

## 연산지도용 CAI 코스웨어에 관한 연구

최 경희 (아주대학교 전자계산학과)

임 성택 (수원 세곡국민학교)

### 1. 서론

우리나라 교육은 그동안 양적으로 크게 성장하였으나 질적인 면에서는 많은 문제점들을 아직도 해결하지 못하고 있다. 과밀학급, 부족한 실험실습 기자재, 획일적인 수업풍토 등은 아직도 해결되지 못하고 있을 뿐만 아니라 오히려 과거보다 더 악화되고 있는 실정이다. 학생들은 자신의 능력과 학습 속도에 적합한 수업이 제공될 수 있어야 한다는 것은 언제나 과제가 아닐 수 없다. 그러나 바람직한 수준으로 학급 규모를 줄이고 각종 실험 실습 기자재를 보급하며, 획일적인 수업 풍토를 개선하기에는 경제적으로나 현실적으로 어려움이 크다.

따라서 보다 경제적이며 효과적인 방안이 모색될 필요가 있다고 본다. 더구나 교육의 중요한 사명 중 하나가 미래 사회의 주역이 될 학생들로 하여금 졸업 후 사회에서 활동하는 데 필요한 지식과 경험을 습득하게 하는 것이라는 점에서도 학교에 도입된 컴퓨터를 활용하는 것은 매우 필요하다고 본다. 또한 교육에 컴퓨터를 이용하는 것은 컴퓨터가 개인의 능력과 학습 속도에 맞는 학습과정을 제공해줄 수 있다는 관점에서 크게 주목되고 있다. 교육공학에서의 컴퓨터 이용은 단순한 학습 매체로 활용한다는 의미를 벗어나, 컴퓨터가 교사의 역할을 대행해 줄 수 있는 개별화 학습을 이루려는 데 있다.

이러한 교육공학의 교수방법론에서부터 나온 것이 CAI (Computer Assisted Instruction) 이다. 즉, 개별화 학습의 이론적인 바탕을 충분히 뒷받침하고 도와줄 수 있는 교육공학 매체로써 도출된 것이 컴퓨터를 이용하는 CAI 교육방법이다. 한국교육개발원의 보고서에도 지적했듯이 우리나라 교실 수업의 가장 큰 구조적인 문제점은 많은 수업이 개인별로 교정, 심화, 보충의 장치를 가지고 있지 못하다는 것이다. 개별화 학습이란 어떤 일정한 수업목표를 다양한 지

식과 능력, 그리고 학습태도를 가지고 있는 학생들에게 가장 적합한 학습과정을 선택해 줌으로써 학습자 개개인에게 알맞은 수업목표를 성취할 수 있도록 해주는 교수 방법이다.

외국의 경우에도 컴퓨터 보조학습 (CAI)의 효과에 대한 연구결과가 매우 긍정적인 반응으로 나타나고 있으며, 이는 CAI의 앞날을 밝게 생각해주는 고무적인 현상이다. 우리나라의 교육현장에도 이미 많은 컴퓨터가 도입되어 있고, 교육부에서도 '96년도까지 모든 각급학교에 16비트 컴퓨터를 보급할 계획에 따라 교육 기관이나 각급 학교에서는 보급되는 컴퓨터의 활용방안을 찾기 위해 부심하고 있다.

본 연구도 국민학교 산수과에서 교육의 기본이 되는 사칙연산 (덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈)을 과정별로 분석하고, 이에 따른 CAI코스웨어를 설계한 후 개별화 교육에 실제 적용함으로써 컴퓨터의 교육적 활용 및 연산지도의 효율성 및 그 효과를 분석하였다.

## 2. 컴퓨터 보조 학습 (CAI)

1961년 미국 일리노이 대학의 PLATO 시스템 연구 개발에서부터 본격적으로 출발한 CAI는 단순한 화면 구성의 연속에서 현재는 인공지능을 이용한 ICAI (Intelligent CAI)에 까지 연구되고 있다.

우리나라도 CAI가 본격적으로 소개된 것은 1981년으로 한국과학기술원에 PLATO (Programed Logic Automatic Teaching Operation)가 CDC 회사의 CYBER 컴퓨터에 수록되어 소개되었다. 이어 1983년 각급학교에 개인용 컴퓨터가 보급되면서 CAI 프로그램에 관한 관심이 높아지기 시작했다. 이 시기에는 주로 컴퓨터 생산업체나 CAI에 관심있는 교사, 연구자들의 개인적인 수준에서 연구·개발되었다. 특히 컴퓨터 생산업체들은 하드웨어의 판매를 위한 전략으로 소프트웨어를 개발·보급하였으며, 이러한 소프트웨어의 많은 양이 CAI 프로그램이었다 [1].

CAI는 컴퓨터 보조 수업의 의미를 가지는 일종의 수업 방법으로 학습자에게 수업과 관련된 질문을 제시하고 학습자가 그에 해당하는 반응을 보이게 되면 컴퓨터는 반응 결과에 따라서 학습자에게 알맞은 형태의 수업과정을 전개시켜 주는 일종의 개인학습으로 설명되어진다. 다시 말하면, 학습자의 학습능력에 따라 제작된 프로그램으로 학습자의 개인능력에 맞게 전개되고 반응한다.

