

KEDI에서 개발된 수학과 CAI 프로그램에 관한 소개

황 혜 정(한국교육개발원)

교육부에서는 1987년 말 장기적인 안목으로 컴퓨터 교육을 강화하기 위한 방안을 수립하여 1988년부터 국민학교, 중학교, 일반계 고등학교를 중심으로 컴퓨터 교육을 시행하였다. 이에 더해 한국교육개발원에서는 1988년부터 교육용 CAI 프로그램을 개발·보급하기 시작하였고, 현재 개발된 CAI 프로그램의 수는 400여편에 이르고 있다. 특히 수학교과와 경우, 매년 20편 내외의 수학과 CAI 프로그램이 개발되어 현재 개발 편수는 102편에 이르고 있다. 그럼에도 불구하고, 일선 현장 교사들은 현재 한국교육개발원에서 개발된 프로그램이 얼마나 되는지 또 어떤 학년에 어떤 내용이 담겨 있는지에 대해 잘 모르고 있는 실정이다(한중하 외, 1993; 김영민 외, 1993).

이런 상황에서 교사들이 수학을 교수하는데 CAI 프로그램을 활용하도록 권고하거나 기대하는 것은 무리일 것이다. 이에 따라, 이미 개발된 CAI 프로그램 및 활용 방법에 대한 홍보는 질 높은 소프트웨어의 개발만큼이나 중요한 의미를 갖고 있으며 또한 무엇보다 시급한 일이라 하겠다. 이를 위하여 필자는 한국교육개발원에서 개발되어온 수학과 CAI 프로그램에 대하여 소개하고자 한다. 우선, 수학과 CAI 프로그램을 포함한 전반적인 교육용 소프트웨어의 연구 개발 사업의 개요와 방향에 관하여 간략하게 소개할 것이다. 그리고, 수학과 CAI 프로그램의 체계를 살펴 보고 각 유형별로 한 프로그램씩을 그 예로 제시하여 이에 관해 실연 설명할 것이다. 또, '89-'94년도에 개발된 모든 수학과 CAI 프로그램들의 목록을 제시하고자 한다.

I. '94 교육용 소프트웨어 연구 개발 사업의 개요¹⁾

1. 사업의 배경 및 목적

이 연구 사업은 정보화 사회에 대비하기 위한 범정부적 차원에서 마련된 “학교 컴퓨터 교육 강화 방안 (교육부, 1987.12)”, “학교 컴퓨터 교육 지원 추진 계획(교육부, 1989.7)”, “학교 컴퓨터 교육 지원 추진 개선 방안(교육부, 1992.6)”의 일환으로 추진되는 사업으로서, 1988년도부터 추진하고 있는 교육용 소프트웨어 연구 개발 계획에 따른 6년차 사업이다.

1) I장에 제시된 내용은 지난 3월 24일 한국교육개발원에서 개최된 “1994년도 교육용 소프트웨어 개발 환경 협의회”의 자료 중 일부를 발췌한 것이다.

이 사업은 국·중·고등 학교용 교육용 소프트웨어를 연구 개발 보급하고 있으며 그 목적은 다음과 같이 요약할 수 있다.

- 컴퓨터 보조 수업(CAI) 프로그램을 활용한 효율적인 교수·학습 운영 지원
- 정보화 사회에 대처할 수 있는 학생의 정보 활용 능력 고양
- 학교의 컴퓨터 활용 영역 확대
- 교육용 소프트웨어에 대한 사회적 요구 수용

이러한 목적을 달성하기 위하여 연구 사업에서는 학교 현장에서 필요로하는 질 높은 교육용 소프트웨어를 개발 보급하고자 최선의 노력을 기울이고 있으며, 그 일환으로 교육용 소프트웨어 개발에 충실을 기하고, 그동안의 개발 및 활용상에서 나타난 의견을 반영하며, 교육용 소프트웨어 개발 영역을 다양화하며, 개발 및 활용에 관련된 기초 연구를 수행하고 소프트웨어의 연구 개발에 반영한다. 특히, 교육용 소프트웨어의 질 향상을 위한 자체 심의 평가 활동을 지속적으로 병행할 예정이다.

2. 연구 개발 사업 추진의 방향

- (1) 교육용 소프트웨어 개발 및 활용에 관련된 기초 연구를 수행하고, 이를 바탕으로 하여 소프트웨어를 개발한다.
 - 새로운 교육용 소프트웨어 유형 개발
 - 교육용 소프트웨어 연구 개발 장기 발전 방안 연구
 - 교육용 소프트웨어 활용 방안 연구
 - 교무 지원 소프트웨어 개발을 위한 데이터베이스 설계 연구
- (2) 교육용 소프트웨어의 개발 영역을 다양화한다.
 - 관련 교과 영역 확대
 - 문제해결능력 신장, 사고력 신장, 컴퓨터 소양 증진등을 위한 프로그램 개발
 - 새로운 형태의 교무 지원용 프로그램 개발
- (3) 개발 및 활용상에서 나타난 의견을 반영한다.
 - 현장 학교의 의견 수렴
 - 시범·연구 학교와의 교류 확대
 - 개발 기간의 융통성 부여
 - 시험 적용 학교 운영
- (4) 프로그램의 운영 환경을 고려한다.
 - 프로그램 운영 환경의 다양화(Mono, VGA, LAN 등의 환경을 고려)
 - 프로그램의 호환성 유지
- (5) 교육용 소프트웨어의 질 향상을 지속적으로 추구한다.

- 자체 심의 평가 활동의 강화
- 지속적인 프로그램의 수정 개발 보급 추진
- 프로그램의 기능 향상을 위한 모듈화

3. 연구 사업의 내용 및 절차

- (1) 문헌 연구 및 기초 연구 : 생략
- (2) 교육용 소프트웨어 및 활용 지침서 개발

연구 사업 내용	수행 방법
○ 개발 방향 수립 및 주제 선정	○ 선행 연구 결과 및 사용자 요구 분석 ○ 수집된 교육용 소프트웨어의 분석 ○ 개발 환경의 분석 ○ 프로그램 주제 선정 ○ 전문가 검토
○ 수업 설계 및 내용구성 원고 작성	○ 문헌 및 선행 연구 결과 고찰 ○ 주제별 수업 설계 및 내용구성 원고작성 ○ 전문가 검토
○ 시스템 플로우 작성 및 프로그래밍	○ 프로그램 개발 환경 검토 ○ 주제별 시스템 플로우 작성 ○ 전문가 검토 및 검토 내용 반영 ○ 프로그래밍 및 디버깅 ○ 시험 적용 ○ 프로그램 수정 보완
○ 활용 지침서 개발	○ 활용 지침서 작성 ○ 전문가 검토 및 검토 내용 반영
○ 자체 심의 평가 활동	○ 사업의 단계별 심의 평가 ○ 검토 내용 반영

3) 지도 보급 : 생략

4. 교육용 소프트웨어 개발의 기본 방향

교육부의 “학교 컴퓨터 교육 지원 추진 계획(교육부, 1989.7)”에서 제시한 교육용 소프트웨어 개발의 기본 방향에 따라 본 연구 사업에서의 교육용 소프트웨어 개발의 기본 방향을 다음과 같이 설정한다.

