

IPI를 이용한 수학과 진단 시스템의 설계

허정원*

김갑수**

이숙희***

서울구암초등학교*, 서울교육대학교 초등컴퓨터 교육과**, 서경대 컴퓨터공학과***
ahrthfl@hanmail.net*, kskim@ns.seoul-e.ac.kr**

A Design of Mathematics Diagnosis system using IPI

Jung-Won Hur*

Kap-Su Kim***

Suk-Hee Lee

Seoul Guam Elementary School*

Dept. of Elementary Computer Education, Seoul National Education University**

Dept. of Computer Science, seokyeong University***

요 약

온라인을 이용해서 교육목적을 달성하기 위해서는 학습자 수준을 분석하여서 수준에 맞는 학습 내용을 제공해야 한다. 특히 수학과처럼 학습의 연계성이 큰 교과는 선수학습이 결손되면 후속학습의 목표 도달에 곤란을 갖게 된다. 따라서 학습자가 학습목표를 잘 도달할 수 있게 하기 위해서는 선수학습 결손 여부를 판단해서 학습결손이 발견되면 보충학습을 한 뒤 본 학습을 하도록 해야 한다. 이에 본 논문에서는 IPI를 이용하여 학습자의 수학과 학습 수준을 분석할 수 있는 진단시스템을 설계 구현하였다. IPI(Individually Prescribed Instruction)는 학습자의 수준을 진단 → 처방 → 평가하는 개별처방 교수법으로 이를 이용하면 학습자의 수준을 진단해서 학습자 수준에 맞게 학습 처방을 하여 개별화된 학습을 할 수가 있다. 수학교육에 본 시스템을 활용하면 학습자는 학습결손이 일어나지 않게 되어 궁극적으로 학습목표에 도달할 수 있게 된다.

1. 서론

정보통신 기술의 발전으로 언제 어디서나 교육받을 수 있는 시대가 도래했다. 그러나 아무리 기술적인 면이 발전하여도 학습자의 개인차 문제점은 치유하지 못하고 있다. 학습자의 개인차는 지능, 유전, 환경변인 등 여러 가지 요인에 의해 나타나지만 Bloom에 의하면 선행학습 결손이 학업성취도에 있어 개인차 변량의 50%를 차지한다고 한다. 1) 특히 수학과처럼 연계성이 큰 교과는 선행학습이 더욱 중요하다. 2)

이에 본 논문에서는 IPI를 이용한 수학과 진단 시스템을 설계하고자 한다. IPI는 R.Glaser와 J.O.Bolvin 등에 의해 개발된 개별화 교수법이다. 3)

IPI를 이용한 본 시스템은 학습자가 학습주제를 선택하면 선수학습 결손여부를 판단해서 결손이 있을 때는 재학습 하도록 설계하였다. 또 후속학습을 분시학습이 완전학습이 되어 가능하도록 설계하였다. 학습자가 본 시스템을 이용하면 학습결손을 방지하여 학습목표를 성공적으로 도달하게 된다.

2. 관련연구

2.1 IPI : 개별처방 교수법 (Individually

Prescribed Instruction)

IPI는 미국 Pittsburg 대학의 학습연구개발센터(Learning Research & Development)에서 개발된 지극히 구조화된 수업 체제이다. IPI에서는 학습자마다 자기의 속도와 수준에 따라 다르게 학습할 수 있다. 이를 위해 모든 학습과제가 단원을 기준으로 계열화되어 분명하게 구성되어 있다.

IPI에서는 처방을 매우 중시한다. 각 단원마다 모든 학습자들은 그 단원의 학습을 시작하기 전에 중간에 그리고 학습을 마친 후에 반드시 평가를 받아야 하며 이 평가결과에 따라 단원 안에서의 학습자의 수준이 결정되고 처방된다. 즉, 전체 학습을 학습과제별로 진단 → 처방 → 평가로 구성하는 것이다. 그 과정을 좀 더 상세히 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 진단은 학습자의 수준파악을 위한 정치진단검사이다.

둘째, 진단결과에 따라 학습자는 개별화학습을 한다.

셋째, 개별학습 후 평가를 통해 완전학습을 판단 받아야 다음 학습을 할 수 있다.

