

학업성취도 통합관리시스템의 설계 및 구현*

박미현 김 명
이화여자대학교 컴퓨터학과 고성능인터넷지식공학연구소
(mhpark, mkim)@ewha.ac.kr

An Integrated Student's Achievement Management System

Mi-hyeon Park Myung Kim
Dept. of Computer Science & Engineering, Ewha Womans University

요 약

현재 초·중·고등학교 현장에서 시행하고 있는 학력평가 방법은 일물적이고 획일화되어 있어, 학생의 학업성취도를 구체적으로 제시하기 힘들다. 이를 해결하기 위한 한 방법은 과목 영역별로 평가 단위를 낮추고, 이를 바탕으로 통합된 평가 결과를 제시하는 것이다. 본 연구에서는 학업성취도를 효율적으로 평가, 분석, 관리하는 시스템을 설계하고 구현하였다. 시험 채점 결과의 입력으로부터 다양한 분석 결과의 제공에 이르는 전 과정이 편리한 인터페이스를 통해 처리된다. 이는 또한 대형 데이터를 신속하게 처리할 수 있는 성능면에서 확장성있는 시스템이다.

1. 서 론

다양한 평가 결과를 적절한 시점에 피드백 받는 피험자들이 차후에 더 나은 성과를 얻는다는 연구결과들[9]이 있다. 그러나 실제 학교 현장에서 주로 쓰이는 평가 방식은 '상대평가' 방식이고, 평가 결과가 적절한 시점에 제공되기 힘들어서 학력평가가 장래의 교육에 충분한 자료의 구실을 하기 힘든 상황이다.

이를 해결하기 위한 한 방법으로, 본 연구에서는 과목별 평가의 단위를 과목 영역별로 낮추고, 이를 바탕으로 학생의 학업 성취도를 다차원적으로 분석하여 그 결과를 신속하게 제공하는 학업 성취도 통합 관리 시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 시험의 채점으로부터 평가 결과의 분석까지 전 과정을 전산 관리할 뿐 아니라 전 학년에 걸친 자료를 누적하여 평가 결과에 반영한다. 또한 편리한 인터페이스를 통해 사용자에게 온라인으로 다양한 형태의 보고 자료를 제공해 준다.

이 시스템은 교육 평가시스템에 최초로 대용량 데이터를 다차원적으로 분석하는 기술인 OLAP(Online Analytical Processing)[2, 4, 8]을 사용하였고, 현재 한국교육과정평가원에서 분석, 연구중인 성취도 분석 표기 방안을 설계 기반으로 하였다. 따라서 구현된 시스템은 규모면에서는 전국 모의고사 결과의 평가/분석에도 사용될 수 있으며, 규정상으로도 2002년부터 시행되는 제 7차 교육과정에서 충분히 적용될 수 있는 확장성을 지닌다.

논문의 구성은 다음과 같다: 2절에서 학업성취도 통합관리 시스템의 설계 부분과 시스템 효율 증진을 위한 여러 가지 방안을 제시한다. 3절에서 시스템의 기능을 설명하고, 4절에서 결론과 향후 연구과제에 관해 설명한다.

* 본 연구는 2000년도 한국학술진흥재단의 유초중등 교육정책 및 교원양성 연구(과제번호: 2000-C00013)의 지원에 의해 수행되었음.

2. 학업성취도 통합관리 시스템의 설계

1) 이론적 배경

본 연구를 통해 설계한 학업성취도 통합관리 시스템은 한국 교육과정 평가원에서 1998년 3월에 고시한 '국가 교육과정에 근거한 평가 기준 및 도구 개발연구' [7] 보고서를 토대로 설계되었다. 이 연구는 제 6차 국가 교육과정에 근거하여, 고등학교 공통필수 10개 과목(윤리, 국어, 공통수학, 공통사회, 국사, 공통과학, 체육 I, 음악 I, 미술 I, 공통영어)에 대해, 고등학교 1학년생들이 성취해야 할 범위와 정도를 설정하고, 그 평가 기준으로는 (1) 성취기준, (2) 평가기준, (3) 등급화 방안을 제시한다. 성취기준이란 각 교과의 단원을 대영역, 중영역, 소영역으로 나누고, 소영역별로 학생들이 성취해야 하는 능력 또는 특성에 대한 기준을 서술한 것이며, 평가 기준이란 성취기준에 준하여 평가되는 활동의 수준으로 상/중/하 세 수준으로 나뉘어진다. 마지막으로 등급화 방안이란 과목 전체에 대한 성취도를 파악하기 위한 방안으로써, 각 평가 영역별로 받은 '상/중/하' 점수를 학년말에 각 과목별로 수/우/미/양 /가의 평어로 기록하게 되는 것을 의미한다.