컴퓨터를 이용한 학습이 종래의 프로그램 학습보다 더 우수한 내용은

1. 학습자 개개인의 학습능력에 따라 적절한 학습내용을 제시하거나 학습자의 요구에 따라 학습 내용을 선택할 수 있으며, 학습자가 지나온 경로에 따라 학습을 처방할 수 있

는 개별화 기능이 있다.

2. 학습자의 반응에 따라 즉각적인 feedback 이 가능하다.
3. data bank 등을 이용한 문제를 선택하거나, 수학 문제의 수치 등을 무작위로 처리하여 같은 유형의 문제를 여러 개 만들 수 있다.
4. 즉각적인 정오는 물론 오류를 분석하고 진단하며, 평가 결과표를 작성할 수 있다
5. 학습결과에 따라 심화나 보충학습을 제공하며, 때로는 다음 단계로 뛰어 넘을 수 있다.
6. 다양한 평가 방법이나 응답 방법을 활용할 수 있다.
7. 학습자의 주의 집중을 위해 속도, 문자모양, 선, 음의 강약, 애니메이션, 소리 등 다양하게 사용할 수 있다.
8. 고도의 발달된 CAI는 오디오, 슬라이드 필름, 그래픽 등 다양한 시청각 제시 및 활용이 가능하다.

이와 같은 CAI 의 프로그램 학습의 교육적 효과 및 효율성을 높일 수 있다는 점은 여러 연구 결과로 밝혀졌다.

교수 전략에 따른 CAI 유형을 분류하여 보면 크게 반복 연습형, 개별교수형, 모의 실험형, 교수 게임형으로 분류할 수 있다 [9].

#### 가. 개별교수형 (Tutorial)

개별교수형은 학습을 교사의 도움없이 컴퓨터를 이용하여 독자적으로 자율학습을 수행하는 것으로, 학습에서 일어나는 교수-학습 과정을 보충하는 것은 아니다.

개별교수형은 컴퓨터 프로그램을 통하여 교과내용을 직접 제시하고 학습자의 이해정도를 평가하여 학습목표에 도달할 수 있도록 구체적인 내용을 가르치는 방법이다. 이는 교사와 학생간의 1:1 수업과 같은 형태로 전개되며 학습한 내용을 평가하여 보충 또는 심화학습을 제시하기도 한다.

#### 나. 반복연습형 (Practice and Drill)

학습자들이 이미 개념이나 법칙, 원리 등을 학습한 후 사용하는 일련의 연습용 교재로서 정규학습에서 숙달될 수 없는 교과내용이나 개념과 관련되는 연습문제 혹은 질문 등을 컴퓨터를 이용하여 반복적으로 제시하여 줌으로써 정규학습 과정을 보충·심화시켜 줄 수 있다.

반복연습형에서 무엇보다도 중요한 것은 학습자에게 문제가 제시되고 그 문제를 학습자가 해결해 나갈 때마다 정확한 진단이 내려져야 하며, 그 진단의 결과에 따라 학습자에게 제시되는 다음 학습과제가 결정되어야 한다는 것이다. 앞의 개별교수형은 '본시학습'에 적합하나 반복연습형은 '보충학습'에 사용되는 경우가 많다.

### 다. 모의실험형 (Simulation)

사회적-물리적 실체에 관한 어떤 요소들이 공간적, 시간적, 경제적인 이유의 제한 때문에 실제로 조작해 볼 수 없는 상황일 때, 컴퓨터를 이용하여 실제의 조건과 유사한 경험을 가능하도록 하는 것이다.

모의실험형은 다음 4가지 형태로 구분될 수 있다.

1) 물리적 시뮬레이션 : 구체적인 물체나 물리적 대상을 화면에 제시하여 학생들로 하여금 그 물체에 관해 배울 수 있는 기회를 제공한다. 예를 들어, 기계의 작동법이나 과학 실험 도구의 기능 등을 학습할 수 있다.

2) 절차적 시뮬레이션 : 절차적 시뮬레이션의 목적은 어떤 특정한 일의 절차 및 순서를 학습하도록 한다. 이의 특징은 학생들이 학습하고 수행해야 할 분명한 최선의 방법이 있는 동시에, 이보다 효과는 같지 않더라도 똑같은 결론에 도달하는 방법이 다양하다는 것을 보여주는 것이다. 즉, 이 방법은 학생들에게 다양한 방법과 연상효과를 탐구하기 위한 기회를 제공한다.

3) 상황적 시뮬레이션 : 다양한 상황에서 학생들로 하여금 여러가지 역할을 수행하도록 함으로써 태도나 행동의 형성에 대한 통찰력을 길러 주는 것이다.

4) 과정적 시뮬레이션 : 많은 변인을 조작해 보면서 일이나 사건의 처리과정이 어떻게 이루어지는가를 파악하도록 하는 것이다.

시뮬레이션은 컴퓨터의 근본적인 장점을 잘 이용한 교수형태이다.

Akessi 와 Trollip 은 시뮬레이션을 일상적인 교수법과 비교하여 3가지 중요한 장점을 지적하였다.

i) 시뮬레이션은 실제의 상황을 그대로 학습에 적용함으로써 학생들에게 흥미로움을 주고 동기를 유발시킨다.

ii) 현실세계에 대한 모의 실험은 실제생활에 전이될 수 있는 학습경험이 될 수 있다.

iii) 어느 실험보다도 시간이나 경비 등에 있어서 시뮬레이션 프로그램의 효율성이 높다.