① 기본 컴퓨터가 교육 매체로서 갖는 장점을 이용하여 학습 효과를 높일 수 있는 내용을 우선적으로 개발한다.

② 이 연구 사업에서 개발되는 프로그램은 교육과정에 근거한 교과 목표 달성에 기여할 수 있도록 하되, 단위 수업의 교과 내용 지도만으로는 달성하기 어려운 일반적인

목표를 구현할 수 있는 주제도 함께 선정하여 이것을 프로그램으로 개발한다.

- 〈예〉 · 기초 학습 능력 신장을 위한 프로그램
· 사고력 신장을 위한 프로그램
· 탐구 능력 신장을 위한 프로그램
· 문제 해결 능력 신장을 위한 프로그램
· 컴퓨터 소양 증진을 위한 프로그램 등

③ 활용 학년 및 활용 시기가 편중되지 않도록 내용을 선정하여 가능한 많은 학생들이 보다 자주 프로그램을 활용할 수 있도록 개발한다.

④ 교육용 프로그램의 활용 시기와 방법을 획일적으로 고정시키지 않고 다양하게 제시하여 각 프로그램별로 활용의 특성을 살리도록 개발한다. 또한, 학교에서 정규 수업(특별 활동 포함) 시간이나 자율 학습에도 활용할 수 있도록 내용을 구성한다.

⑤ 프로그램의 전개는 교수·학습 이론에 터하여 프로그램마다 그 특성을 살리되, 활용 시기 및 활용 목적을 고려하여 개발한다.

⑥ 학습자의 특성을 고려하여 다양한 피드백을 주며, 학습 속도나 진행을 학습자의 능력에 따라 스스로 조절할 수 있도록 학습자의 통제 및 개별화된 학습을 고려하여 개발한다.

5. 개발 영역 및 편수

(1) 개발 영역

“학교 컴퓨터 교육 지원·추진 계획(교육부, 1989)”에 터하여 개발 영역을 다음과 같이 정한다.

① 교과 프로그램

교과 학습 목표 달성에 도움을 줄 수 있도록 하기 위하여 교과 내용을 충실히 반영하는 프로그램을 개발한다.

- 국민 학교 : 국어, 사회, 산수, 자연, 실과
- 중·고등 학교 : 국어, 사회, 수학, 과학, 실업, 영어

② 특별 활동 프로그램

교육의 일반 목표 달성에 기여할 수 있도록 하기 위하여 단위 수업 시간 내용과 직접적으로 연관되지 않거나, 여러 교과의 내용이 통합되어 특정 교과로 한정짓기 어려운 주제의 프로그램을 개발한다. 개인의 적성과 소질의 개발에 기여할 수 있도록 하기 위한 컴퓨터반에서의 활용을 목적으로 하는 특별 활동 프로그램을 개발한다.

③ 교무 지원 프로그램

학교 업무를 지원할 수 있는 프로그램으로 학교 업무의 전산화에 기여할 수 있

도록 개발한다.

④ 저작 도구 프로그램

교육용 소프트웨어는 전문적인 프로그래머에 의해서만 개발되는 것이 아니라 현장 교사들이 직접 손쉽게 교육용 소프트웨어를 개발함으로써 그들의 요구에 맞는 학습 프로그램들이 개발되어야 한다. 그러므로 현장 교사가 프로그래밍의 기술적인 제한을 적게 받으면서보다 간편하고 효과적인 교육용 소프트웨어를 개발할 수 있는 새로운 프로그래밍 도구인 저작 도구(authoring tool)가 필요하다. 이에 따라 교육용 소프트웨어의 다양성에 기여하고 자발적인 개발을 촉진시키기 위하여 교육용 저작 도구를 지속적으로 수정·보완하고 전문가용 프로그램을 개발한다.

(2) 개발 편수

금년도 KEDI에서 개발할 교육용 소프트웨어의 개발 편수는 다음과 같다. 여기서 한 편은 학습 단원의 부분이나 하나의 학습 주제를 소프트웨어화한 것으로 디스켓 1장(360KB) 내외의 분량을 말한다. 그리고 특별 활동과 국어, 사회, 영어 교과 프로그램은 활용 대상의 폭을 넓게 개발하고, 특히 교무지원용 프로그램은 가능한한 학교급의 제한 없이 사용할 수 있도록 개발할 예정이다.

구 분	국 민 학 교			중 학 교			고등 학교	공 용	계 (편)
	4학년	5학년	6학년	1학년	2학년	3학년			
국어 교과	4			1			1		6
사회 교과	2	2	2	2					8
수학 교과	2	2	3	3	3	3	4		20
과학 교과	2	3	2	2	2	2	3		16
실업 교과	2	2	2	2	2	3	6		19
영어 교과				4					4
특별 활동	4			7			4		15
교무 지원								2	2
총 계	35			35			18	2	90

6. 개발 환경

금년도 KEDI에서 개발되는 모든 CAI 프로그램(교무 지원용 프로그램 제외)에 대한 환경은 교육용 컴퓨터(16 bit) 및 KS C 5601코드를 준수한 VGA 컴퓨터이며, 보다 자세한 사항은 다음과 같다.

항 목	학생용 컴퓨터	교사용 컴퓨터	비 고
기본 시스템	교육용 컴퓨터(XT)	교육용 컴퓨터(AT)	KS 표시 전기종
CPU	INTEL 8088 계열	INTEL 80286 계열	180386, 180486
Memory(RAM)	640 KB (512 KB)	1 MB	1 MBytes 이상
보조 기억 장치	1 FDD 및 2 FDD	1 FDD 및 HDD	FDD는 5.25"
Graphic Board	KS C 5601 및 5842	좌 동	Herc, VGA
DOS	MS-DOS 3.20이상 호환	좌 동	K-DOS 3.32호환
LAN에서의 운용	교육용 LAN의 W.S.	좌 동	
사용 Language	모든 프로그래밍 언어	좌 동	저작 언어 가능
VGA에서의 운용	640x480 모드에서 운영	좌 동	단색, 컬러 운영
프로그램 사용자	학교 수업 및 개인용	좌 동	
프로그램 크기	360 KB 내외	좌 동	

II. 수학과 CAI 프로그램의 개발 현황

교육용 소프트웨어 개발의 기본 방향, 수학과 교과 목표 및 특성, 현장 교사의 요구, 한국교육개발원의 수업 과정 일반 모형에 기초하여 수학과 CAI 프로그램의 개발 방향과 주제 선정 기준을 다음과 같이 설정하였다.

1. 수학과 CAI 프로그램 개발의 기본 방향

(1) 준비 학습의 강화

어떤 학습 과제의 선수 학습에 대하여 학습 결손이 있는 학생들에게는 교정 학습을 할 수 있도록 하고, 충분한 학습이 이루어진 학생들에게는 선수 학습 요소를 확인하거나 예습을 할 수 있도록 하여야 한다. 그러나, 학교 현장의 여러 가지 현실을 고려해 볼 때, 이러한 활동을 한다는 것은 여간 어려운 일이 아닐 것이다. 따라서, CAI 프로그램을 통한 준비 학습은 계획된 수업에서 학생들의 누적적인 학습 결손으로 인한 학습

실패를 미연에 방지하여 완전 학습을 이룰 수 있도록 할 것이다.