2) 시스템 설계

학업성취도 통합관리 시스템 구축을 위한 첫 단계는 자료의 효율적인 저장이다. 분석 대상 데이터는 학생, 과목, 기간으로 이는 평가결과 분석을 위한 질의문에서 가장 빈번히 사용되는 요소들이다. 여기서 '학생' 요소는 '개별 학생', '학생이 속한 반'과 '학년' 등을 포함하며, '과목' 요소는 평가되는 과목인데, 이는 평가 영역인 '대단원'에서 '중단원'으로 또는 '최하위' 평가영역으로 세분화 되어지고, '기간' 요소는 평가 시행일자를 의미하며, '평가 일', '학기', '년' 단위로 그룹화 된다. 따라서 평가 데이터는 이 세 요소들을 기준으로 구축하며, 기본적인 평가 분석

질의문은 물론이고, 학생, 과목, 기간에 대한 모든 조합이 가능하도록 설계됨을 원칙으로 하였다. 또한 각 요소의 세부사항은 저장공간과 질의처리 시간의 효율성을 고려하여 계층구조로 처리하였다.

학업성취도 통합관리시스템에서 다루는 데이터는 100% 밀도를 갖는 MOLAP 큐브에 저장 가능하다. 이는 달리 말하면, 데이터가 매우 효율적으로 저장될 수 있고, OLAP의 슬라이스, 다이스 연산을 통해 분석 결과를 신속하게 제공할 수 있다는 것을 뜻한다. 본 연구에서는 100% 밀도의 큐브를 구축하기 위해 학년별, 과목별로 큐브를 나누어 그림 2와 같이 구성하였다.

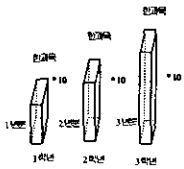


그림 1. 데이터 논리적 저장구조.

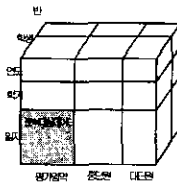


그림 2. 계층구조를 갖는 다차원 큐브.

시스템 성능향상을 위해 2 방법을 사용한다. 첫째, OLAP이 흔히 사용하는 방법으로써, 분석결과와 일부를 계산해 둔다. 사전 연산의 분량은 ① 사전연산에 걸리는 시간, ② 사전연산 후 생성된 데이터의 분량, ③ 질의처리 시간 등을 고려하여 선택해야 한다[1]. 본 연구에서는 사전 연산을 하지 않고 베이스 큐브만 저장해 두는 경우와, 중단원 영역에 대한 사전 연산을 100% 한 경우, 그리고 큐브 전체를 생성한 경우를 비교해 본 결과 사전 연산을 100% 하는 경우, 큐브 생성 시간은 베이스 큐브의 생성 시간의 6배가 되고, 사전 연산을 통해 생성된 데이터의 분량은 베이스 큐브의 2배가 된다는 것을 알 수 있었다. 반면, 과목영역에서 조회가 잦은 중단원 부분만을 기준으로 100% 사전 연산을 하는 경우는 큐브의 생성시간이 훨씬 줄어들고, 생성되는 데이터의 분량 또한 베이스 큐브의 1/3 정도에 불과하다. 또한 중단원 영역의 분석결과로부터 그 상위 레벨의 분석결과를 얻으려 할 때는 계산 양이 많지 않아 온라인으로 분석결과를 제공하는 경우에도 충분히 그 속도를 보장할 수 있다. 따라서, 중단원 영역까지만 사전연산을 해 두는 방법을 사용한다. 성능 향상의 두 번째 방안으로, 대형 배열의 효율적인 저장방법으로써, 모든 차원에 공평한 기회를 주도록 작은 다차원 배열형태로 디스크에 저장해 두는 방안[3, 5]인 청크 저장방법을 사용한다. 연산들에 필요한 데이터가 파악되지 않는 상태에서는 모든 차원에 공평한 기회를 주도록 청크 모양을 만드는 것이 바람직하지만, 성취도 분석시스템의 연산 특징을 고려해 볼 때, 평가영역차원을 하나로 묶어 큐브들을 자르기로 한다. 청크는 디스크 블록 크기인 4K 바이트씩 나누었다. 즉 한 학생의 전체 평가 자료가 960 바이트(총 평가영역 40 * 연중 평가횟수 8회 * 3년분) 정도이므로, 4명 학생의 평가 자료를 하나의 청크에 저장한다. 이렇게 저장함으로써, 한 번에 대한 분석을 할 경우, 10개의 청크만 메모리에 로드시키면 된다.

