

특별 보충 과정을 위한 지능형 교육 시스템의 설계 및 구현

- 분수의 연산을 중심으로 -

김정태 . 한규정*

대전법동초등학교, 공주교육대학교 컴퓨터교육과*

요 약

기존의 CAI나 ITS 연구물은 문제 해결 과정이 일반화되어 있어, 특별한 문제를 해결하기 위해서는 학습자가 수동적인 입장을 가지고 불필요한 과정을 거쳐서 시스템의 요구에 따라 해결할 수 밖에 없었다. 결과적으로 본 연구와 같은 분수의 연산과 분야에서는 창의적이고 개별화된 문제 풀이 과정을 지원할 수 없었다.

본 연구는 보충학습자들을 위한 분수의 연산에 관한 ITS 시스템의 설계와 구현에 관한 연구이다. 본 연구는 학습 오류를 진단하고 학습 오류 상태를 학습자가 분명하게 인지할 수 있도록 안내한다. 또한 본 시스템은 학습자의 자기 주도적인 학습을 지원하며, 학습자 자신의 학습 결손을 보충할 수 있으며 또한 분수 연산 과정을 학습자의 수준에서 창의적으로 스스로 조정이 가능하다.

우리는 이 시스템이 학교 교사 부족으로 인해 보충 학습자에 대한 배려가 소홀할 수 밖에 없는 문제점이 개선됨을 보여주었고, 학습자도 이 시스템으로 인해 스스로 문제를 해결하는 능력이 신장되어 보다 높은 학습 효과를 얻는 것을 발견할 수 있었다.

A Design and Implementation of Intelligent Tutoring

System for particular supplemented Process

- The main theme is Fractional Computation -

Jungtae kim . Kyujung han*

Daejeon Peobdong Elementary School

Kongju National University of Education, Dept, of Computer Education

ABSTRACT

Conventional studies of Computer Assisted Instruction(CAI) and Intelligent Tutoring System(ITS) have been general patterns to solve problems, so to solve specialized problems, the learner which has the attitude of passiveness should to solve problems including unnecessary processing to the need of the system. Consequently, those are not support the process of creativity and individual problems for the learner to solve the fractional number operations as this study.

This study is the design and implementation of ITS on the fractional number addition and subtraction

for the supplementary student. Our system can diagnosis mistakes of learning and guide the student to know their errors of learning process automatically And our system assist the learners to study with self-initiative learning, replacement their lacking of learning and control the process of fractional addition and subtraction operation with creativity according to their level.

We showed that this system had improved problems of lacking care to supplementary student result in are not enough teachers involved their school and that the learner had achieved the higher learning effect according to the improved self-initiative learning causing this system.

1. 서론

1.1 연구의 필요성 및 목적

제 7차 교육과정은 학생의 능력, 적성, 필요, 흥미에 따라 개인차를 존중하는 기본 정신을 바탕으로, 기초·기본 교육을 충실히 하여, 학습 결손을 예방하고, 자기 주도적 학습 능력을 제고하여, 교육의 수월성을 높이고자 수준별 교육과정을 도입하게 되었다.

수학과에서도 기초·기본 교육의 충실 및 교육의 수월성 추구라는 수준별 교육과정의 취지를 살리기 위해서는 학생 개개인의 능력과 다양한 교육 내용 제시 및 학생의 능력과 요구에 맞는 다양한 교육 기회의 제공이 필수적이며 학습 방법 개선이 요구된다.

지금까지의 분수 학습을 위한 CAI나 ITS연구물들은 문제 해결 과정이 고정화되어, 학습자가 불필요한 과정을 시스템의 요구에 의해 수동적 입장에서 해결하게 되어 있어 창의적이고 개별화된 문제 풀이 과정을 지원할 수 없었다.

본 연구에서는 분수 학습 평가 과정에서 학습자 중심의 학습이 가능하고, 시스템과 학습자간에 다양한 상호 작용이 가능하도록 설계, 구현하였다. 그리고 학습 과정상에서 오류가 발생했을 때, 학습 오류를 진단하고 오류 발생시, 관련 보충학습 영역으로 이동하여 학습자 스스로 학습이 가능하도록 설계·구현하였다.

1.2 연구의 내용 및 방법

본 연구는 보충학습 대상자가 스스로 학습 내용

을 진단하고 진단 결과에 따라 자기주도적으로 학습을 할 수 있는 시스템을 개발하는 것으로 개발 내용 및 방법은 다음과 같다.

첫째, 단계형 수준별 교육과정과 관련된 이론 및 적용 방안을 살펴본다.