(2) 반복 연습 기회의 확대

수학 교과목의 특성은 논리적인 사고를 통하여 문제를 해결하는 능력을 형성하는 데 있으므로 그 초점이 수학적 개념과 원리의 이해에 있음은 명백하다. 그러나, 경우에 따라서는 이러한 이해와 활용을 돕기 위한 수학적 기능의 습득을 위해 적절한 반복 연습이 필요하다. 이러한 반복 연습은 자칫하면 지루함과 심증을 느끼게 하고 나아가 수학에 대한 흥미마저 저하시킬 우려가 있다. 그러나, CAI 프로그램을 통한 반복 연습은 적절한 피드백의 제시와 자료의 처리 및 개별화에 따른 분지의 다양화로 그러한 문제점을 어느 정도 해결할 수 있을 것이다. 또한 컴퓨터의 애니메이션, 그림, 음향 등을 이용하여 반복 연습의 지루함을 덜어 줄 것이다.

(3) 수학적 개념, 원리 이해의 강화

수학적 기본 지식은 학습자로 하여금 일상 생활 현상의 기초가 되는 개념이나 원리 또는 법칙을 수학적으로 관찰하고 분석하며 조직하는 경험을 갖게 해 준다. 이러한 수학적 기본 지식은 학습자 개개인의 필요와 능력에 따른 적절하고 타당한 처치 및 교수 방법에 의하여 획득될 수 있다. 이에 컴퓨터 보조 학습은 수학적 기본 지식의 획득에 유용한 학습 방법 중의 하나일 것이며, 이것은 다양한 제시 기법을 통하여 학습 내용을 반복적으로 전달해 주고 학습자의 학습 수준을 진단하여 최적의 학습 경로를 제공해 학습자와의 개별적인 상호 작용을 가능하게 할 것이다.

(4) 개별화된 보충·심화 학습 기회의 확대

학습자의 능력차가 심한 현재의 다인수 학습 체계 속에서 개별화 학습을 할 수 있도록 하는 학습 보조 자료가 필요하며, CAI 프로그램은 이를 성취하기 위한 가장 효과적인 방법 중의 하나이다. 따라서 학생 개개인의 학습 능력에 따라 학습 속도를 조절하고 학업 성취도에 따라 보충 또는 심화 학습에 해당되는 내용을 제공할 것이다.

(5) 합리적 문제 해결 태도 함양과 문제 해결력 신장

수학은 학생들에게 문제를 해결하는 과정에서 수학적으로 사고하는 방법을 지도하는 것, 즉 문제 해결력 신장을 강조하고 있다. 따라서, 합리적으로 문제를 해결해 가는 태도와 능력을 길러주기 위해 여러 가지 다양한 구체물을 다루는 외적인 활동으로부터 그를 통해 얻어지는 내적인 사고 활동을 강화하고 다양한 문제 해결 전략을 경험할 수 있는 기회를 제공해야 한다. 이와 같이 학교 수학에서 문제 해결력의 신장에 대한 중요성이 강조되고 있으나, 실제 수업 현장에서는 이를 위한 문제해결 전략 학습의 기회를 갖기가 어려운 실정이다. 이에 CAI 프로그램은 컴퓨터의 특성인 그래픽과 애니메이션 기능, 자료 저장 기능 등을 이용하여 다양한 문제해결 전략 학습의 기회를 줄 것이다.

(6) 수학에 대한 흥미와 태도 함양

수학 학습에 대한 내적인 학습 동기 유발, 흥미와 관심을 증진시키기 위하여 컴퓨터의 애니메이션, 음향 기능을 이용하여 학습 내용을 다양하게 제시하고, 수학적으로 사고하는 태도를 갖게 하기 위하여 수학 학습 내용과 실생활과의 관련성 및 구체적인 예 등을 이용하여 학습하는 기회를 제공할 것이다.

2. 수학과 CAI 프로그램의 주제 및 내용 선정 기준

① 수학과 교육과정의 목표와 내용 영역을 토대로 지금까지 개발된 프로그램들과의 연계성을 고려하여 주제를 선정한다.

② 학교 현장의 현실적 요구를 고려하여 적절한 내용을 선정하고, 활용 시기 및 활용 학년이 편중되지 않게 가급적 학생들이 꾸준히 컴퓨터를 접할 수 있도록 한다.

③ 내용별로는 선수 학습, 현 학습, 후속 학습 등의 수업 시간에서의 활용 용도를 구분하여 주제를 선정한다.

④ 단위 수업의 교과 내용 지도만으로는 달성하기 어려운 일반 목표를 구현할 수 있는 주제를 일부 선정하여 프로그램화한다. (예: 기초 학습 능력 신장, 문제 해결력 신장 등)

⑤ 수학적 사고력을 신장시킬 수 있고, 수학적 개념 및 원리를 습득하게 할 수 있는 교육 매체로서의 컴퓨터의 특성을 살리고 이에 적절한 주제를 선정한다.

⑥ 가능한 한 한 차시 수업에 활용할 수 있도록 프로그램의 내용을 구성하고 프로그램의 용량은 5.25인치 디스켓(360KB) 한 장에 담겨지도록 한다.

3. '94년도 수학과 CAI 프로그램 개발 예정 프로그램

교육용 프로그램의 유형은 여러 가지 구분 방법이 있으나, 수학과 CAI 프로그램을 비롯하여 KEDI에서 개발되는 모든 교육용 소프트웨어(교무 지원 프로그램 제외)는 개인 교수형, 모의 실험형, 반복 연습형, 게임형, 자료 제시형, 도구형으로 구분한다. 특히, 본 연구에서 개발하는 프로그램은 여러 가지 유형이 복합적으로 활용된 것이 특징이다.

금년도에 개발될 20편의 수학과 CAI 프로그램들을 위의 유형에 따라 제시해 보면 다음과 같다. 단, 각 프로그램마다 가장 많이 활용한 프로그램 유형을 ○로, 두 번째로 많이 활용한 프로그램 유형을 △로 표시한다. 아래 표의 프로그램 유형 란에 제시된 기호의 의미는 다음과 같다.

- Tu : 개인 교수형 (Tutorial)
- Si : 모의 실험용 (Simulation)
- DP : 반복 연습용 (Drill & Practice)
- Ga : 교육용 게임형 (Game)

DB : 자료 제시형 (Data Base)

학교급	교과명	학년	프로그램명	프로그램 유형				
				Tu	Si	DP	Ga	DB
국민학교	산수	4	평형	○		△		
			평면도형 만들기			△	○	
		5	직육면체의 전개도	○		△		
			학습 총정리 (4) - 도형			○		△
		6	원그래프	○		△		
			표와 그래프의 총정리		○			△
	식 세우기			○	△			
중학교	수학	1	원과 부채꼴	△	○			
			자료를 정리하자	○				△
			작도 해 보자	△		○		
		2	부등식의 활용	△		○		
			도형의 합동	○		△		
			확률	○	△			
		3	자료의 비교	○				△
			x 이야기	○	△			
			삼각비의 활용	△		○		
고등학교	일반 수학	유리함수와 무리함수의 그래프	○	△				
		지수함수	△		○			
	수학 I	수열의 극한과 무한급수	○		△			
	수학 II	벡터의 응용	○		△			
총 계				20편				

III. 수학과 CAI 프로그램의 기본 체제

수학과 CAI 프로그램의 체제는 수업의 절차적 의미에 의한 분류로써 크게 준비 학습용, 수학적 개념·원리 학습용, 수학적 기능의 반복 연습용, 확인 학습용(형성 평가용), 총정리를 위한 문제 풀이용, 수학적 문제 해결력 신장을 위한 문제 풀이용의 6가지로 나뉜다.

