Answer)

- ⑥ 도 전체 교과별 성취도 테이블(DoEduCalc, DoEduAchv)
- ⑦ 남녀별·교과별 성취도 테이블(SexCalc, SexAchv)
- ⑧ 지역별·교과별 성취도 테이블(AreaCalc, AreaAchv)
- ⑨ 교육청별·교과별 성취도 테이블(EduCalc, EduAchv)
- ⑩ 학교별·교과별 성취도 테이블(SchCalc, SchAchv)
- ⑪ 성적 우수자 테이블(ExcelStud)

총점 및 교과별 점수 도수분포 테이블은 학업성취도 분석에서 핵심적인 역할을 한다. 예를 들어 문항 변별도, 학생 개인별 도 석차 등을 계산하는데 유용하게 사용된다. 총점 도수분포 테이블의 구조는 <표 9>와 같다. 총점 및 교과별 점수 도수분포 테이블에서 점수의 빈도를 도수라 하고, 도수를 전체 자료의 숫자로 나눈 것을 상대도수로 나타내었다. 누적도수는 높은 점수의 도수부터 그 점수의 도수까지 차례로 더한 도수의 합이다. 누적상대도수는 누적도수를 전체 자료의 숫자로 나눈 것이다[11, 12].

<표 9> 총점 도수분포 테이블(FreqTotal)의 구조

필드 이름	데이터 형식	필드 크기	비 고
점수	숫자	실수(Single)	
도수	숫자	정수	
상대도수	숫자	실수(Single)	
누적도수	숫자	정수(Long)	
누적상대도수	숫자	실수(Single)	
석차	숫자	정수(Long)	

### 3.2.4 학업성취도 학교별 데이터베이스

학교별 데이터베이스에는 크게 5가지 종류의 테이블이 있으며, 개인별, 학급별, 학교별, 도 전체의 학업성취도 분석에 사용된다. 학업성취도 분석에 있어서 가장 기초 자료가 되는 개인별·교과별 성취도 테이블의 구조는 <표 10>과 같다.

<표 10> 개인별·교과별 성취도 테이블(StudCalc)의 구조

필드 이름	데이터 형식	필드 크기	필드 이름	데이터 형식	필드 크기
번호	숫자	정수	학급석차5	숫자	정수
성명	텍스트	8	학교석차1	숫자	정수
성별	예/아니오		학교석차2	숫자	정수
응시	예/아니오		학교석차3	숫자	정수
과목1	숫자	실수(Single)	학교석차4	숫자	정수
과목2	숫자	실수(Single)	학교석차5	숫자	정수
과목3	숫자	실수(Single)	도석차1	숫자	정수(Long)
과목4	숫자	실수(Single)	도석차2	숫자	정수(Long)
과목5	숫자	실수(Single)	도석차3	숫자	정수(Long)
총점	숫자	실수(Single)	도석차4	숫자	정수(Long)
평균	숫자	실수(Single)	도석차5	숫자	정수(Long)
학급석차1	숫자	정수	학급석차	숫자	정수
학급석차2	숫자	정수	학교석차	숫자	정수
학급석차3	숫자	정수	도석차	숫자	정수(Long)
학급석차4	숫자	정수			

- ① 총점 도수분포 테이블(FreqTotalClass, FreqTotalSch)
- ② 교과별 점수 도수분포 테이블(FreqSubjClass, FreqSubjSch)
- ③ 문항 난이도 테이블(Difficulty)
- ④ 학급별·교과별 성취도 테이블(ClassCalc, ClassAchv)
- ⑤ 개인별·교과별 성취도 테이블(StudCalc, StudAchv)

## 4. 학업성취도 평가 시스템의 구현

### 4.1 시스템 구현 환경

시스템 구현에 사용된 하드웨어의 주요 사양은 CPU가 Pentium4 3.0[GHz]이며, 주기억 장치는 1[GB]이다. 입·출력 장치로 사용된 OMR 카드 리더의 기종은 MR-180, 프린터의 기종은 HP Color LaserJet 5550dn이다. 소프트웨어는 현재 일선 학교에서 많이 사용되고 있는 정도를 고려하여 운영 체제는 Microsoft Windows XP, 데이터베이스는 Access 2003, 개발언어 및 도구로는 Visual Basic 6.0, Excel 2003을 사용하였다.