둘째, 시스템 설계를 위한 ITS 관련 모듈을 고찰한다.

셋째, 시스템 개발을 위한 학습 요소를 추출하고 관련 모듈을 설계·구현한다.

넷째, 시스템을 학습에 적용하고 학습 효과를 분석한다.

2. 이론적 배경

2.1 수준별 교육과정

2.1.1 수준별 교육과정의 내용

수준별 교육과정은 학생들의 능력, 적성, 필요, 흥미에 대한 개인차를 최대한 고려하여 교육과정의 차별화, 다양화를 기함으로써 학생 개개인의 성장 잠재력과 교육의 효율성을 극대화하고 나아가 자주적 생활 능력과 평생 학습의 태세를 갖춘 유능한 민주시민을 양성하는 데 그 목적이 있다[2].

수준별 교육과정은 단계형, 심화보충형, 과목선택형이 있다. 단계형 수준별 교육과정은 교과 내용 요소간의 위계가 분명하며 학습 능력의 개인차가 비교적 큰 교과인 수학, 중등 영어 교과를 학습 내용 요소의 난이도나 논리적 위계를 기준으로 조직한 것으로서 학생의 학습 속도 및 학습 능력을 고려하여 운영하는 교육과정이며, 심화 보충형 수준별 교육과정은 교과 내용이 다양한 종류의 영역으로 구성되어 있는 국어, 사회, 과학 교과와 학생 능

력의 개인차가 비교적 크지 않은 초등 영어 교과에서 기본 학습 내용을 중심으로 학습 내용의 깊이와 폭을 달리하여 적용된다. 과목 선택형 수준별 교육과정은 11, 12학년의 선택 중심 교육과정에 적용되는 교육과정으로, 학생의 능력, 적성, 필요, 관심의 차이를 반영하는 다양한 과목을 개설하여 자신의 능력 수준에 알맞은 과목을 학생 스스로가 선택할 수 있도록 구성된 교육과정이다.

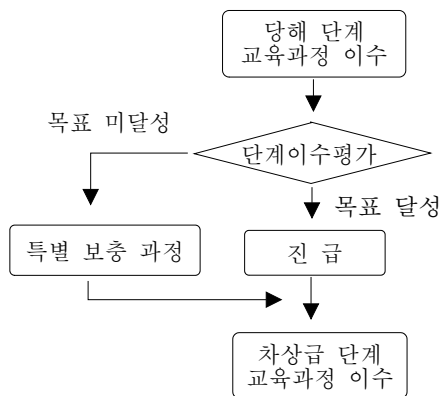
2.1.2 특별 보충 과정의 운영

단계형 수준별 교육과정은 국민 공통 기본 교과 중 수학, 영어 교과에 적용하고 있다.

단계형 수준별 교육과정의 운영에서 단계 이수 평가 결과, 목표 미달성자에 대한 학습 결손을 막기 위한 보충 학습이 필요하다.

그동안 교육과정에서는 보충학습을 의무화하지 않았으나 7차 교육과정에서는 명확하게 보충과정을 운영하도록 하였는데, 이 과정이 특별 보충 과정이다.

<그림 1>은 단계형 수준별 교육과정의 운영 절차를 나타낸 것이다[9].



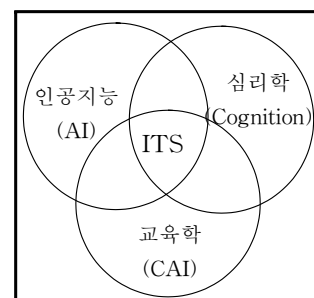
<그림 1> 단계형 수준별 교육과정 운영 절차

2.2. ITS의 개념과 구성

2.2.1 ITS의 개념

ITS는 CAI에 인공지능의 기법을 적용하여, 학습자의 수준을 진단하고, 문제 해결 과정을 추론하여

학습자 개개인의 수준에 적절한 학습 전략을 제공하므로 아동의 학습 능력에 따라 개별화 수업이 가능하며, 개개인의 학습 결손 부분을 선별적으로 교정해 줄 수 있어 많은 교육적 효과가 기대되고 있다. 이러한 ITS를 설계하고 개발하는 일은 인공지능, 심리학 및 교육학의 공통 분야에 속한다. 이 세 분야의 공통 분야를 인지 과학이라 하며, <그림 2>와 같이 ITS의 연구는 이들 세 분야의 상호 이해를 요구한다[11].