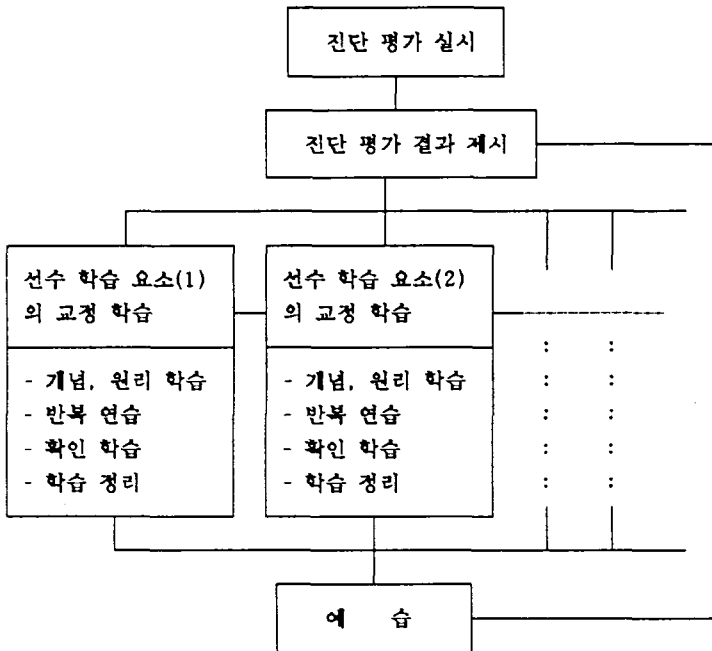
1. 준비 학습용

(1) 프로그램의 목표

한 단원(학교급에 따라 중단원 또는 대단원)을 학습하기 전에 미리 알고 있어야 할 선수 학습 요소에 대하여 학생 개개인의 학습 결손 부분을 진단하고 그에 따라 적절한 교정 학습을 할 수 있도록 한다.

(2) 프로그램의 구조

프로그램의 구조를 도식화하면 다음과 같다.



① 진단 학습의 실시

본 학습 과제에 대한 선수 학습 요소를 추출하여 이에 대한 진단 검사를 실시한

다. 이때 진단 검사는 제한 시간을 주어 실시하고, 각 선수 학습 요소에 대한 진단 문항은 4~5개 정도로 한다. 또, 필요에 따라 프로그램에 계산기의 기능을 포함시켜 이를 활용할 수 있게 한다.

② 진단 학습 결과 제시

각 문항에 대한 학생들의 반응의 정·오를 전체적으로 보여 주고, 학생 개개인의 선수 학습 요소에 대한 학습 결손 부분을 알려 준다. 이때, 한 학습 요소에 대한 결손의 판단은 기준 지향적 측정(criterion-referenced-measure)에 의하여 70-80% 정도 미만으로 한다.

③ 교정 학습 실시

㉞ 교정이 필요한 개념·원리의 학습은 구체적 수준에서 실시하며 예제를 제시하여 반복 연습을 할 수 있게 한다.

예제에서 문제를 풀 기회는 2회 정도로 한다.

1회 오답시에는 오답의 메시지만을 제시하고 한번 더 문제 풀 기회를 주고 2회 오답시에는 풀이와 정답을 제시한다.

정답시에는 정답 메시지를 제시하고 풀이를 볼 수 있는 기회를 준다.

㉟ 문제 풀이 위주의 확인 학습을 실시한다.

문제의 답을 입력할 기회는 2회 정도로 한다.

1회 오답시에는 적절한 도움말을, 2회 오답시에는 풀이와 정답을 제시한다.

정답시에는 정답 메시지를 제시하고 풀이를 볼 수 있는 기회를 준다.

주어진 문제를 모두 풀면 문제 푼 결과가 제시된다.

㊱ 학습을 정리해 주고 다음 학습 요소를 알려 준다.

④ 본 학습에 대한 연습 실시

이 프로그램은 준비 학습이 목적이므로 주어진 시간 안에 최소한 교정 학습까지는 이뤄져야 한다. 이때, 학습 결손이 없거나 적은 학생들은 남은 시간을 이용하여 본 학습에 대한 연습을 실시하도록 한다. 단, 연습의 양은 정규 수업의 반 정도로 한다.

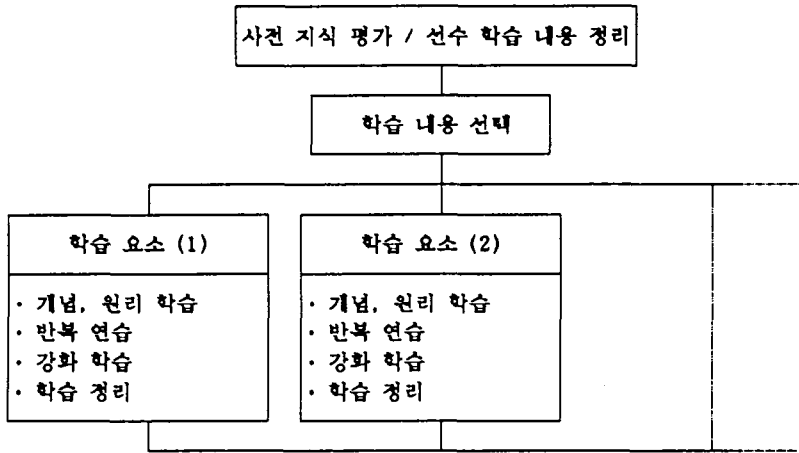
2. 수학적 개념, 원리 학습용

(1) 프로그램의 목표

이 프로그램은 수학적 원리나 법칙, 또는 개념을 이해하게 하고 학습자의 수준과 선택에 따라 반복 연습 및 확인 학습의 기회를 줌으로서, 학생들이 학습한 내용을 그들의 지식의 일부로 수용할 수 있도록 한다.

(2) 프로그램의 구조

프로그램의 구조를 도식화하면 다음과 같다.



① 사전 지식 평가

학습할 내용에 대한 사전 지식의 습득 정도를 평가하거나 또는 선수 학습 내용을 정리하여 제시한다. 사전 지식 평가시, 각 학습 요소에 대한 평가 문항은 3~4개로 한다.

② 학습 내용 선택

프로그램을 통하여 학습할 수 있는 학습 요소를 제시해 주고, (교사의 지시에 따라) 학생들이 학습할 내용을 선택하게 한다. 단, 학습 요소가 하나일 경우에는 선택할 필요없이 곧바로 진행할 수 있도록 한다.

③ 본 학습 실시

㉗ 해당 학습 요소의 개념이나 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 컴퓨터의 특성을 살려 학습 내용과 예제를 제시한다.