그러나 인공적으로 제시되는 상황은 학습자가 실제 상황에 접하게 될 때 어떤 형태로 전이될 것인가는 예측할 수 없으며, 어떻게 반응을 하게 될 것인가 하는 것을 검증할 수 없다는 단점이 있다.

### 라. 교수게임형 (Instructional game)

교수게임형은 학습내용 자체를 프로그램 속에서 가르치기 위한 방법으로 진행되는 내재적 (Intrinsic) 게임과 단순히 흥미를 유발시키고 유지시키기 위한 수단으로 사용하는 외형적 (Extrinsic) 게임으로 나누어 볼 수 있다.

교수용 게임 양식이 교육적인 효과가 있기 위해서는 구체적인 교수 목표를 토대로 하여 목표에 도달할 수 있는 원칙을 명확히 제시하여야 하고, 한편으로는 게임을 통해 학습자의 '경쟁심'을 불러 일으킬 수 있어야 한다. 또한 어려운 과정에 도전하는 어려움도 있어야 하며 목표를 성취했을 때는 충분한 보상을 제공하여 희열감을 줄 수 있는 프로그램이어야 한다.

이러한 유형으로 나누어 볼때, 각 유형의 CAI 프로그램은 9가지의 교수사태중 어느 사태에 활용할 수 있는지의 관계를 알아보면 <표 1> 과 같다.

<표 1> 교수사태와 코스웨어와의 관계

교수사태	개별교수형 Tutorial	반복연습형 Practice & Drill	모의실험형 Simulation	교수게임형 Instructional game
동기유발 및 주의집중	0		0	0
학습 목표 제시	0			
선수 학습 회상	0			
학습 자극물 제시	0		0	0
학습 안내	0			
성취 행동 유도	0	0	0	0
피드백	0	0	0	0
성취 정도 평가	0			
파지 및 전이	0			

또한 학습전략에 따라 CAI 프로그램에서 활용될 수 있는 기법들을 Simth 와 Boyce 는 <표 2> 와 같이 제시하였다.

우리나라와 학습 환경이 비슷한 일본에서 개발 운영되는 마이컴 클래스룸 CAI 는 다인수 학급에서 교사의 지도를 근간으로 하며, 일제수업보다 더 상호작용을 중요시하여 개발된 시스템이다.

1976년부터 개발하여 '90년 8월 현재 300개교 이상 투입하여 운영되는 이 시스템의 목표를 살펴보면 다음과 같다.

1. 아동들에게 친숙하여 이 시스템으로 학습하는 것이 즐겁도록 할 것.
2. 교사 부재, 교사 불필요의 시스템이 아니라 교사가 아동 한사람 한사람을 지도하는 시스템이 될 것.

&lt;표 2&gt; 학습전략에 따른 CAI 활용 기법

학습 상태	CAI 활용 기능
1. 동기유발 및 주의집중	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 그래픽</li> <li>• 관련 자료 제시</li> <li>• 게임</li> <li>• 애니메이션</li> <li>• 공상 자료 제시</li> <li>• 소리</li> </ul>
2. 목표 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질문</li> <li>• 그래픽</li> <li>• 짚막한 시뮬레이션</li> <li>• 문장</li> <li>• 시범</li> </ul>
3. 선수학습 회상	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질문</li> <li>• 학습자의 선택에 따른 복습</li> <li>• 교과서의 복습</li> </ul>
4. 학습자극물 제시	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 교과서의 전체나 부분을 동적 또는 정적 표현</li> <li>• 그래픽과 애니메이션 이용</li> <li>• 다른 시청각 자료와 함께 사용</li> </ul>
5. 학습 안내	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 속도, 문자 세트, 상자 형태, 음의 강약 색의 반전, 애니메이션, 소리 변화 등</li> <li>• Help 키의 이용, 단서 제공</li> <li>• 단서의 점진적 제거</li> </ul>
6. 학습성취 행동유도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 질문형태 - 예/아니오, 단답형, 입력형, 완성형, 선다형</li> <li>• 입력형태 - 키보드, 커서이용, 마우스 조이스틱, 음성, 펜 라이트</li> </ul>
7. 피이드백 (Feedback) 제공	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 응답시간 체크 - 반응</li> <li>• 단서 제공</li> <li>• Help 키 사용</li> <li>• 복습</li> <li>• 교정</li> </ul>
8. 성취도 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 문항 - 정오 표시</li> <li>• 결과 분석</li> </ul>
9. 파지와 전이	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부정확한 응답에 대한 반복 순환</li> <li>• 재구성 된 질문제공</li> <li>• 다양한 예제 제공</li> </ul>