<그림 2> ITS의 영역

2.2.2 ITS의 구성

ITS는 크게 4가지 기본적인 요소로 구성되어 있다. 전문 교사가 가르칠 내용을 포함하는 전문가 모듈(Expert Module), 학생의 반응에 따라 학생의 수준 정도를 파악하여 그 학생의 수준에 대한 정확한 정보를 제공하는 학습자 모듈(Student Module), 학습자 모듈에서 이루어진 질적 평가에 따라 전문 교사가 행할 수 있는 교수 방법을 적용하는 교수 전략 모듈(Tutorial Module), 컴퓨터와 학습자간에 필요한 정보를 주고받는 인터페이스 모듈(Interface Module)로 나누어진다[11].

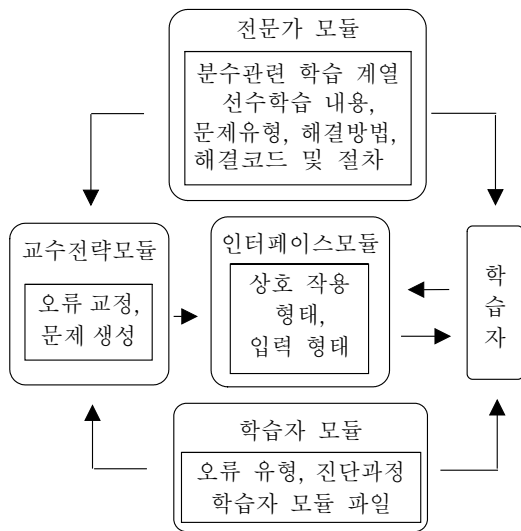
3. 특별 보충 과정을 위한 ITS 시스템 설계

3.1 설계의 기본 방향과 시스템의 구성

본 연구는 7차 교육과정 초등학교 5학년 분수 연산 영역의 보충학습과정 대상자들이 ITS 시스템을 통해 스스로 학습할 수 있도록 전문가 모듈, 교

수 전략 모듈, 학습자 모듈, 인터페이스 모듈을 설계하였다.

전문가 모듈, 학습자 모듈, 교수 전략 모듈, 인터페이스 모듈을 <그림 3>과 같이 구성하였다.



<그림 3> 모듈의 구성

3.2 전문가 모듈의 설계

3.2.1 학습 계열 및 내용

전문가 모듈은 학습해야 할 모든 내용과 학습자의 학업 성취 정도를 평가하기 위한 학습 내용, 전문가의 지식 및 해결 절차가 담겨져 있는 모듈이다. 즉 분수의 덧셈과 뺄셈 지도에서 꼭 가르쳐야 하거나 지도되어야 할 부분을 전문 지식 모듈로 구성하였다.

분수는 3가 단계에서 분수의 개념학습이 시작되고 6나 단계까지 분수 관련 연산 학습이 이루어진다[2].

본 시스템은 5가 단계, 단원5. 분수의 덧셈과 뺄셈 부분을 중심으로 설계·구현하였다.

보충학습 대상자는 대부분 학습 결손이 바로 전 단계만이 아니라 관련 요소를 학습하는 기초 단계까지 학습 범위가 넓어지기 마련이므로 선수 학습 내용을 모듈에 포함하였다.

3.2.2 문제 유형

분수의 덧셈은 <표 1>과 같이 14개 유형으로 되어 있으며, 분수의 뺄셈은 <표 2>와 같이 11개 유형으로 구성되어 있다[3],[4],[5],[6],[7],[8].

<표 1> 분수의 덧셈

단계	문제 유형	학습 내용			
		형 태	동분모	이분모	받아 올림
4가	1	진분수+진분수	○		
	2	대분수+대분수	○		
	3	진분수+대분수	○		
4나	4	진분수+진분수	○		○
	5	대분수+대분수	○		○
	6	진분수+대분수	○		○
	7	자연수+진분수			
	8	자연수+대분수			
5가	9	진분수+진분수		○	
	10	대분수+대분수		○	
	11	진분수+대분수		○	
	12	진분수+진분수		○	○
	13	대분수+대분수		○	○
	14	진분수+대분수		○	○

<표 2> 분수의 뺄셈

단계	문제 유형	학습 내용			
		형 태	동분모	이분모	받아 내림
4가	1	진분수-진분수	○		
	2	대분수-대분수	○		
	3	대분수-진분수	○		
4나	4	자연수-진분수	○		○
	5	대분수-진분수	○		○
	6	대분수-대분수	○		○
5가	7	진분수-진분수		○	
	8	대분수-대분수		○	
	9	대분수-대분수		○	○
	10	대분수-진분수		○	○
	11	혼합			

3.2.3 문제 해결 방법

분수의 덧셈 연산은 자연수의 합, 통분, 분자의 합, 받아 올림 등의 능력이 요구된다. 학습자의 이러한 능력을 시스템이 평가하기 위해 <표 3>과 같이 해결 방법을 설계하였고, 분수의 뺄셈 연산의 경우는 <표 4>와 같이 설계하였다.