㉘ 학습 요소에 따라 학습을 강화하기 위한 연습 문제 및 발전 문제(또는 핵심 문제)를 제시한다 (이 문제의 제시 조건은 준비 학습용의 교정 학습시 실시되는 확인 학습의 문제의 것과 동일함).

㉙ 학습자가 제시된 모든 문제의 반 이상 풀었을 때, 그 성취도가 80% 이상인 경우, 문제를 계속해서 더 풀지의 여부를 묻고 더 풀기를 원하면 문제를 계속 제시하고, 그렇지 않을 경우에는 학습 정리를 제시한다.

3. 수학적 기능의 반복 연습용

(1) 프로그램의 목표

IV. '89-'94년도 수학과 CAI 프로그램 목록

다음에는 금년도 개발 예정인 20편의 수학과 CAI 프로그램을 비롯하여 '89-'93년도 KEDI에서 개발한 모든 수학과 CAI 프로그램을 소개한다. 그리고, III장에서 제시한 6가지 유형의 수학과 CAI 프로그램의 유형 중, 각 프로그램이 해당되는 것을 다음과 같이 약자로 제시한다. 단, 프로그램명 자체에 '총정리' 단어가 포함된 경우에는 그 프로그램이 총정리용임이 명백하므로 '총정리용'이라고 명시하는 것을 생략한다.

- 수학적 개념, 원리 학습용 : 개념학습용
- 수학적 기능의 반복 연습형 : 반복연습용
- 확인 학습용 : 형성평가용
- 준비 학습용 : 준비학습용
- 총정리를 위한 문제 풀이용 : 총정리용
- 수학적 문제 해결력 신장용 : 문제해결용

한편, 1989년과 1990년도 수학과 CAI 프로그램 중에서 *에 해당되는 일부 주제는 16 Bit PC용 및 8bit PC용 기종에서 사용할 수 있도록 개발하였다. 8bit PC용 소프트웨어는 MSX, Apple, SPC의 세 가지 종류로 개발하였다.

<국민학교 수학 4학년>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 큰 수						
2. 연산		자연수의 덧셈 (반복연습용) 자연수의 뺄셈 (반복연습용) 자연수의 곱셈 (반복연습용) 자연수의 나눗셈 (반복연습용)	자연수의 혼합계산(1) (반복연습용)	자연수의 혼합계산(2) (반복연습용)		
3. 각과 각도						
4. 수직과 평행					수직과 수선 (기념학습용)	평행 (기념학습용)
5. 분수						
6. 소수의 덧셈과 뺄셈			소수의 덧셈과 뺄셈 (반복연습용)			
7. 평면도형의 넓이	직사각형의 넓이 (기념학습용)	삼각형의 넓이 (확인학습용)		평면도형의 넓이(1) (총정리용)		
8. 시간				시간셈 (반복연습용)		
9. 표와 그래프						
10. 여러 가지 문제	모양판 맞추기* (문제해결용)		길 찾아가기 (문제해결용)		무게만큼 수 선하기 (문제해결용)	평면도형 맞추기 (문제해결용)

<국민학교 5학년>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 집합						
2. 배수와 약수	배수와 약수 (기념학습용)				학습총정리(1) -수	
3. 분수와 소수		약분과 통분 (준비학습용)				
4. 분수의 연산		분수의 덧셈 (기념학습용)	분수의 덧셈(1) (반복연습용) 분수의 곱셈(1) (반복연습용)		학습총정리(2) -분수의 계산	
5. 소수의 나눗셈				소수의 곱셈 (반복연습용)	학습총정리(3) -소수의 계산	
6. 도형의 합성						학습총정리(4) -도형
7. 평면도형의 넓이				평면도형의 넓이(2) (총정리용)		
8. 직육면체의 성질						
9. 직육면체의 겹침과 부피			직육면체의 겹침과 부피 (확인학습용)			직육면체의 전개도 (기념학습용)
10. 삼각과 근사값						
11. 자료의 정리						
12. 좌표와 그래프	좌표와 그래프 (기념학습용)					
13. 비와 비율						
14. 여러 가지 문제		모양 만들기 (문제해결용)				

<국민학교 수학 6학년>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 거듭제곱						
2. 정수						
3. 분수 소수의 나눗셈		분수의 나눗셈 (준비학습용)				
4. 분수와 소수의 계산					분수와 소수의 혼합계산 (반복연습용)	
5. 방정식						
6. 도형의 합성				도형의 합성 (기념학습용)		

7. 원의 넓이	(원)의 넓이 (기념학습용)				평면도형의 넓이(3) (기념학습용)	
8. 인제도형						
9. 기둥의 부피와 면적			원기둥의 부피 (준비학습용)			
10. 피라미드의 부피						
11. 아핀수와 아핀성						
12. 비유클리프					피그리프 (기념학습용)	원그리프 (기념학습용)
13. 정비례와 반비례						
14. 비례식과 연비		비례식 풀이 (기념학습용)				
15. 도수분포표 와 그래프	도수분포표와 히스토그램 (기념학습용)					표와 그래프의 총정리
16. 경우의 수						
17. 여러 가지 문제		천육면체의 기수 세기 (문제해결용)	입체도형 만들기 (문제해결용)	여러 가지 문제 풀기(1) (문제해결용)	여러 가지 문제 풀기(2) (문제해결용)	식 세우기
		학습총정리(1)	학습총정리(2)			

<중학교 1학년 수학>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 집합						
2. 기수법			기수법(1) (기념학습용)			
3. 압수와 배수						
4. 정수		정수의 덧셈 과 뺄셈 (준비학습용)	정수의 곱셈 과 나눗셈 (확인학습용)			
5. 유리수				유리수의 덧셈과 뺄셈 (반복연습용)		
6. 식의 계산		식의 값과 계산 (확인학습용)				
7. 일차방정식 의 풀이	일차방정식 의 풀이* (반복연습용)					
8. 함수와 그래프						
9. 자료의 정리						자료를 정리하 자. 상의도수와 누계도수 (기념학습용)
10. 도형의 기초						작도해 보자 (기념학습용)
11. 평면도형의 성질					삼각형의 성질 (기념학습용)	원과 부채꼴 (기념학습용)
12. 입체도형의 성질		복의 부피 (기념학습용)		구의 부피와 적체의 부피 (기념학습용)	입체도형의 적체와 부피 (총정리용)	
13. 도형의 관찰						

<중학교 2학년 수학>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 유리수와 소수 표현						
2. 근사값						
3. 식의 계산			지수법칙(1) (기념학습용)	다항식의 곱셈과 나눗셈 (기념학습용)		
4. 연립방정식의 풀이		연립방정식의 풀이 (준비학습용)		연립일차방정식의 활용 (반복연습용)		
5. 부등식의 풀이		일차부등식의 풀이 (확인학습용)		연립부등식의 풀이 (반복연습용)	부등식의 활용 (반복연습용)	
6. 일차함수와 그래프			일차함수의 그래프(정면과 기울기) (기념학습용)		직선의 방정식 (기념학습용)	
7. 좌표의 뜻과 계산						좌표 (기념학습용)
8. 도형의 합동						도형의 합동 (기념학습용)
9. 도형의 판별						