넷째, 완전학습이 되지 못하면 이전과는 다른 방법으로 재학습한다.

2.2 학습 위계 분석법

학습 위계 분석은 학습 목표를 성공적으로 달성하는데 필요한 선수지식 및 능력을 찾아내고 그들 상호간에 관련성을 규정하는 과제 분석의 한 전략이다. 이 분석법은 한 개의 목표를 달성하는데 반드시 가르쳐야 할 내용들을 발견하게 해주며 효과적인 교수의 순서를 찾아내게 하고 과제 조직의 효율성을 높이는 장점이 있다.

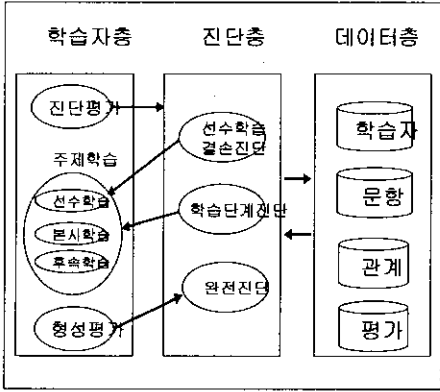
학습 위계 분석의 단계를 세분화하면 다음과 같다.

첫째, 최종적으로 얻고자 하는 결과물을 학습목표 형태로 기술한다. 둘째, 목표와 관련하여 학습자의 출발점 행동을 찾아낸다. 셋째, 제 1수준의 선수학습을 찾아낸다. 넷째, 선수학습 기술의 자세한 정도를 파악한다. 다섯째, 학습 위계를 구축한다. 여섯째, 학습 위계의 타당성을 검증한다.

3. 시스템의 설계

3.1 시스템의 전체구조

본 시스템은 크게 3개의 층으로 구분되어져 있다. <그림1>은 시스템의 전체 구조도이다.



<그림 1> 시스템의 전체 구조도

첫 번째층은 학습자가 주제학습을 하거나 평가를 제공받는 학습자 층이다.

주제학습은 각 단원의 내용별 학습단위로 선수학습, 후속학습, 본시학습으로 나뉜다.

평가는 학습자의 선수학습 결손 여부와 학습의 속도를 진단하기 위한 진단평가와 학습 내용을 공부하고 다음단계로의 분기를 결정하는 형성평가로 되어 있다.

두 번째 층은 진단평가와 형성평가의 결과를 분석하여 학습자를 진단, 판단하는 진단층이다.

선수학습 결손 여부를 판단하기 위한 진단평가는 총 15개의 평가 문항을 제공한다.

문항 구성비는 선수학습 2요소와 관련된 10문제와 본시학습에 관련된 5문제가 제공된다. 진단평가를 통해서는 선수학습에 결손이 없는지, 학습속도를 어떻게 해야하는지를 판단해 준다. 형성평가는 학습자가 학습 내용을 공부하고 완전학습을 했는가를 판단하는 평가이다. 본시 학습에 관련된 10문항이 제공되며 80% 이상의 성취를 이루었을 때 다음 단계 학습을 할 수 있도록 설계되었다. 데이터 층은 시스템에 필요한 모든 데이터를 관리하는 층으로 데이터는 학습자의 기초 정보를 저장해 놓은 학습자 테이블, 각 주제 학습별로 분류되어져 제공되는 문항테이블이 있다. 또 각 학습주제별로 선수학습을 정의한 관계 테이블과 평가 결과를 저장해 놓은 평가테이블로 구성되어 있다.

3.2 학습코드설계

학습주제는 코드값을 이용해 분류하였다. 코드화는 <표1>과 같은 규칙으로 설계되었다.

대영역은 초등학교 수학과 6개 영역을 의미한다.

중영역은 대영역 아래에서 각 대영역을 좀 더 세분화한 다음 단계의 영역을 뜻한다. 예를 들어 측정영역이라면 넓이, 부피, 시간 등으로 도형영역은 삼각형, 사각형 등으로 분리되는 영역이다. 이 영역은 10개 이상으로 나뉘어 질 수 있으므로 두 자리수를 갖는다.