<표 3> 분수의 덧셈 : $m\frac{b}{a} + n\frac{d}{c}$

유형	자연수의 합(S)	통분(L)	분자의 합(P)	받아올림	비고
1	/	/	b+d	/	m=0, n=0, a=c
2	m+n	/	b+d	/	a=c
3	n	/	b+d	/	m=0, a=c
4	/	/	b+d	int{P/m}	m=0, n=0
5	m+n	/	b+d	S+int{P/m}	a=c
6	n	/	b+d	S+int{P/m}	a=c
7	m	/	d	/	b=0, a=c
8	m+n	/	d	/	b=0, a=0
9	/	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	/	m=0, n=0
10	m+n	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	/	
11	n	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	/	m=0
12	/	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	int{P/m}	m=0, n=0
13	m+n	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	S+int{P/L}	
14	m	b, d의 LCM	(L/a×b)+(L/c×d)	S+int{P/L}	m=0

<표 4> 분수의 뺄셈 : $m\frac{b}{a} - n\frac{d}{c}$

유형	자연수의 차(S)	통분(L)	받아내림(D)	분자의차(P)	비고
1	/	/	/	b-d	m=0, b=0, a=c
2	m-n	/	/	b-d	a=c
3	m	/	/	b-d	m=0, a=c
4	m-1	c	a+b	D-d	c=0, b=0, n=0
5	m-1	a	a+b	D-d	a=c

6	(m-n)-1	a	a+b	D-d	a=c
7	/	a,c의 LCM		(L/a×b)-(L/c×d)	m=0, b=0
8	m-n	a,c의 LCM		(L/a×b)-(L/c×d)	
9	(m-n)-1	a,c의 LCM	L+b	D-(L/c×d)	
10	m-1	a,c의 LCM	L+b	D-(L/c×d)	n=0

3.3 학습자 모듈의 설계

본 연구에서는 수학과 분수의 덧셈 및 뺄셈이 지식의 구조화, 계열화가 비교적 용이한 영역이기 때문에 학습자의 학습 출발점 진단 및 해석, 오류 유형을 구축하여 학습자의 오류를 치료할 수 있는 오류 모델(Buggy Model)[14]을 사용하였다.

분수의 연산은 통분, 약분, 최대공배수, 최소공배수, 자연수의 가·감·승·제 연산을 토대로 복합적으로 이루어지는 계산 문제이다. 따라서 학습자들이 많은 오류를 일으킬 수 있으며, 이러한 오류는 시스템 구축에서 학습자 모듈의 바탕이 될 수 있다 [13].

3.3.1 오류의 유형 분류

분수의 덧셈, 뺄셈 연산과정에서 학습자들은 많은 오류를 경험하게 되는데, 발생하는 오류의 내용은 <표 5>, <표 6>과 같다.

이러한 오류의 유형을 학습자의 모듈 파일에 누적 저장하여 학습자의 상태를 정확하게 진단하여 학습자의 반응을 전문가 모듈과 비교하여 교수 전략 모듈에서 피드백의 내용을 결정하는 자료로 이용하였다

<표 5> 분수의 덧셈 오류 코드표

코드	오류의 내용	오류의 유형
e11	분모가 같거나 통분되어 분자끼리 더해야 하는 과정에서의 오류	덧셈오류
e12	더한 값이 기약분수가 아니어서 약분을 해야하는 오류	약분오류
e13	서로소인 두 분모에서 통분을 하는 과정에서의 오류	통분오류

e14	배수를 이용하여 통분하여야 하는 과정에서의 오류	통분오류
e15	두 분모의 최소공배수를 구하여 통분하는 과정에서의 오류	통분오류
e16	더한 값이 가분수여서 대분수로 고쳐주어야 하는 과정에서의 오류	전환오류
e17	대분수끼리의 덧셈에서 자연수를 더해 주는 과정에서의 오류	덧셈오류
e18	대분수와 대분수를 더한 값이 가분수여서 대분수로 고치는 과정에서의 오류	전환오류