3. 학업성취도 통합관리 시스템의 구현

시스템은 그림 3과 같이 4개의 기본 모듈로 구성된다. 각 모듈별 기능은 다음과 같다.

(1) 평가데이터 사전 연산 모듈: 채점 모듈을 통해 입력되고 저장되어 있는 학생 성적을 베이스 큐브로 로드시킨다. 큐브의 각 차원별로 해쉬 테이블이 생성하고 생성된 해쉬 테이블이 참조하면서 성적을 3차원 베이스큐브에 로드한다. 베이스큐브로부터 계층구조에 따른 서브 큐브를 생성한다. 각 차원의 계층구조 정보는 각 차원 테이블로부터 얻는다. 계층 구조에 따라 bottom-up 방식으로 각 성적을 집계 계산해 가면서 서브 큐브들을 생성한다.

(2) 성취도 분석 모듈: 과목, 학년을 입력 파라미터로 하여 해당 서브큐브를 찾아 메모리에 로드시킨다. 성취도 분석 인터페이스를 통해 입력되는 연산 (슬라이스, 다이스, 등)을 실행한다.

(3) 사용자 인터페이스 모듈: 과목, 기간, 학생 차원의 값을 입력받아 해당 슬라이스를 화면에 표시한다. 각 차원 계층 정보를 입력받아 roll-up, drill-down 연산을 가능하게 한다. 분석 결과는 테이블 형식이나 차트 (막대, 꺾은선) 형식으로 표현 가능하다.

(4) 채점, 평어산출 모듈: 시험성적을 입력받아 저장한다. 학생들의 답안과 모범 답안을 비교하여 답안의 정확도를 '상/중/하'로 입력할 수 있도록 한다. 채점 화면에는 상/중/하의 기준도 정확하게 명시되어 있다. 평어산출모듈은 '상/중/하'로 되어 있는 시험 성적들을 0 - 2까지의 가중치를 주어 합산/평균하여 과목별 '수/우/미/양/가' 평어로서 학생들의 학생생활기록부에 기재한다.

실제로 본 시스템은 비주얼 베이직과 C 언어로 구현되었고, Windows 95 이상의 운영체제의 PC 환경에서 실행된다. 큐브 생성 컴포넌트는 분석할 '학년'과 '과목' 데이터를 입력으로 받아서, 큐브를 생성한다. 이 단계에서, 시험 성적 테이블 자료가 베이스 큐브에 로드되고, 해당 서브큐브와 각 서브큐브의 인덱스가 생성된다.

시험 채점은 그림 4와 같은 화면을 통해 이루어진다. 시험문제가 문제는행으로부터 추출된 CAT형 평가라면, 그림과 같이 화면에 보이는 문항 문제를 보면서 채점하게 되고, 종이에 출력된 시험이었다면, 교사는 평가결과만을 입력한다. 평가결과는 '상/중/하'로 입력한다. 한 문항의 채점이 끝나면 채점결과는 '답안 데이터베이스'에 기록된다. 입력된 채점 결과는 문제은행 정보와 함께 평가결과 자료로 쓰이게 된다. 그림 5는 학기말 평어 산출 화면을 보여준다. 여러 번에 걸쳐 시행된 학력 평가 결과는 학기말에 종합되어 '학생생활기록부'에 기재된다. 이 때, '상/중/하'의 평가결과는 '수/우/미/양/가'의 평어로 환산된다.

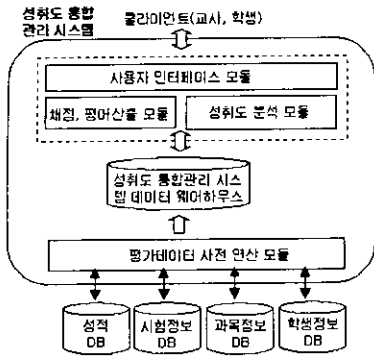


그림 3. 시스템 구조.

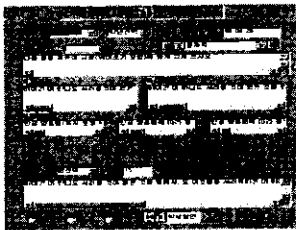


그림 4. 채점 화면.