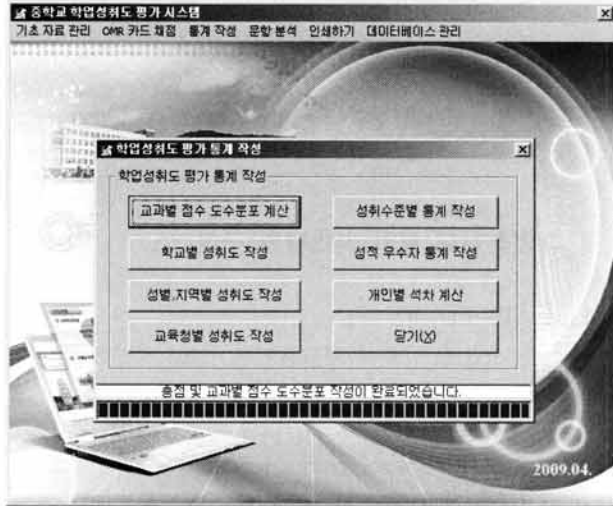
### 4.2 시스템 구성

시스템의 구성은 (그림 4)와 같이 6개의 모듈로 구성되어 있다. 각각의 모듈은 필요한 기능을 수행하기 위한 여러 개의 하위 모듈을 두고 있는데, 하위 모듈의 구성은 다음과 같다.



(그림 4) 시스템 구조도

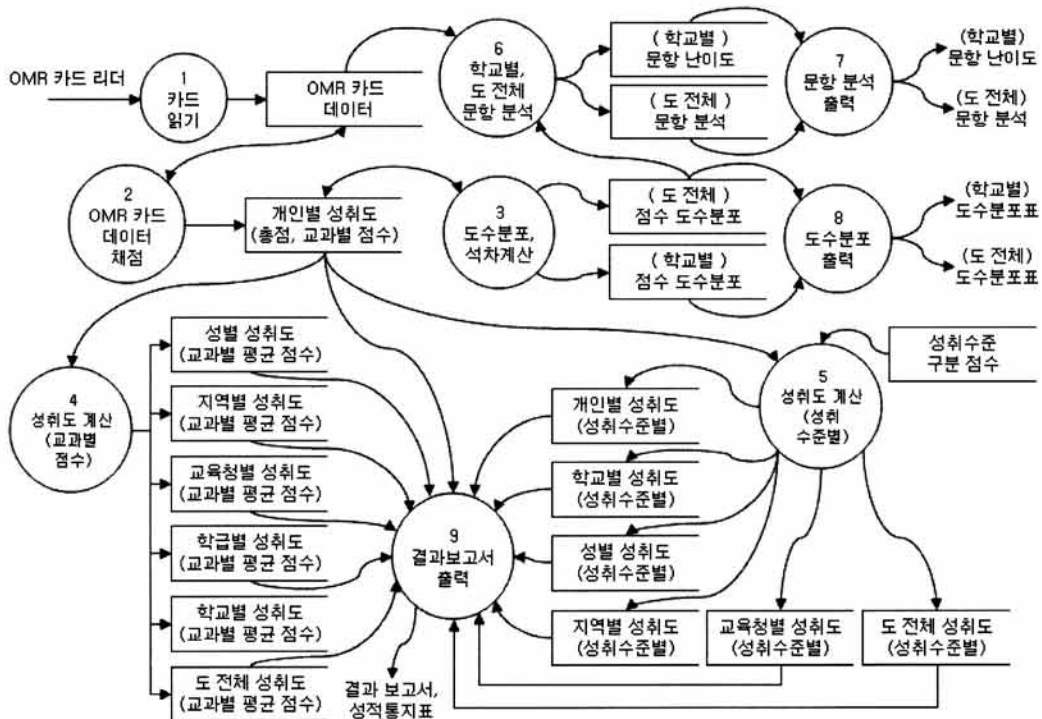
기초 자료 관리 모듈은 사용자 환경 설정, 교육청 코드 및 학교 코드 관리, 정답 및 배점 관리, 성취수준별 구분 점수 등을 관리할 수 있는 하위 모듈로 구성되어 있다. OMR 카드 채점 모듈에는 OMR 카드 읽기, OMR 데이터 채점, 데이터 오류 검사 등을 수행하기 위한 하위 모듈이 있다. 통계 작성 모듈에는 총점 및 교과별 점수 도수분포 계산, 학교별 성취도, 성별·지역별 성취도, 교육청별 성취도, 성취수준별 통계, 성적 우수자 통계 작성, 개인별 석차 계산을 수행하기 위한 하위 모듈이 있다. 문항 분석 모듈에는 문항 난이도와 변별도, 오답지 매력도를 계산하기 위한 하위 모듈이 있다. 인쇄하기 모듈에는 문항 분석, 도 전체 학업성취도 현황 등 15종 이상의 출력 모듈이 있다. 데이터베이스 관리 모듈에는 학교 코드 테이블 생성, 중학교 배부용 파일 생성 등을 위한 하위 모듈이 있다. (그림 5)는 시스템 구현 화면의 일부이다.