<중학교 3학년 수학>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 실수						
2. 식의 계산	다항식의 곱셈 (확인학습용)	인수분해(1) (확인학습용)	인수분해(2) (확인학습용)	인수분해(3) (확인학습용)		
3. 이차방정식			이차방정식의 풀이(1) (기념학습용)			
4. 이차함수와 그래프					이차함수의 그래프 (기념학습용)	
5. 통계						자료의 비교 (기념학습용)
6. 피타고라스의 정리				피타고라스의 정리 (기념학습용)	피타고라스의 정리의 활용(1) (반복연습용)	
7. 원의 성질						주입각 (기념학습용)
8. 삼각비			삼각비(1) (기념학습용)			삼각비의 활용 (반복연습용)
		학습총정리(1)				

<고등학교 일반수학>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 권함과 명제		필요조건과 충분조건과 (기념학습용)				
2. 실수와 복소수						
3. 다항식						
4. 유리식과 무리식				유리식과 무리식의 총정리		
5. 방정식	이차방정식과 이차부등식 (반복연습용)					
6. 부등식						
7. 지수와 로그			로그의 성질 (기념학습용)			
8. 함수					역함수 (기념학습용)	
9. 유리함수와 무리함수						유리함수와 무리함수의 그래프 (기념학습용)
10. 지수함수와 로그함수						지수함수 (확인학습용)
11. 삼각함수				삼각함수의 기초 (기념학습용)	삼각함수의 성질(1) (기념학습용)	
12. 명제와 표						
13. 직선의 방정식						
14. 원의 방정식						
15. 도형의 이동			평행이동 (기념학습용)	대칭이동 (기념학습용)		
16. 부등식의 응용						
		학습총정리				

<고등학교 수학 I>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 행렬						
2. 수열		수열 (기념학습용)				
3. 극한						수열의 극한과 수열의 극수 (기념학습용)
4. 미분함수의 미분법						
5. 미분함수의 적분법				구분구적법 (기념학습용)		
6. 순열과 조합			순열(1) (기념학습용)		조합 (기념학습용)	
7. 확률						
8. 통계						
		학습총정리(1)				

<고등학교 수학 II>

영역/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
1. 방정식						
2. 부등식					부등식의 총정리(1)	
3. 일차변환 과 행렬						
4. 삼각함수 와 복소수						
5. 함수의 극한						
6. 미분법						
7. 적분법						
8. 이차곡선				타원(1) (기법학습용)		
9. 공간도형						
10. 공간좌표						
11. 벡터						벡터의 응용 (기법 학습용)
			학습총정리(1)			

학교급/년도	1989	1990	1991	1992	1993	1994
국민학교	9	15	9	8	8	7
중학교	5	10	7	6	6	9
고등학교	2	3	4	5	4	4
합계(102편)	16	28	20	19	18	20

IV. 수학과 CAI프로그램의 예시

이 장에서는 III장에서 제시한 6가지 유형의 수학과 CAI 프로그램의 기본 체제에 따라, 각 유형에 해당되는 프로그램을 한 편씩 간단히 소개하기로 한다.

1. 정수의 덧셈과 뺄셈(준비 학습용)

(1) 프로그램의 개관

이 프로그램은 중학교 1학년에 다뤄지는 「정수」 영역에 관한 것으로 1990년에 개발되었다. 이 프로그램은 학교 현장에서 진단 학습 단계에 활용할 수 있는 준비 학습용으로, 정수의 덧셈과 뺄셈의 선수 학습 요소인 주어진 정수의 절대값을 구할 수 있는가, 절대값의 합·차를 구할 수 있는가를 진단하여 그 결과에 따라 교정 학습을 실시하거나 정수의 덧셈에 대한 연습을 할 수 있도록 하였다.

(2) 프로그램의 목표

<진단 검사>

- ① 주어진 정수의 절대값을 구할 수 있는가?
- ② 주어진 정수의 절대값의 합·차를 구할 수 있는가?

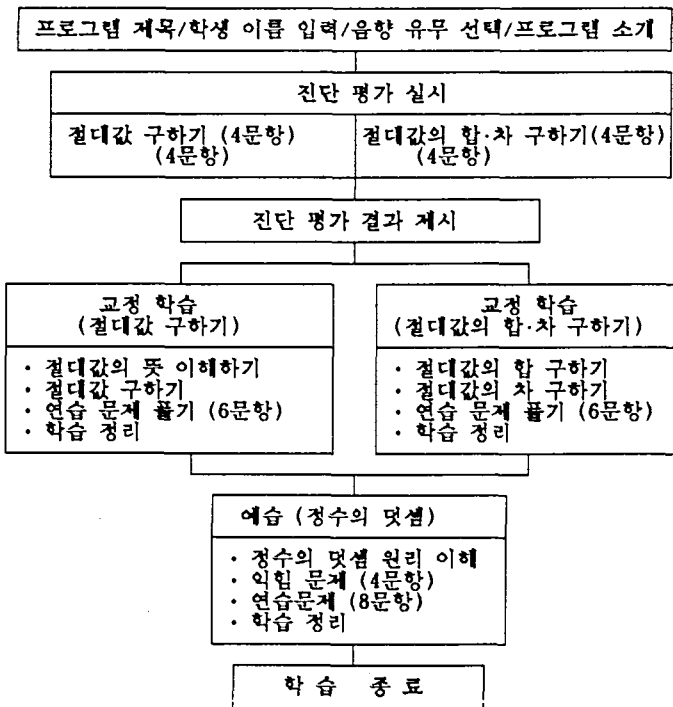
<교정 학습>

- ① 절대값의 뜻을 이해하고 주어진 정수의 절대값을 구할 수 있다.
- ② 주어진 두 정수의 절대값의 합·차를 구할 수 있다.

<예습>

- ① 정수의 덧셈 원리를 알고, 정수의 덧셈을 할 수 있다.

(3) 프로그램의 구조



2. 평행이동 (수학적 개념, 원리용)

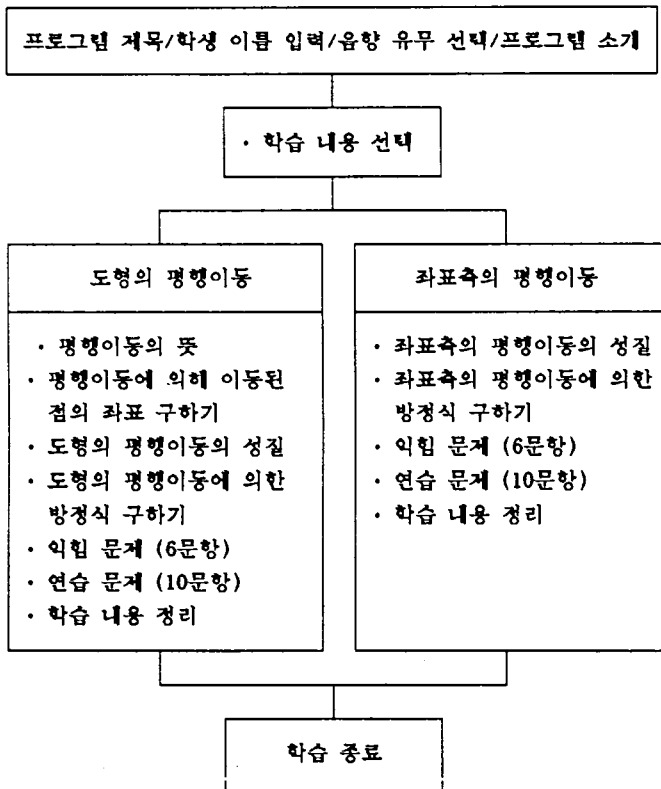
(1) 프로그램의 개관

이 프로그램은 고등학교 일반 수학의 「평행이동」 영역에 관한 것으로 1991년에 개발되었다.