소영역은 다시 중영역을 더 세분화하여 분류한 영역이다. 소영역을 대영역-중영역의 하위 영역으로만 분리하면 그 단계가

무수히 많아진다. 따라서 본 시스템을 설계할 때는 학년, 학기를 고려하면서 대, 중영역의 하위 영역으로 소영역을 분류하였다. 그렇게 분류하면 소영역의 값은 모두 한자리 값을 갖게 된다.

이렇게 2단계의 코드화 과정을 거쳐서 완성된 코드 7자리가 하나의 주제학습 코드가 된다. 진단시스템은 이 주제학습 코드를 통해 선수학습을 분석하고 평가 문제를 제공한다.

<표2> 위와 같은 코드설계법칙에 의해 생성된 코드값의 예이다.

<표1> 코드의 형태와 의미

코드 이름	형태	자리 번호	의미	예
제1코드	○△□	1: ○	학년	1,2,..6
		2: △	학기	1,2
		3: □	단원	1,2,.....
제2코드	☆○○◇	1: ☆	대영역	1,2,..6
		2~3: ○○	중영역	01,02,03,...
		4: ◇	소영역	1,2,3,

<표2> 학습주제의 코드값 예

제1코드	제2코드	의미
212	1011	받아올림이 한번 있는 두자리 + 한자리
212	1021	받아내림이 한 번 있는 두자리 - 한자리
212	1061	세 수의 혼합계산
214	1011	받아올림이 한 번 있는 두자리 + 두자리
214	1012	받아올림이 두 번 있는 두자리 + 두자리
214	1021	받아내림이 한 번 있는 두 자리 - 두자리
214	1061	세 수의 혼합계산

3.3 시스템 전체 자료 흐름

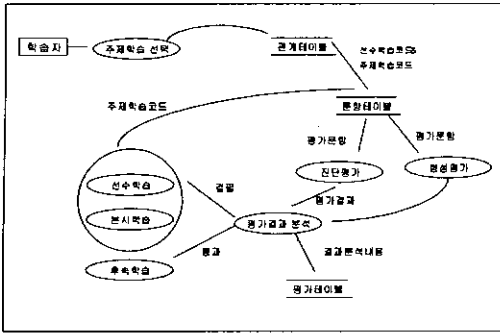
학습자가 주제학습을 선택하면 선택된 학습주제코드를 이용하여 시스템이 진행된다.

<그림2>은 시스템 내의 자료 흐름도이다.

관계테이블에는 각 학습주제코드별로 선수학습 2단계 전까지의 선수학습주제코드가 있다. 따라서 이 코드값을 가져다가 문제 테이블에서 문제들을 추출하게 된다.

문제테이블의 각 문항들로 학습주제코드별로 분류되어져있기 때문에 주제코드가 같은 문제들만을 추출할 수 있다.

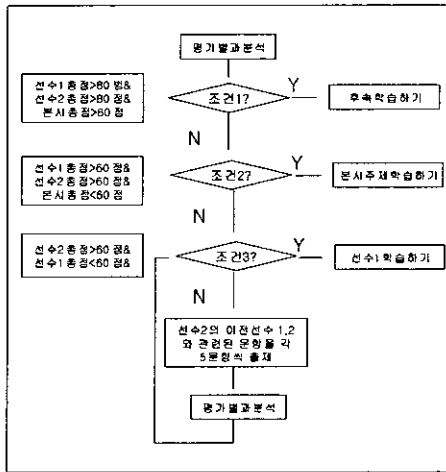
학습자가 먼저 진단평가를 거쳐서 완전학습이 판단되면 후속 학습을 하고 학습 결손이 판단되면 선수학습이나 본시학습을 다시 학습한다. 또 학습 후에는 반드시 형성 평가를 거치는데 형성평가 문제도 주제학습 코드값을 이용해서 추출된다.



<그림2> 시스템 내의 자료 흐름도

3.4 진단층의 설계

진단층은 진단평가와 형성평가 결과를 분석해서 학습자의 선행학습을 보충하거나 후속학습의 여부를 판단하는 층이다. 학습결손을 진단하는 진단층의 흐름은 <그림3>과 같다.



<그림 3> 진단층의 흐름도

진단평가를 위해 제공되는 문제는 본시학습의 선수학습1, 선수학습2, 그리고 본시학습에 관련된 문항들이다.