(그림 5) 시스템 구현 화면

4.3 자료 흐름도

자료 흐름도는 시스템 안의 프로세스, 자료 저장소들 사이에 자료의 흐름을 나타낸 그래프이다. 프로세스는 자료를 받아 변형하여 다른 프로세스로 넘기거나 자료 저장소에 담아두는 것으로, 그래프의 정점으로 표현된다. 자료 흐름의 방향은 화살표로 표시하며, 시스템에서 처리되는 자료의 흐름을 추적할 수 있다[13]. (그림 6)은 시스템 전체의 자료 흐름도를 나타낸 것이다. 각 프로세스에 부여한 번호는 작업 순서를 의미하지는 않으며, 자료 흐름 순서에 따라서 각각의 프로세스가 실행되어야 한다.



(그림 6) 자료 흐름도

4.4 시스템의 운영 및 검증

시스템의 운영은 소프트웨어 개발에 있어서 중요한 단계라 할 수 있다. 경상북도의 경우 3만여명의 OMR 답안 카드를 실제로 처리하기에는 현실적으로 많은 어려움이 있다. 이에 대한 대안으로 실제 사례와 같은 규모로 가상 데이터를 생성하여 시스템을 적용하였다.

<표 11>은 2008학년도 경상북도 중학교 3학년 학업성취도 평가 응시 예정 인원과 본 시스템의 적용에 사용된 가상 데이터와의 규모를 비교한 것이다.

<표 11> 실제 사례와 가상 데이터의 규모 비교

구분	학교 수	학급 수	학생 수
실제 데이터	294	1,082	33,315 명
가상 데이터	297	883	32,273 명

가상 데이터의 적용 결과에 대한 정확성을 검증하기 위한 도구로 엑셀을 이용하였다. 다음은 데이터베이스에 저장된 전체 학생의 교과별 점수 데이터를 엑셀 워크시트에 저장하기 위하여 워크시트 객체를 생성하는 소스 코드의 보기이다.

```
Set xlApp = CreateObject("Excel.Application")
xlApp.Visible = False
xlApp.Workbooks.Add
xlApp.Worksheets("sheet1").Name = "점수데이터"
```

(그림 7)은 엑셀 워크시트에서 '부분합' 기능을 이용하여 남년별·교과별 평균 점수를 계산한 화면이고, (그림 8)은

(그림 7) 지역별·교과별 평균 점수에 대한 검증

(그림 8) 지역별·교과별 평균 점수에 대한 검증

지역별·교과별 평균 점수를 계산한 화면이다. 이와 같은 방법으로 본 시스템의 가상 데이터 적용 결과에 대한 정확성을 검증한 결과 모두 일치하였다.

4.5 시스템의 평가

한국교육과정평가원은 2008년에 시행된 국가수준 학업성취도 평가 결과를 학생들에게 통보하기 위하여 성적통지표 출력 프로그램만 개발하여 보급하였다. 따라서 전국의 16개 시·도교육청은 평가 결과를 분석하기 위하여 대부분 외부 업체에 용역을 의뢰하기 때문에 기존의 학업성취도 평가 시스템과의 비교 분석은 사실상 어려운 실정이다.

평가원에서 보급한 성적통지표 출력 프로그램과 본 시스템의 성적통지표 출력 모듈과의 기능을 비교하면 <표 12>

<표 12> 한국교육과정평가원 보급 성적통지표 출력 프로그램과의 비교

비교 항목	(평가원 보급) 성적통지표 출력 프로그램	(본 시스템) 성적통지표 출력 모듈
점수 입력방식	수작업 입력	자동 처리
출력 내용	원 점 수	×
	성취수준	○
	학급평균	×
	학교평균	×
	도 평 균	×
	학급석차	×
	학교석차	×
도 석 차	×	
메인 시스템과의 연계성	×	○

와 같다. 평가원에서 보급한 프로그램은 메인 시스템과의 연계성이 없으며, 수작업으로 점수를 입력하여 단지 학생들에게 교과별 성취수준에 대한 정보만을 제공하고 있다. 본 시스템에서는 이러한 문제를 해결하고 학생들에게 보다 다양한 정보를 제공하고 있다.

또한 본 시스템의 장점으로 <표 13>에 나타난 것처럼 3만여명의 학생들에 대해 5과목의 학급석차, 학교석차, 도석차를 계산하는데 선택정렬, 삽입정렬 등과 같은 일반적인 정렬 알고리즘을 적용했을 때 시간이 많이 걸리는 문제를 총점 및 교과별 점수 도수분포표를 이용하여 해결하였다.

<표 13> 정렬 알고리즘과 도수분포표 적용 석차계산 시간 비교

구 분	정렬 알고리즘 적용	도수분포표 적용
석차 계산 시간	수 분	수 초

5. 결론 및 향후 연구 과제

본 시스템은 297개 학교, 883학급, 32,273명에 해당하는 가상데이터를 생성하여 실제 사례와 동일한 조건에서 시스템을 적용하여 검증하였다. OMR 카드 읽기 작업에서 발생할 수 있는 각종 오류들을 자동으로 검출하여 작업 시간을 단축시키도록 하였으며, 총점 및 교과별 점수 도수분포표를 이용하여 각종 통계 자료를 빠른 시간에 효율적으로 작성할 수 있도록 하였다. 본 시스템을 국가수준 또는 시·도 교육청 수준의 학업성취도 평가에 실제로 적용했을 때 기대되는 효과는 다음과 같다.