<표 6> 분수의 뺄셈 오류 코드 표

코드	오류의 내용	오류의 유형
e21	분모가 같거나 통분되어 분자끼리 빼는 과정에서의 오류	뺄셈오류
e22	뺄셈 값이 기약분수가 아니어서 약분을 해야하는 오류	약분오류
e23	서로소인 두 분모에서 통분을 하는 과정에서의 오류	통분오류
e24	배수를 이용하여 통분하여야 하는 과정에서의 오류	통분오류
e25	두 분모의 최소공배수를 구하여 통분하는 과정에서의 오류	통분오류
e26	피감수의 분수 부분이 작아 받아내림하는 과정에서의 오류	전환오류
e27	대분수끼리의 뺄셈에서 자연수를 빼는 과정에서의 오류	뺄셈오류

3.3.2 오류의 진단 과정

<표 7>은 오류 진단 알고리즘이다. 알고리즘을 통해 추출한 값과 인터페이스 모듈을 통해 학습자가 입력한 값을 비교하여 시스템이 진단하도록 하였다.

학습자가 분수를 입력하면 통분오류를 체크하고, 이상이 없으면, 약분오류를, 다시 이상이 없으면 받아 올림이나 받아 내림의 이상 여부에 대한 전환 오류를 체크하도록 설계하였다.

<표 7> 오류 진단 알고리즘

```

if 분모 <> LCM
    통분오류=통분오류+통분오류 '통분오류
if 분모 <> LCM
    통분오류=통분오류+통분오류 '통분오류
  
```

```

else
    분자/GCM>1 and LCM/GCM>1
    약분오류=약분오류+약분오류 '약분오류
else
    분자>LCM
    전환오류=전환오류+전환오류 '전환오류
endif
  
```

3.3.3 학습자 모듈 파일

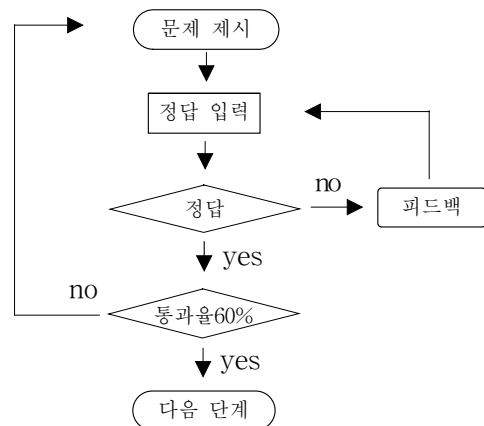
학습자는 학습을 진행하면서 범하는 오류들을 학습자 모듈 파일에 누적 저장하여 학습자의 지식 상태를 파악할 수 있도록 설계하였다. 학습자가 문제를 해결하는 과정에서 입력하는 값을 전문가 모듈의 해결 과정과 비교하여 오류를 범할 경우 오류 횟수를 누적시키는 방법을 이용하였으며, 누적 자료들은 학습 결과를 제시할 때에 학습자에게 오류의 내용을 인식, 부족한 학습이 가능하도록 하였으며 모듈 파일의 구조는 <표 8>과 같이 설계하였다.

<표 8> 학습자 모듈 저장 파일의 구조

필드	name	e1	e2	e3	e4	e5	s	t
길이	10	3	3	3	3	3	2	3
내용	이름	덧셈오류	뺄셈오류	전환오류	약분오류	통분오류	학습상황	점수

3.4 교수전략 모듈의 설계

3.4.1 문제의 오류 교정



<그림 4> 문제의 오류 교정

<그림 4>와 같이 한 단계의 문제를 3회 이상 연속하여 오류를 발생하거나 전체의 60% 이상을 통과하지 못하면 오류 유형에 따라 피드백을 제공하고 다시 학습하도록 하였다.

3.4.2 문제의 생성 방법

기존의 CAI는 학습 과정이 고정화되어 있어, 한 두 번의 반복 학습으로 학습의 결과가 인지되어 학습에 큰 도움이 되지 못하였다. 본 시스템은 같은 유형의 문제의 반복 학습시, 문제 생성을 각각의 조건에 맞게 컴퓨터의 난수 발생을 응용하여 새로운 문제가 생성되도록 설계하였다. 유형별 문제 생성은 <표 8>, <표 9>와 같이 하되 특별 보충과정이므로 문제 수준을 고려하여 설계하였다.