3. 학급 전원이 개별적인 학습이 되도록 하며 집단 학습에서 개별화된 학습이 실시 되도록 하는 시스템이 될 것.
4. 아동에게 수동적인 시스템이 아니라 스스로의 활동을 통하여 학습해 가는 시스템이 될 것.
5. 아동 한사람 한사람에 대하여 자신과 컴퓨터만으로 학습이 진행되는 것이 아니라 아동 상호간에 정보의 교환이나 토의를 통하여 상호학습하는 기회를 갖게 하는 시스템이 될 것.
6. 가능한 한 학습정도나 학습속도의 차가 생기지 않도록 교재구조나 내용을 조절할 것.
7. 컴퓨터 프로그램을 모르는 교사라도 가르칠 내용과 아동의 반응을 예측하여 간단히 교재를 작성할 수 있는 시스템일 것.
8. 학습자나 교사가 쉽게 조작할 수 있는 시스템일 것.  
구체적으로 교사는 한 시간 정도의 강습으로 시스템을 움직이고 관리할 수 있으며, 학생은 처음 한 시간만 보면 모든 것을 알 수 있는 시스템일 것.
9. 지금까지의 CAI 시스템보다 싼 값으로 제작할 수 있고 앞으로도 더욱 싸질 수 있는 시스템일 것.

이상과 같은 관련이론으로써 본 논문에서는 개별교수형 및 반복연습형의 형태를 따른 국민학교 저학년의 연산력 향상을 위한 CAI 코스웨어를 개발하였다. 또한 일본의 마이컴 클래스룸의 CAI 목표 중 1, 2, 4, 8를 주로 반영하여 구현하였다.

### 3. 코스웨어 구성의 방향

본 연구는 국민학교 연산지도 프로그램으로 저학년 연산지도나 고학년 연산 지진아 지도용으로 개발하였으며, 이를 위한 코스웨어의 구성은 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈의 네개 단원으로 구성하였다.

내용구성은 국민학교 1, 2, 3학년 산수 교과서의 문제 유형을 분석하여 학습의 계열성을 고려하여 4단계로 구성하였다.

산수와 교육목표인 수학의 초보적인 지식과 기능을 익히며 합리적으로 문제를 해결할 수 있는 수학적 능력과 태도를 기르기 위해 연산 능력의 함양에 중점을 두었으며 학습자가 국민학생이라는 점을 감안하여 색상이나 움직임(애니메이션)에 많은 비중을 두어 프로그램을 작성하였다.

학습자의 개인차를 고려하여 학습진도 안에서 학습자 반응에 따라 보충학습을 제시하고 다음 단계를 반복하는 반복형 경로를 선택했다.

모든 수는 무작위로 처리하여 같은 문제가 반복되지 않도록 하였으며, 사칙연산의 각 단계에서는 예비지식을 평가하는 다섯 문제를 모두 맞았을 때만 본 학습에 들어갈 수 있도록 하였다.

문제를 푸는 도중에 [F1]키를 눌러 도움말을 볼 수 있으며 세번 틀리면 보충 설명이 나오고, 또 틀리면 답이 출력되도록 하였다.

채점은 한번 이상 틀리면 틀린 것으로 채점하고 점수를 나타내는 거북이, 코끼리, 사자 중에서 한마리가 점수에 따라 올라가도록 하여 흥미를 더하도록 하였다.

맞은 문항은 'O' 표시를, 한번이나 두번 틀리면 '△' 표시를, 세번 이상 틀리면 'X' 표시를 문번호 옆에 표시하도록 하였다.

#### 4. 교과서 분석 및 코스웨어의 학습목표

교수-학습목표 달성을 위해 수업의 설계는 미시적 단계인 수업의 절차에 따라 학습내용의 소재, 학습전이 활동, 학습 내용 제시, 반복 연습의 단계를 문제 유형에 따라 난수로 문제를 제시하고 애니메이션을 통해 학습과정을 보다 흥미롭게 하고 학습자의 이해를 도우며 '국민학교 교사용 지도서'에 의거하여 다음과 같은 학습목표에 도달할 수 있도록 구성하였다.

1. 수의 구성 및 수의 합산을 이해하고 식으로 표현할 수 있다.
2. 받아올림이 없는 한 자리 수와 한 자리 수의 덧셈을 할 수 있다.
3. 두 자리 수 더하기 한 자리 수의 덧셈을 할 수 있다.
4. 수의 분해와 빼기가 이루어지는 경우를 식으로 표현할 수 있다.
5. 한 자리 수와 한 자리 수의 뺄셈을 할 수 있다.
6. 두 자리와 한 자리 수의 뺄셈을 할 수 있다.
7. 문제에 맞는 덧셈이나 뺄셈식을 만들고 답을 구할 수 있다.
8. 배의 개념을 이해하고 곱셈식으로 나타낼 수 있다.
9. 한 자리와 한 자리 수의 곱셈을 할 수 있다.
10. 두 자리 수와 한 자리 수의 곱셈을 할 수 있다.
11. 등분할을 이해하고 나눗셈식으로 표현할 수 있다.
12. 나머지가 없고 몫이 한 자리인 두 자리수 나누기, 한 자리 수의 나눗셈을 할 수 있다.
13. 나머지가 있고 몫이 두 자리인 나눗셈을 할 수가 있다.



14. 문제를 이해하고 문제에 맞는 곱셈식이나 나눗셈식을 만들고 답을 구할 수 있다.

국민학교 1, 2, 3학년용 각 1, 2학기 산수 교과서 및 산수익힘책의 연산부분(덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 단위)을 분석하여 보면 교과서의 체계상 도입단계와 본 학습단계, 응용단계 형태로 나누어져 있으며, 본 코스웨어도 세단계로 구분하여 작성하였으며, 본 코스웨어에서 고려한 학습목표와 각 연산별 처음 도입 학년 및 학습내용은 <표 3> 과 같다.