첫째, 도 전체 학업성취도 현황, 총점 및 교과별 점수 도수분포, 문항난이도와 변별도, 오답지 매력도, 교과별 성취도 분석 자료를 제공할 수 있다. 둘째, 성별·지역별 성취도 비교, 교육청별·학교별 성취도 비교 분석 자료를 제공할 수 있다. 셋째, 도 전체 및 교육청별 성적 우수자 현황을 제공할 수 있다. 넷째, 개인별 학급 석차, 학교 석차, 도 석차, 교과별 성취수준 등을 알 수 있는 개인별 성적통지표를 제공할 수 있다.

향후 연구로는 일선 학교에서 채점한 데이터를 온라인으로 집계하여 처리하는 시스템과 수행평가 컴퓨터 자동 채점 시스템 등을 들 수 있다.

참 고 문 헌

- [1] 정은영, 김명화, 상경아, 김지아, “국가수준 학업성취도 평가 체제 개선 연구(I)”, 한국교육과정평가원 연구보고 PRE 2008-2, 2008.
- [2] 조지민, 김명화, 최인봉, 송미영, 김수진, 남민우, 박종훈, 박은아, 김민정, 고정화, 도종훈, 정은영, 최원호, 김미경, “국가수준 학업성취도 평가 연구: 2003~2006년 변화 추이”, 한국교육과정평가 PRE 2007-3-1, 2007.
- [3] 한국교육학술정보원, “2008 학교정보공시 사용자 설명서”,

2008.

- [4] 김성열, 남명호, 정은영, 김성숙, “국가 경쟁력 제고를 위한 국가수준 학업성취도 평가의 발전 방향”, 한국교육과정평가원 연구자료 ORM 2009-5-1, 2009.
- [5] 교육과학기술부, “2008년도 학업성취도 평가결과 및 기초학력 미달학생 해소방안: 뒤처지는 학생 없는 학교 만들기”, 2009.
- [6] 권대훈, “교육평가”, 학지사, 2005.
- [7] 경상북도교육연구원 교육연구기획부, “경상북도 중학교 학업성취도 평가 결과 보고서”, 경상북도교육연구원, 2007.
- [8] 성태제, “문항제작 및 분석의 이론과 실제”, 학지사, 2006.
- [9] 하일규, 강병욱, “문항출제와 문항분석이 가능한 웹기반 교육평가 시스템의 설계 및 구현”, 정보처리학회논문지, 제9-D권 제3호, pp.511-522, 2002.
- [10] 한글 코드에 대하여, <http://www.w3c.or.kr/i18n/hangul-i18n/ko-code.html>
- [11] 배도선, 이낙영, 권혁무, 장중순, 차명수, 윤원영, 김명수, 이민구, “통계학 이론과 응용”, 청문각, 2003.
- [12] 정호연, 박태근, 박용성, “기초 통계학. 자유아카데미”, 2002.
- [13] 최은만, “소프트웨어공학론”, 사이텍미디어, 1999.



**김민호**

e-mail : golden80@hanmail.net  
 1987년 충남대학교 전기교육공학과(공학사)  
 2005년 안동대학교 컴퓨터공학과(공학석사)  
 2009년 안동대학교 컴퓨터교육과(교육학석사)  
 1989년~현 재 의성공업고등학교 전기과  
 교사

관심분야: 컴퓨터교육, 마이크로프로세서, 유비쿼터스 등



**송희현**

e-mail : hhsong@andong.ac.kr  
 1986년 동국대학교 컴퓨터공학과(학사)  
 1992년 충남대학교 컴퓨터학과(이학석사)  
 1995년 충북대학교 컴퓨터학과(이학박사)  
 1988년~1998년 한국전자통신연구원 선임  
 연구원

1998년~현 재 안동대학교 컴퓨터교육과 부교수  
 관심분야: 컴퓨터교육, 이러닝, 차세대통신망 등



**강오한**

e-mail : ohkang@andong.ac.kr  
 1982년 경북대학교 전자계열 전산모듈(학사)  
 1984년 한국과학기술원 전산학과(공학석사)  
 1992년 한국과학기술원 전산학과(공학박사)  
 1984년~1994년 (주)큐닉스컴퓨터 책임연구원  
 1994년~현 재 안동대학교 컴퓨터교육과  
 교수

관심분야: 그리드 컴퓨팅, 태스크 스케줄링, 컴퓨터교육 등