(1) 분수의 덧셈

<표 8> 분수의 덧셈 : $m\frac{b}{a} + n\frac{d}{c}$

유형	생성 조건(아래 조건 이면 다시 난수 발생)
1	b>=a or d>=a or b+d>a
2	m=0 or n=0 or b>=a or d>=a or b+d>a
3	a=rnd(2,9), b=rnd(1,9), d=rnd(1,9) n=0 or b>=a or d>=a or b+d>a
4	b>=a or d>=a or b+d<a
5	m=0 or n=0 or b>=a or d>=a or b+d<a
6	n=0 or b>=a or d>=c or b+d<a
7	d>=c
8	m=0 or n=0 or d>=c
9	call 최소공배수[10] a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)× b+(LCM/c)×d>LCM
10	call 최소공배수 m=0 or n=0 or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)×b+(LCM/c)×d>LCM
11	call 최소공배수 n=0 or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)× b+(LCM/c)×d>LCM
12	a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)× b+(LCM/c)×d<LCM

13	call 최소공배수 m=0 or n=0 or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)×b+(LCM/c)×d<LCM
14	call 최소공배수 n=0 or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)× b+(LCM/c)×d<LCM

(2) 분수의 뺄셈

<표 9> 분수의 뺄셈 : $m\frac{b}{a} - n\frac{d}{a}$

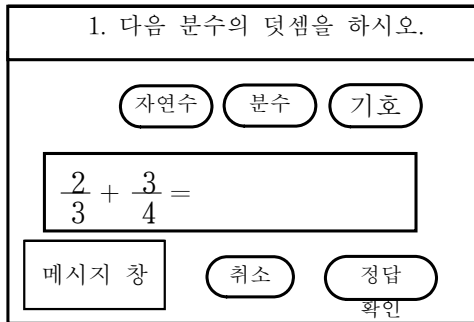
유형	생성 조건(아래 조건 이면 다시 난수 발생)
1	b>=a or d>=a or b+d>a
2	m=0 or n=0 or m<n or b>=a or d>=a b<d
3	m=0 or b>=a or d>=a or b<d
4	m=0 or d>=c
5	m=0 or b>=a or d>=a or b<d
6	m=0 or n=0 or m<n or b>=a or d>=a or b<d
7	call 최소공배수 a=c or b>=a or d>=c or b<d or (LCM/a)×b-(LCM/c)×d<0
8	call 최소공배수 m=0 or n=0 or m<n or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)×b-(LCM/c)×d<0
9	call 최소공배수 m=0 or n=0 or m<n or a=c or b>=a or d>=c or (LCM/a)×b-(LCM/c)×d>=0
10	call 최소공배수 m=0 or a=c or b>=a or d>=c or b>=d or (LCM/a)×b-(LCM/c)×d>=0

3.5 인터페이스 모듈의 설계

인터페이스 모듈을 통하여 컴퓨터에 자료를 입력시키면 컴퓨터는 시스템 안에서 진단 모듈을 통하여 처리되고, 그 결과나 산출된 자료를 사용자에게 제공하여 준다. 인터페이스 모듈이 비능률적으로 설계되면 전체적인 교육의 효율성이 떨어지게 되고, 잘 설계된 인터페이스 모듈은 ITS의 효과를 증진시킬 수 있다[12].

인터페이스 모듈을 <그림 5>와 같이 구현하였다. 학습자는 입력 상태에서 자연수, 분수, 기호, 취소 모듈을 선택적으로 호출하여 사용할 수 있다.

따라서 학습자는 고정된 입력 형식을 벗어나 학습자의 수준에 적합하게 풀이 과정을 전개할 수 있다.



<그림 5> 인터페이스 화면

4. 특별 보충 과정을 위한 ITS 시스템의 구현

4.1 구현 환경

<표 10>은 본 시스템의 구현 환경이다.

<표 10> 구현 환경

구분	사양
시스템	펜티엄 IV 1GB
운영체제	한글윈도우2000
해상도	800 × 600
개발 언어	PASS 2000(V2.0)
그래픽 편집	포토샵

4.2 구현 화면

4.2.1 메뉴 화면



<그림 6> 큰 메뉴 화면

큰 메뉴 화면으로, 진단평가, 분수의 덧셈, 분수의 뺄셈, 학습 종료 메뉴로 구성되어 있다.

4.2.2 진단평가 결과 화면



<그림 7> 진단평가 결과 화면

진단 평가 결과 화면으로 점수와 관련 문제 정답 여부를 제공해준다. 부족한 내용 영역을 클릭하면 관련 학습이 가능한 모듈로 이동시켜주고, '나가기' 버튼을 클릭하면 큰 메뉴 화면으로 이동된다.