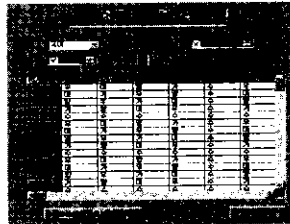


그림 5. 학기말 평어산출.

그림 6-9는 학업성취도 분석 화면들이다. 학업 성취도 분석 화면을 보면 과목, 학생, 기간의 3차원블록, 그리고 각 차원의 계층별로 분석이 가능하도록 한다는 것을 알 수 있다. 사용자는 원하는 차원과 계층을 편리한 사용자 인터페이스를 통해 선택할 수 있다. 분석 결과 자료는 화면에 단독으로 또는 다른 자료들과의 비교 화면으로 보여진다. 분석결과는 테이블 형태로 볼 수도 있고, 막대 그래프나 꺾은선 그래프 형태로도 볼 수 있다.

4. 결론

본 연구에서는 고등 학생의 학업 성취도를 다차원적으로 분석하여 그 결과를 온라인으로 제공하는 학업 성취도 종합관리 시스템을 설계하고 구현하였다. 이 시스템은 시험 채점으로부터 평가 결과의 분석에 이르는 학습 평가 전체 과정을 전산화하여 여러 사용자가 정보를 공유, 검색, 관리, 분석할 수 있도록 한다. 최근 비즈니스 데이터의 다차원적 데이터의 분석에 활발히 쓰이는 OLAP 기술을 적절하게 적용하여 데이터의 저장공간을 효율적으로 사용하면서 신속한 분석 결과를 낸다. 이 시스템은 성능면에서 확장성을 가지므로, 대형 데이터의 처리에도 응용될 수 있다.

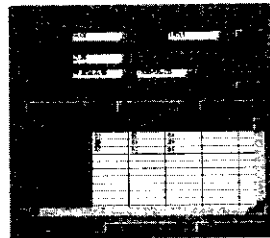


그림 6. 반/학년 평균과의 학업성취도 비교 (테이블).

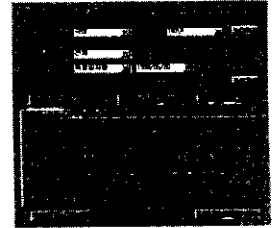


그림 7. 반/학년 평균과의 학업 성취도 비교 (막대 차트).

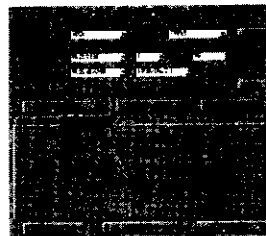


그림 8. 시계열에 의한 학업 성취도 비교 (꺾은선 차트).

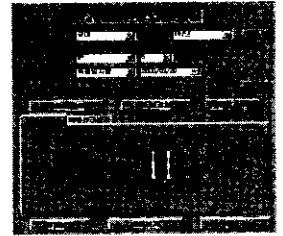


그림 9. 반별 학업성취도 비교 (막대 차트)

5. 참고문헌

- [1] Business Intelligence Ltd, "The Olap Report : Data Explosion," <http://www.olapreport.com/DatabaseExplosion.htm>, 2000.
- [2] Pilot Software Inc., "An Introduction to OLAP Multidimensional Terminology and Technology," Technical White Paper, <http://www.pilotsw.com/olap/olap.htm>, 1999.
- [3] Sarawagi, Sunita and Michael Stonebraker, "Efficient Organization of Large Multidimensional Arrays," Proc. of 10th Data Engineering Conference, Feb. 1994.
- [4] Thomsen, Erik, "OLAP Solutions: Building Multidimensional Information Systems," John Wiley & Sons, New York, 1997.
- [5] Zhao, Yihong, Prasad Deshpande, and Jeffrey Naughton, "An Array-Based Algorithm for Simultaneous Multidimensional Aggregates," Proc. ACM SIGMOD '97, pp. 159-170.
- [6] 김대인, 이현희, 정성태, "인터넷을 이용한 문세은행 공동저작 및 능동적 원격 개별학습 시스템의 구현," 교육공학연구, 제14권 1호, pp. 1-25, 1997.
- [7] 백순근 외 3명, "국가교육과정에 근거한 평가 기준 및 도구 개발," 한국교육과정평가원, 1998.
- [8] 조재희, 박성진, "OLAP 테크놀로지," 시그마컨설팅그룹, 2000.
- [9] 최종학, "評價結果의 피드백 方法이 學業成就에 미치는 影響," 고려대학교 교육대학원 석사학위 논문, 1996.