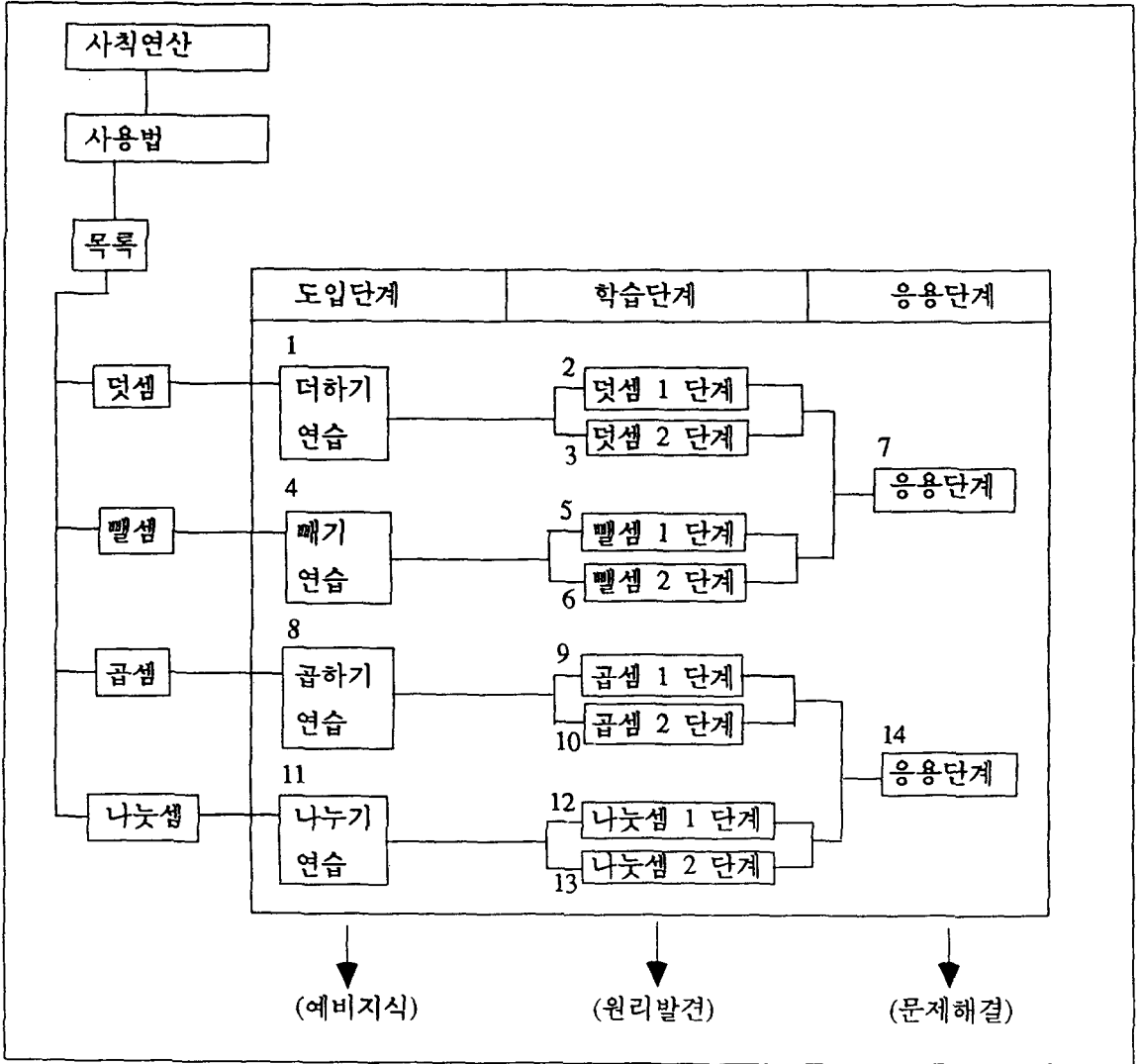
<표 3> 연산별 도입학년 및 학습내용

연 산 명	학습 목표	도입 학년	학 습 내 용
더하기 연습	1	1학년 1학기	수 구성 및 덧셈식 이해
덧셈 1 단계	2	1학년 1학기	덧셈을 이해하고 합 구하기
덧셈 2 단계	3	1학년 2학기	받아올림 이해하기
빼기 연습	4	1학년 1학기	뺄셈식을 쓰는 경우와 뺄셈식을 이해하기
뺄셈 1 단계	5	1학년 1학기	뺄셈을 이해하고 차 구하기
뺄셈 2 단계	6	1학년 2학기	받아내림 이해하기
덧셈, 뺄셈응용	7	2학년 1학기	문장식을 이해하고 식을 세워 풀기
곱하기 연습	8	2학년 1학기	동수누가와 곱셈 기초 이해
곱셈 1 단계	9	2학년 2학기	구구단을 이해하고 곱 구하기
곱셈 2 단계	10	3학년 1학기	두 자리 수의 곱셈 하기
나누기 연습	11	2학년 2학기	등분할의 개념을 알고 나눗셈 이해
나눗셈 1 단계	12	2학년 2학기	나눗셈의 방법 및 몫 구하기
나눗셈 2 단계	13	3학년 1학기	나머지가 있는 나눗셈 하기
곱셈, 나눗셈응용	14	3학년 2학기	문장식을 이해하고 식을 세워 풀기