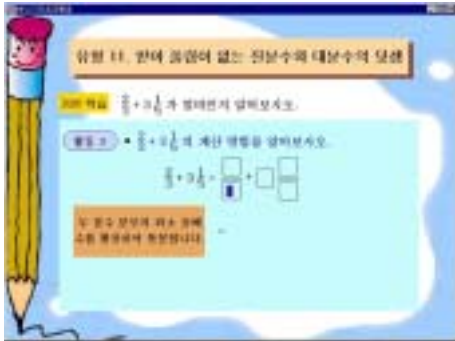
4.2.3 기본학습 화면



<그림 8> 덧셈 메뉴 화면

분수의 덧셈 학습 내용을 선택하면 나타나는 메뉴 화면으로 분모가 다른 진분수의 덧셈, 분모가 다른 대분수의 덧셈, 분모가 다른 진분수와 대분수의 덧셈, 받아 올림이 있는 분모가 다른 진분수의 덧셈, 받아 올림이 있는 분모가 다른 대분수의 덧셈, 받아 올림이 있는 분모가 다른 진분수의 대분수의 덧셈 등 여섯 가지 형태의 기본 학습과 관련 평가 문제 메뉴로 되어 있다. '앞 메뉴'로 버튼을

클릭하면 큰 메뉴 화면으로 이동된다. 뽀셈도 네 가지 형태의 기본 학습과 평가 문제로 같은 형식으로 구성하였다.



<그림 9> 덧셈 기본 학습 화면

덧셈 기본학습 화면으로, 학생들이 스스로 학습이 가능하도록 자세히 안내해 주며, 풀이 과정에서 3회의 피드백을 주되, 마지막회에서는 정답을 제시하여 준다. 뽀셈의 경우도 같은 형식으로 구성하였다.

4.2.4 형성평가 화면



<그림 10> 형성평가 화면

학생들의 자유로운 입력이 가능하게 구현하였으며, 대분수입력은 ‘자연수’ 버튼과 ‘분수입력’ 버튼을 활용, 조합하여 입력하도록 하였다. ‘취소’ 버튼은 입력 내용이 삭제되고 초기 입력상태로 바꾸어 주므로 처음부터 과정을 재입력할 수 있도록 하여 주고, ‘정답확인’ 버튼을 클릭하면 입력 내용과 시스템의 내용을 비교하여 정,오답 메시지와 입력 과정에서의 오류 내용의 분석을 통해 오류 내용을 제

시해 주고, 3회까지 풀 수 있도록 하였다.

4.2.5 형성평가 결과 화면



<그림 11> 형성평가 결과 화면

평가가 끝나면 제시되는 학습 결과 화면이다. 학습자의 이름과 오류 내용을 제시하여 부족한 내용을 다시 학습하도록 안내하도록 구성하였다.

5. 시스템의 적용 및 학습 효과 분석

5.1 시스템의 적용

본 시스템을 <표 11>과 같이 세 가지 방법으로 학습에 적용하였다. 일반 수업에서 심화 학습 대상자와 보충학습 대상자에게 적용하였으며, 학기가 종료된 후 단계 이수 평가를 실시, 기준에 도달하지 못한 특별 보충 과정 대상자에게 본 시스템을 적용하였다.

<표 11> 시스템 적용

일반 수업		특별 보충 과정
심화학습	보충학습	
-진단평가	-진단평가	-단계 이수 평가 -보충학습(시스템 활용) -보충학습 평가
-교수-학습활동	-교수-학습활동	
-형성평가	-형성평가	
-심화 학습	-보충 학습	
• 비교군 : 학습지	• 비교군 : 학습지	
• 실험군 : 시스템	• 실험군 : 시스템	
-심화학습 평가	-보충학습 평가	

5.2 학습 효과 분석

5.2.1 심화 학습

단위 수업 시간에 기본 학습 종료 후 평가를 실시하여 목표에 도달한 학생 중에서 학습 도달도가 비슷한 학생들을 두 집단으로 분류하여 비교군(N=30)은 학습지를 적용하였고, 실험군(N=30)은 본 시스템을 적용하였다.

비교군의 경우는 적용 전 42.73%에서 적용 후에는 57.27%로 향상율이 14.54%인 반면, 실험군의 경우, 적용 전에는 40.91%, 적용 후에는 76.36%로 향상율이 35.49%로 높게 나타났다.

5.2.2 보충 학습

단위 수업 시간에 기본 학습 종료 후 평가를 실시하여 목표(60%)에 도달하지 못한 학생들을 학습 도달도가 비슷하게 두 집단으로 분류하여 비교군(N=30)은 학습지를 적용하였고, 실험군(N=30)은 본 시스템을 적용하였다.

비교군과 실험군 모두 복습과정으로 학습전의 통과율이 심화학습에 비해 높게 나타났다.

비교군 경우에는 52.5%에서 70%로 17.5% 향상된 것으로 나타났으며, 실험군의 경우에는 53.27%에서 80.91%로 향상율이 27.64%로 매우 높게 나타났다.