(2) 프로그램의 목표

- ① 평행이동의 뜻을 알고, 평행이동에 의한 점의 좌표를 구할 수 있다.
- ② 도형의 평행이동의 뜻을 알고, 평행이동에 의한 도형의 방정식을 구할 수 있다.
- ③ 좌표축의 평행이동의 뜻을 알고, 새로운 좌표축에 대한 도형의 방정식을 구할 수 있다.

(3) 프로그램의 구조



3. 분수와 소수의 혼합 계산 (수학적 기능의 반복 연습용)

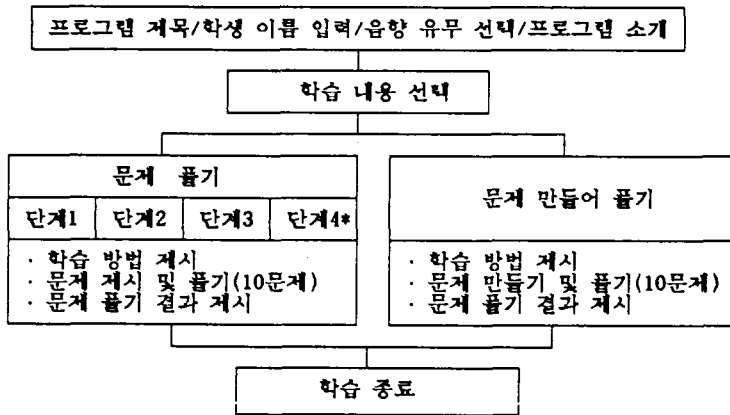
(1) 프로그램의 개관

이 프로그램은 국민학교 6학년 2학기에 다뤄지는 「분수와 소수의 혼합 계산」 영역에 관한 것으로 1993년에 개발되었다. 이 프로그램은 분수와 소수의 혼합 계산의 능력을 숙달시키고 “문제 만들어 풀기”를 통하여 문제의 이해력을 신장시키는데 그 목표를 두었다. 이러한 목적을 위하여 이 프로그램은 크게 “문제 풀기”와 “문제 만들어 풀기”로 나누어져 있다. “문제 풀기”는 분수와 소수의 혼합 계산에 대한 문제가 4 단계로 되어 있고, “문제 만들어 풀기”는 학습자 스스로 문제를 만들어 저장할 수 있고 그 문제를 다시 풀어볼 수 있도록 하였다.

(2) 프로그램의 목표

① 분수와 소수의 사칙 혼합 계산을 신속하고 정확하게 할 수 있다.

(3) 프로그램의 구조



위의 표에서 *의 학습 내용은 문제의 유형에 따라 다음과 같이 4단계로 구분하였다.

단계 1 : (소수) ÷ (분수), (분수) ÷ (소수)

단계 2 : 분수와 소수에 대한 (x, ÷, +), (x, ÷, -)의 혼합 계산

단계 3 : 분수와 소수에 대한 (+, +, -), (+, x, -)의 혼합 계산

단계 4 : 분수와 소수의 사칙 혼합 계산

4. 정수의 곱셈과 나눗셈(확인 학습용)

(1) 프로그램의 개관

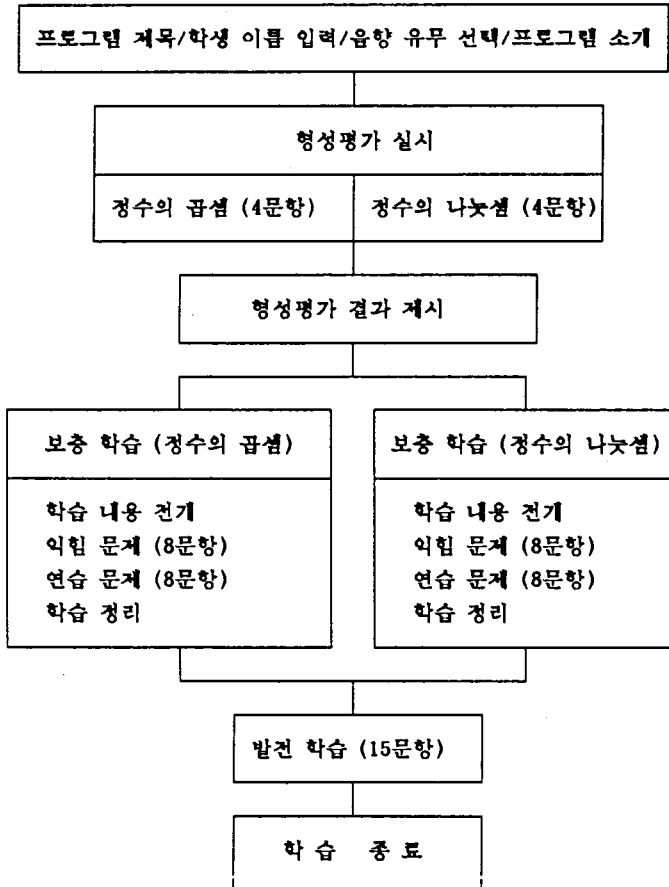
이 프로그램은 중학교 1학년에서 다뤄지는 「정수의 곱셈과 나눗셈」 영역에 관한 것으로 1991년도에 개발되었다. 이 프로그램은 정수의 곱셈과 나눗셈에 대한 학습이 끝난 후에 학습의 도달 정도를 확인하기 위한 목적으로 개발된 것으로써, 우선 정수의 곱셈과 나눗셈에 대한 형성 평가를 실시하고 그 결과에 따라 보충 학습 또는 발전 학습을

할 수 있도록 하였다.

(2) 프로그램의 목표

- ① 정수의 곱셈의 원리를 알고, 정수의 곱셈을 할 수 있다.
- ② 정수의 나눗셈의 원리를 알고, 정수의 나눗셈을 할 수 있다.