### 5. 코스웨어의 구성 및 화면 설명

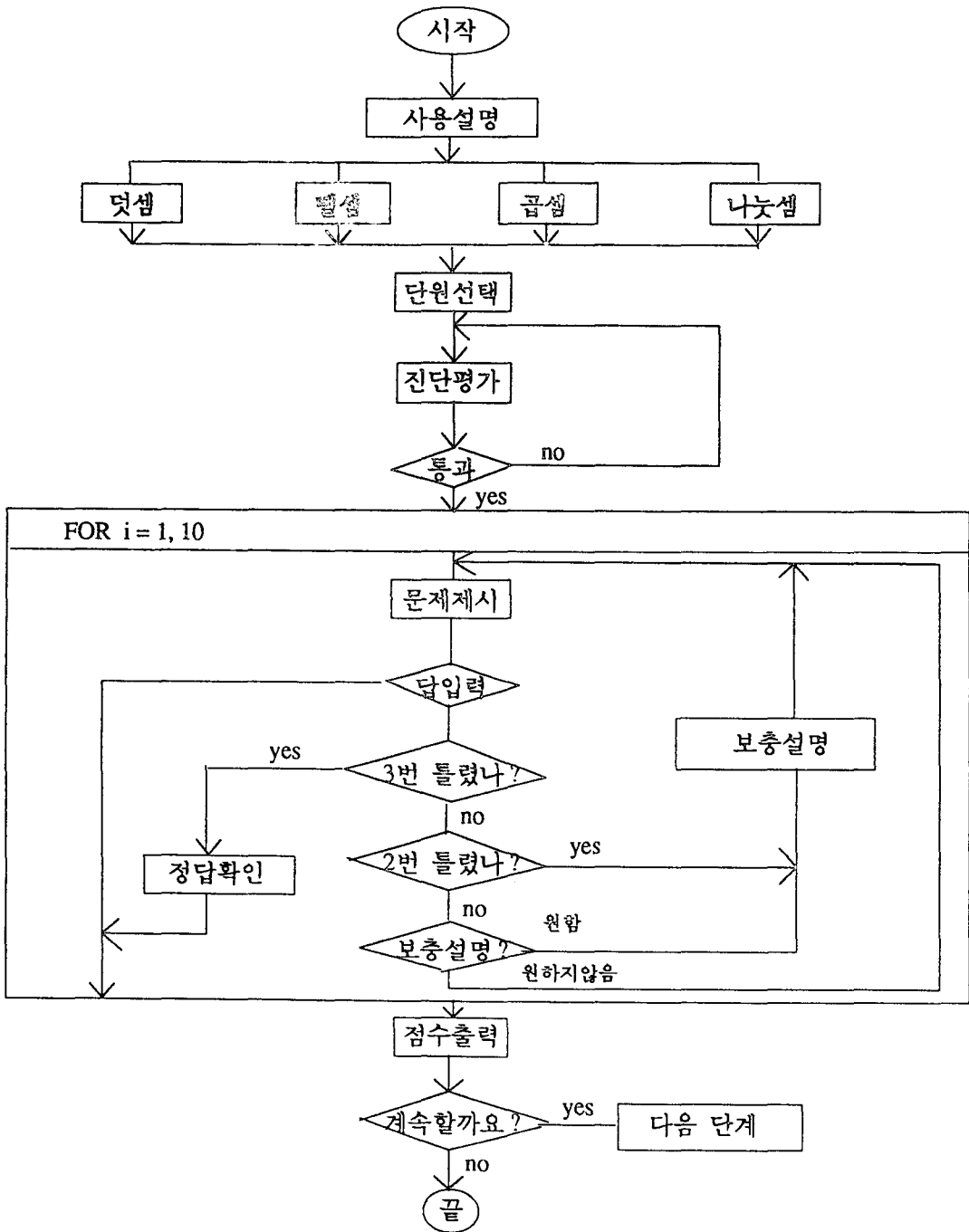
본 코스웨어의 구성은 사칙연산인 덧셈, 뺄셈, 곱셈, 나눗셈 등 네개의 단원으로 구성되어 있으며, 각 단원별 진단단계, 1, 2단계, 응용단계의 네개 단계로 나누어져 있다.

코스웨어의 구성도는 [그림 1] 과 같다.



[그림 1] 연산지도용 코스웨어의 구성도

본 코스웨어의 연산별 순서도는 [그림 2] 와 같다.



[그림 2] 연산별 순서도

화면구성은 국민학교 저학년 수준에 맞도록 간단하고 이해하기 쉽도록 구성하였으며, 그림의 유형은 교과서에서 나온 형태를 따랐다. 움직임(애니메이션) 등도 가급적 단순하게 구성하여 화면에서 혼동되지 않도록 하였다.

각 단계별 화면 구성 및 특징은 다음과 같다.