5.2.3 특별 보충 과정 대상자

5학년 1학기가 종료된 후, 5학년 전체 학생을 대상으로 단계 이수 평가를 실시하고, 통과율이 60% 이하인 학생들(N=45)을 특별 보충과정 대상자로 선정, 분수의 덧셈과 뺄셈 부분만 평가를 실시한 결과, 통과율이 61.12%로 나타났으며, 이들을 대상으로 본 시스템을 적용한 후에 다시 분수의 덧셈과 뺄셈에 대한 평가를 실시한 결과 통과율이 77.27%로 16.15%의 향상이 이루어졌다.

6. 결론

교육 현장은 교사 1인당 학생수가 매우 많고, 또

업무량의 증가로 수준별 교육과정의 도입의 취지에 맞는 학생 개인차를 고려한 수업이 거의 불가능하다 해도 과언이 아니다. 이러한 교육 현장의 어려움을 해결할 수 있는 대안의 하나로 지능형 교육 시스템을 들 수 있다.

이에 본 연구는 인공 지능형 교육시스템을 적용, 보충학습 대상자를 위한 분수의 덧셈과 뺄셈 시스템을 설계, 구현하였다.

분수의 연산에서 범하기 쉬운 오류 요소를 파악하고 그에 따른 효과적인 지도 방법을 모색하기 위해 다음과 같은 연구를 수행하였다.

첫째, 분수의 덧셈과 뺄셈의 개념을 이해하고 연산을 하기 위한 전문가를 모듈을 설계하였다.

둘째, 분수의 덧셈과 뺄셈을 하는 과정에서 학습자가 범하는 오류를 분석하고, 지식 상태를 알 수 있도록 학습자 모듈을 설계하였다.

셋째, 학습을 하는 과정에서 학습자 모듈의 판단에 따라 최적의 문제 수준과 지도 수준을 결정하는 교수 전략 모듈을 설계하였다.

넷째, 학습자 학습하는 동안 학습자와 컴퓨터 사이에 필요한 정보를 주고받을 수 있는 인터페이스를 설계하였다.

다섯째, 구현된 시스템을 학습자에게 적용하여 시스템의 효율성을 연구하였다.

이 시스템은 오류 내용을 분석, 제시하여 주므로 자기 주도적으로 학습이 가능하며, 분수 연산 과정을 학습자의 수준에서 학습 과정의 생략이 가능하므로 학습자가 창의적으로 전개해 나갈 수 있다.

본 시스템을 심화 학습, 보충 학습 및 보충 과정에 적용한 결과 모두 효과가 현저히 높게 나타났다.

본 시스템은 학습자의 학업성취력 향상은 물론 학습자 스스로 문제를 해결하는 자기주도적 학습 능력이 신장되고, 보충 학습 대상자에 대한 배려가 가능할 것으로 여겨진다.

【참고 문헌】

- [1] 교육부(1997), 초·중등학교 교육과정
- [2] 교육인적자원부(2000), 교육과정 연구학교 운영 자료
- [3] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 3-가
- [4] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 3-나
- [5] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 4-가
- [6] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 4-나
- [7] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 5-가
- [8] 교육인적자원부(2001), 초등학교 교사용 지도서 수학 5-나
- [9] 류연수(1999), “초등학교에서의 수준별 교육과정 어떻게 준비할 것인가?” 초등교육과정 연구계 4호 한국 초등교육과정연구회, pp. 26-29
- [10] 서병태(1999), 분수 연산을 위한 진단 모듈의 설계 및 구현, 인하대학교 석사학위논문
- [11] 이기호, 최영미(1992), 지능형 교육시스템 개론, 교학사
- [12] 이필호(1992), “개별화 학습을 위한 곱셈 학습 ITS의 설계와 구현”, 인하대학교 석사학위논문
- [13] 조종선(1994), “분수학습에 있어서 덧셈 연산용 ICAI의 개발”, 한국대학교 교육대학원 석사학위논문
- [14] Javaid, K(1987), “The Development of CAI, An Export System In Education”, East Carolina Univ

저자 소개

김정태



1981년 공주교육대학 2년 졸업
1988년 공주교육대학교 졸업(교육학 학사)
2003년 공주교육대학교 초등 컴퓨터교육과 졸업
현재, 대전범동초등학교 교사
관심분야 : 학습 콘텐츠

한규정



중앙대학교 컴퓨터공학과 공학 박사
현재, 공주교육대학교 컴퓨터 교육과 교수
관심분야 : 웹기반 교육, 컴퓨터 교수설계