(3) 프로그램의 구조



5. 학습 총정리 (1) (총정리를 위한 문제 풀이용)

(1) 프로그램의 개관

이 프로그램은 고등 학교 수학 II에서 다루어지는 모든 단원에 관한 것으로 1991년도에 개발되었다. 이 프로그램은 1988년도부터 1990년도까지 대입 학력 고사에 출제된 문

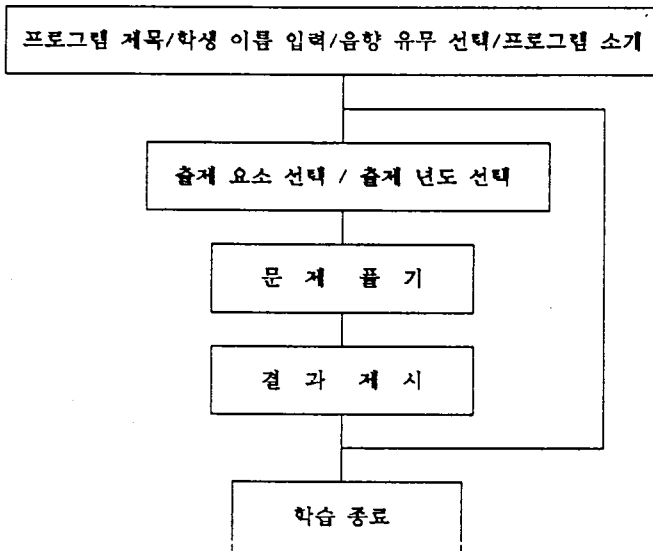
제 중에서 수학 II의 내용에 관련된 문제들로 구성되었다(단, 수학 I의 내용과 중복된 것은 제외). 이 프로그램의 학습 내용은 출제 요소별, 출제 년도별로 나누어져 있으며, 학생의 선택에 따라 학습할 수 있도록 구성되어 있다. 출제 요소와 발췌한 문제 수는 다음과 같다.

	도형의 방정식	방정식과 부등식	행렬	공간도형과 벡터	삼각함수와 복소수	극한	미분	적분	통계
1988	1	1	1	3	1	3	2	2	1
1989	1	1	1	5	2	1	3	3	·
1990	1	2	1	3	3	2	2	2	1
계	3	4	3	11	6	6	7	7	2

(2) 프로그램의 목표

① 수학 II의 학습 내용을 총정리할 수 있게 한다.

(3) 프로그램의 구조



6. 무게 만큼 추 선택하기 (수학적 문제 해결력 신장용)

(1) 프로그램의 개관

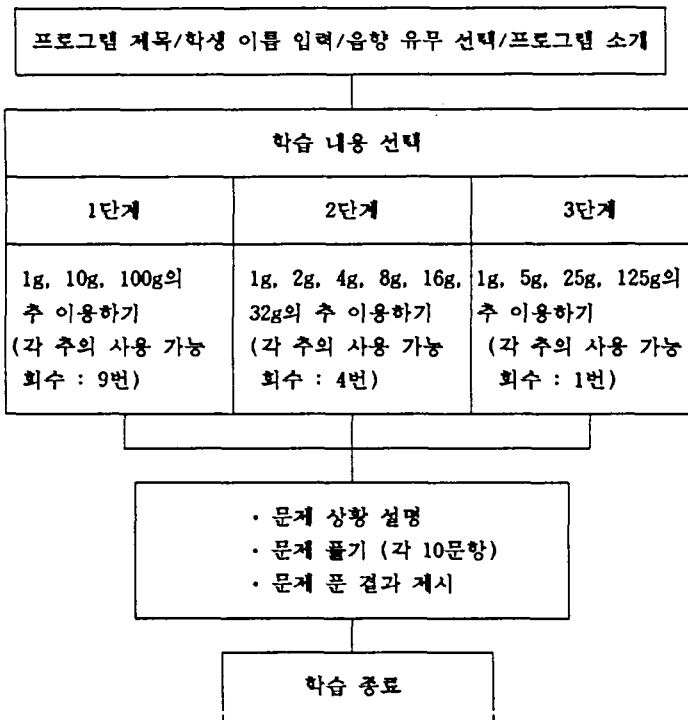
이 프로그램은 국민 학교 4학년 2학기에 다뤄지는 「여러 가지 문제」 단원과 관련된 것으로 1993년도에 개발되었다. 이 프로그램의 학습 내용은 추의 종류와 문제 상황에 따라 세 가지로 나뉘어져 있으며 이것은 학습자의 선택에 따라 진행될 수 있다. 특히, 이 프로그램은 문제 해결 전략 중에서 '예상과 확인' 전략을 습득하는데 유용하게 사용될 수 있다.

(2) 프로그램의 목표

이 프로그램은 수학과 문제 해결력 신장을 목적으로 만들어졌으며, 학습 목표는 다음과 같다.

- ① 1g, 10g, 100g의 추를 사용하여 주어진 무게만큼 추를 선택할 수 있다.
- ② 1g, 2g, 4g, 8g, 16g, 32g의 추를 사용하여 주어진 무게만큼 추를 선택할 수 있다.
- ③ 1g, 5g, 25g, 125g의 추를 사용하여 주어진 무게만큼 추를 선택할 수 있다.

(3) 프로그램의 구조



지금까지, 필자는 수학과 CAI 프로그램을 중심으로 한국교육개발원에서 개발되는 교육용 소프트웨어의 개발 방향과 수학과 CAI 프로그램의 기본 체제에 대해 살펴 보았다. 그리고 '89-'94년도에 KEDI에서 개발된(또는 개발 예정의) 수학과 CAI 프로그램의 목록을 제시하였으며 각 유형별로 한 프로그램씩을 그 예로 제시하여 총 6편의 수학과 CAI 프로그램에 대해 간단히 실연 설명하였다.

CAI 프로그램의 연구, 개발, 보급은 학교 수업의 질을 높이고, 학생들의 정보 활용 능력을 신장시키기 위한 것에 그 근본 목적을 두고 있다. 프로그램을 효과적으로 활용하는데 있어서는 하드웨어는 물론 소프트웨어, 더 나아가 행·재정적인 측면에서 고려되거나 시급히 변경되어야 할 사항들이 있다. 이때, 하드웨어와 관련된 사항으로는 컴퓨터 대수의 증가와 컴퓨터 기종의 고급화 방안, 그리고 교실망 설치에 관한 것이라 할 수 있다. 반면, 소프트웨어 측면에서는 양질의

CAI 프로그램의 개발에 관한 문제가 가장 급선무라 생각된다. 그러나, 이에 못지 않게 중요한 것은 학생과 교사의 CAI 프로그램에 대한 관심과 이의 활용에 있다. 학교 및 학교 밖의 환경에서 수학과 CAI 프로그램의 보다 적극적인 활용을 위해서는 개발된 프로그램에 대한 적극적이고 다각적인 홍보 방안이 모색되어야 할 것이다.

참 고 문 헌

- 오진석 외 9인, 「초·중·일반계고등학교 컴퓨터 보조학습자료 연구개발보급」, 연구자료 CR 89-6, 서울: 한국교육개발원, 1991.
- 오진석 외 18인, 「1990년도 학교 교육용 소프트웨어 연구·개발·보급」, 수탁연구 CR 90-7, 서울: 한국교육개발원, 1991.
- 오진석 외 33인, 「'91 교육용 소프트웨어 연구 개발」, 수탁연구 CR 91-5, 서울: 한국교육개발원, 1991.
- 곽상만 외 27인, 「'92 학교 교육용 소프트웨어 연구 개발」, 수탁 연구 CR 92-3, 서울: 한국교육개발원, 1992.
- 한종하 외 24인, 「'93 학교 교육용 소프트웨어 연구 개발」, 수탁 연구 CR 93-7, 서울: 한국교육개발원, 1993.
- 김영민, 김양곤, 허희옥, 「학교 교육용 소프트웨어의 활용 실태 조사 연구-CAI 프로그램 활용을 중심으로-」, 수탁 연구 CR 93-7, 서울: 한국교육개발원, 1993.