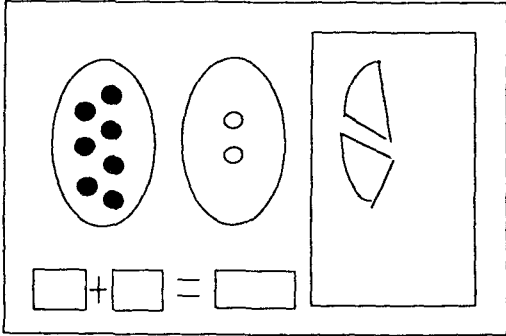
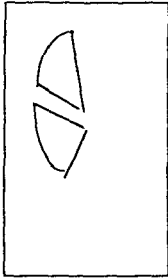
### 5.1. 프로그램 사용법 설명 화면

프로그램의 사용법 및 구성 등을 전체 일곱 개의 화면으로 구성하였으며 각 화면에서는 아동이 프로그램을 쉽게 이해하고 다룰 수 있도록 설명하였다.

사용키 용도	
F1:	도움말, 틀린문제 반복
F2:	반복
F3:	다음단계
F4:	목록 (메뉴) 화면
F5:	끝
ESC:	입력값 취소
스페이스 :	계속
계속 - BS: 앞, F4: 목록, F5: 끝	

### 5.2. 진단평가 화면

진단평가 화면은 각 단원별로 다섯 개의 화면으로 구성되어 있으며 각 연산의 도입시 구체물 등을 이용하여 연산의 개념을 이해하고 식으로 표현할 수 있는 능력을 기를 수 있도록 하였다.

더하기 연습	
	
ESC: 취소, F4: 목록, F5: 끝	

5.3. 1단계 화면

1단계 화면은 각 연산별로 10개의 화면으로 구성되어 있으며 구체물의 계산에서 각 연산의 가장 초보적인 계산방법을 이해하고 답을 구할 수 있도록 하였으며 틀렸을 경우 보충설명을 해 주도록 하였다.

**뺄셈 (-) 1단계**

$$\begin{array}{r} \square \\ - 3 \\ \hline 1 \end{array}$$

도움말

10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

F1: 취소, F4: 목록, F5: 끝

5.4. 2단계 화면

2단계 화면은 각 연산별로 열개의 화면으로 구성되어 있으며 각 연산의 초보단계를 지나 연산의 개념 및 방법을 완전히 이해하도록 하였다.

**곱셈 (×) 2단계**

$$\begin{array}{r} 67 \\ \times 6 \\ \hline \boxed{42} \\ \boxed{36} \\ \hline \square \end{array}$$

10	
9	
8	
7	
6	
5	
4	
3	
2	
1	

ESC: 취소, F1: 도움, F4: 목록, F5: 끝

5.5. 응용단계 화면

응용단계는 덧셈, 뺄셈과 곱셈, 나눗셈으로 나누어 각 열개의 화면으로 구성되어 있으며 각 연산의 개념 및 방법을 이해한 후 식을 세우고 계산함으로써 생활에 응용할 수 있도록 한다.

곱셈과 나눗셈의 응용단계

두수의 곱 구하기

8	x	6	
x		x	
7	x	9	

	10
	9
	8
	7
	6
	5
	4
	3
	2
	1

ESC:취소, F4:목록, F5:끝

6. 코스웨어의 평가

본 연산지도 코스웨어를 경기도내 '00국민학교 3학년 300명 아동' 중에서 상, 중, 하 아동 각 5명과 특수반 아동 5명 등 20명을 선발하여 6개월동안 아동이 자유롭게 본 코스웨어를 사용도록 유도한 후 <표 4> 와 같은 학습효과를 얻었다.

<표 4> 코스웨어 사용 결과 성적 변화

학년	집단	구분	인원	성적 변화 (평균, 100점 만점)		
				처음 ('90. 6)	3개월후 (9)	6개월 ('91. 2)
3 학 년	상	적용반	5	96	95	96
		비교반	5	96	95	97
	중	적용반	5	80	85	88
		비교반	5	80	84	84
	하	적용반	5	65	75	80
		비교반	5	65	65	67
특수반	적용반	5	18	30	55	

선발은 산수 성적만으로 하였으며, 3학년 아동은 3학년의 1학기의 매월 성적이 <표 4>의 '성적 변화'란의 '처음 ('90. 6)' 과 점수가 가급적 같은 아동을 선발하였으며, 특수반은 특수반 아동 중 한글을 부분적으로라도 깨우친 아동을 먼저 선발하였다.

평가방법으로는 3학년 아동은 매월 보는 평가시험을 기준으로 하였으며, 특수반은 구구단

미해득 판별 고사지를 평가지로 사용하였다.

상집단은 상위 10% 안에 있는 아동이며 중집단은 상위 50-60% 안의 아동들, 그리고 하집단은 하위 10% 내에 있는 아동들을 선발하였다.

특수반은 학습 부진아 반으로 1, 2, 3 학년중 한 반과 4, 5, 6 학년 중에서 한 반을 각 20명 내외로 하여 운영되는 학급이다.

본 논문에서의 대상은 4, 5, 6 학년 특수반 아동중에서 선발하였다.

실험 결과 본 코스웨어는 우수아에게는 별 효과가 없었으나, 중 이하의 집단에서는 효과가 있었다. 특히 글은 읽으나 산수과목이 뒤진 아동은 학습의 효과가 비교적 좋았다.