평가 결과를 분석하기 위한 각 조건을 표로 나타내면 <표3>과 같다. 먼저 조건 1은 완전성취 결과를 확인하는 것이다. 여기서 기준점수를 80점으로 둔 것은 심리학자 Keller의 "Keller Plan"에서 완전성취의 조건으로 삼은 80% 룰 응용한 것이다.4) 따라서 세가지 총점이 80점 이상일 때는 완전성취라고 보고 다음단계의 학습을 할 수 있다. 조건2는 선행학습의 결손은 없으나 본시학습의 이해가 부족한 경우이다. 조건 2에서는 성취율을 60점으로 하였다. 이 조건은 완전학습이 되었다고는 할 수 없으나 다음 단계의 학습을 하기에 학습결손이라고 판단하지 않는 조건이다. 조건 3은 선수학습2는 학습이 되어 있으나 본시학습의 바로 이전 선행학습인 선수학습1이 제대로 학습되지 못한 경우이다. 조건4는 선택한 학습 주제에 대하여 선수학습이 모두 결손된 경우로 선수학습의 2단계 전까지의 선수학습

문항을 제공하여 선수학습의 결손이 나타난 최초의 학습주제를 찾도록 설계되었다.

<표3> 조건에 따른 학습자 분기

조건명	조건규칙	학습분기
조건1	선수2총점 > 80점 & 선수1총점 > 80점 & 본시주제총점 > 80점	다음학습
조건2	선수2총점 > 60점 & 선수1총점 > 60점 & 본시주제총점 < 60점	본시주제학습
조건3	선수2총점 > 60점 & 선수1총점 < 60점	선수1학습
조건4	조건1,2,3이 아닐 경우	선수2의 이전선수학습과 관련된 문항 풀이

형성평가는 내용학습을 한 후에 학습내용을 잘 이해했는지를 판단하기 위해 실시하는 평가이다. 평가 문항은 10문항을 제공하고 다음 단계로 분기하기 위해서는 80점 이상의 성취율을 나타내야만 한다.

3.5 데이터층의 설계

< 표 4> 테이블의 특징

테이블명	특징
학습자	사용자 기초정보 저장, 로그인, 성적보기에 이용
관계	학습주제와 주제별 선수학습 요소 2개씩을 저장
문항	학습코드별로 문항을 저장, 코드이용 평가 문항 제공
성적	평가 결과의 누적 저장, 변화과정 확인 가능

4. 결론

현재의 학교 교육에서는 다수의 아이들을 가르치기 때문에 개별학습을 할 수가 없다. 그런데 수학과처럼 위계가 강한 교과에서 선행학습 결손이 후속학습에 큰 영향을 미친다. 이에 논문에서는 IPI를 이용한 수학과 진단 시스템을 설계 구현하였다. IPI를 수학과에 응용한 본 진단 시스템은 각 단원내의 학습주제를 학습하기 전에 학습자의 학습수준을 검토하는 진단평가를 실시한다.(진단) 그리고 그 진단결과에 따라 학습자별로 다양한 학습내용을 학습하도록 안내한다.(치방) 마지막으로 학습자가 학습내용을 완전히 학습했는가를 알아보기 위해 평가를 실시하여(평가) 이 평가를 통과했을 때 다음학습을 할 수 있도록 설계되었다. 본 시스템을 이용하면 학습 결손 보충 및 방지가 가능하고 개인의 학습 수준에 따라 학습 속도와 방법을 다양화 할 수 있다.

5. 참고문헌

[1] Benjamin S. Bloom (1971) "Individual differences in school achievement" : A vanishing point, Education at Chicago, Department and Graduate School of Education, University of Chicago.
 [2] 교육부, 초등학교 교사용 지도서, 1-가.
 [3] Harry Talmage (ed.) Systems of Individualized
 [4] Fred S. Keller, "Goodbye, Teacher..." Journal of Applied Behavior Analysis,(1968)
 [5] 허정일, 김현일, 김갑수, "자기주도적 학습을 위한 DAP 시스템의 설계 및 구현" 한국정보교육학회 학술발표 논문집 제 5권, 1호, 2000
 [6] 김현일, 허정일, 김갑수, "자기주도적 학습을 위한 웹기반 수학교학 모델 개발", 한국정보과학회 춘계학술발표 논문집, 2000