특수반 아동중 글을 읽을 수 없으면 거의 효과가 없었으나 조금씩 읽는 아동은 매우 흥미있어 했으며 코스웨어에 나오는 글자를 읽기위해 노력하여 연산력 뿐만 아니라 부수적으로 한글도 쉽게 깨우칠 수 있었으며, 적용반 다섯 명중 두 명이 다음 학년에는 특수반에서 일반학급(소속된 학습)으로 돌아갈 수 있었다.

본 코스웨어를 사용하는 아동들의 반향을 요약하면 다음과 같다.

- 화면의 구성이 8비트의 특성에 따라 글씨가 크고 간단명료하여 아동의 이해가 쉬웠다.
- 사용키가 적어 아동에게 평균 한시간 정도 사용법을 익히면 완전히 사용할 수 있었다.
- 아동의 연산력 향상은 많은 문제를 풀어보는 것이 가장 좋은 방법이나 틀릴 수 있다는 불안감과 틀렸을 때의 꾸중이 두려워 문제풀기를 회피하였으나 컴퓨터를 사용하면 이러한 두려움이 없어 매우 좋아하였다.
- 연산 학습은 교사가 다양한 문제를 반복하여 내주고 또 채점을 해야하는 부담과 노력이 뒤따라야 하나 컴퓨터 학습시 이와같은 부담이 줄어들게 되었다.
- 문제를 풀 때나 이해를 못할 때, 보충설명을 보고 답을 구할 수 있어 다른 도움을 청하는 번거로움이 없어졌다.
- 문제를 다 풀고 난 후 점수에 따른 음악이나 애니메이션은 아동에게는 커다란 보상이 될 수 있는 것 같았다.

## 7. 결론

본 연구에서는 개별학습 방법에 기초를 둔 국민학교 저학년을 위한 연산 지도용 CAI 코스웨어를 8비트 컴퓨터용으로 개발하여 국민학교 3학년에 적용하여 좋은 결과를 얻었다. 특히 상위 그룹의 아동에게는 별 효과가 없었으나 하위 그룹이나 지진아에게는 그 효과가 좋았다.

또한 본 코스웨어는 별도의 저작도구를 사용하지 않고 제작되었으나 본 코스웨어가 보다 효율적이며 교육적 가치가 높은 코스웨어로 발전하기 위해서는

1. 교사가 손쉽게 사용할 수 있는 저작도구나 시스템이 개발되어 많은 교사가 코스웨어 제작에 직접 참여함으로써 교육적 효과를 높일 수 있어야 한다.
2. 아동의 특성이나 오류를 파악하여 아동이 자주 틀리는 유형의 문제를 많이 제시하고, 코스웨어를 사용하는 아동의 오류형태를 안내해주며 Feedback시킬 수 있는 코스웨어가 필요하다고 본다.

또한 코스웨어를 사용한 아동의 평가자료가 저장되어 교사가 개별지도에 활용할 수 있어야 한다.

3. 코스웨어를 사용하는 대상이 국민학생이거나 지진아일 경우 키보드 사용의 불편을 덜기 위해 마우스 등을 사용하는 코스웨어도 필요하다고 본다.

현재 본 코스웨어를 16비트 컴퓨터에 맞도록 변환하고 있으며, 아울러 코스웨어를 사용한 아동의 오류유형을 안내해 주고, 평가한 자료 등을 저장하여 필요시 보여줌으로써 아동 스스로 연산의 보충학습 방향을 알도록 하며, 교사가 개별지도시 활용할 수 있도록 함으로써 학습 효과를 증진시킬 수 있는 코스웨어로 보완 작업중이다.

### 참고문헌

1. 강 명희, "한국 CAI 개발현황과 그 방향", 한·일 과학 심포지움, 한국과학교육학회, pp. 53-68, 1990. 11.
2. "국민학교 교사용 지도서 산수 (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2)", 국정교과서 (주), 1989.
3. "산수 (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2)", 국정교과서 (주), 1989.
4. "산수 익힘책 (1-1, 1-2, 2-1, 2-2, 3-1, 3-2)", 국정교과서 (주), 1989.
5. 성 기수, "선진국의 컴퓨터 교육 현황과 우리의 방향", '90년도 과학교사 세미나, 한국과학기술진흥재단, pp. 9-38, 1990. 11.
6. 이 옥화, "교육용 소프트웨어의 개발과 인공지능의 역할", 제 1 회 춘계전산교육 심포지움, pp. 1-13, 1989.
7. 임 성택, "연산력 향상을 위한 CAI 프로그램", 전국 공무원 전산경진대회, 총무처, 1989.
8. 임 성택, "연산 지도용 CAI 코스웨어에 관한 연구", 아주대 산업대학원, 1991.
9. 정 택희, 이 남호, 손 병길, "CAI 모형 프로그램 개발", 한국교육개발원, 1985.



10. 정 택희, "CAI 프로그램의 평가 준거", 교원컴퓨터 일반연수교재, 한국교육개발원, 1990.
11. 한국교육개발원, "학교 컴퓨터교육의 발전과제 탐색", 한국교육개발원, 1990.
12. 中山和彦, "CAI 를 위한 준비", 한·일과학 심포지움, 한국과학교육학회, pp. 39-42, 1990. 11.