

컴퓨터를 활용한 고등학교 수학학습법 개발에 관한 연구*

박 배 훈, 이 태 욱, 정 창 현

한국교원대학교

I. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

현재 대부분 국가들은 교육측면에서 위기를 맞고 있다. 변모하고 다변하는 현대사회와 21세기의 정보화 사회에 대비한 교육에는 미흡한 실정이기 때문이다. 급속한 속도로 진전되고 있는 과학기술은 우리가 처한 환경을 너무나 변화시켜주고 있다. 이 의미는 일예로 전자, 통신, 컴퓨터 기술의 발달이 계속될 경우 미래 사람들의 정보수요는 폭발적으로 늘어나고 각 학교에서도 각종 전자 미디어(media)를 이용한 교육공학이 가능해 질 수 있다.

학교교육의 목표를 구현할 때 무엇보다도 먼저 자라나는 세대로 하여금 미래에 적응할 수 있는 능력을 배양해야 하며 이것이 우리의 사회와 생활과 필히 결부되어야 할 것이다. 이러한 맥락에서 볼때 우리나라 수학 교육 선진화를 위해 준비해야 할 것들이 몇가지 요구되는 실정이다. 주된 이유로는 계산의 능력과 교과 내용에만 치중하던 시대에서 벗어나 학생들의 문제해결(Problem Solving)과 실제 경험 중심으로 교과 내용 및 학습법이 보장되어야 하기 때문이다.

Bork¹⁾는 수학교육의 문제점으로 첫째 강의

중심의 교과과정, 둘째 교과서 중심의 획일적인 교육, 셋째 문제 해결을 제공하는 자료의 빈약성, 넷째 학습 진도의 고정화, 마지막으로 지나친 언어 중심을 지적하면서 컴퓨터는 이러한 문제점을 해결하기 위한 가장 중요한 도구가 될 것이라고 하였다.

컴퓨터를 활용하여 수학 학습법 개발을 하는데 다음 세 가지로 나누어서 연구되었다.

첫째, 컴퓨터를 통해서 혹은 순서도를 통해서 간단히 문제를 학생들이 직접 푸는 문제해결 학습법을 들 수 있다.

둘째, 실제탐구력을 향상시킬 수 있는 문제해결과 경험중심으로 컴퓨터 활용이 가능한 단원 혹은 내용을 교사의 지도 하에 학습되어지는 실험 학습법이 있다.

셋째, 몇 개의 수업적 기능으로 구성되는 컴퓨터 보조 학습(Computer assisted instruction: 컴퓨터 보조학습, CAI로 약함)을 제시한다.

따라서 본 연구에서는 수학적인 사고 방식을 증시하기 위해서 고등학교 수학의 중요 영역, 즉 대수, 기하, 해석 등의 분야에 컴퓨터 활용이 가능한 단원을 축출하여 초보적인 개념, 구성의 체계화로 사고 능력을 기르는데 목적이 있다. 그리하여 수학적인 개념, 원리, 법칙의 본질을 중시하여 학습법에 폭넓게 활용할 수 있도록 하는데 그 필요성이 있다.

* 본 연구는 1987년도 문교부 학술연구조성비 지원에 의하여 수행된 것임.

2. 연구의 내용

본 연구에서 다루는 내용으로는 제Ⅱ장에서 먼저 Computer Based Education의 보편성, 외국의 동향에 대해 살펴 보았다.

제Ⅲ장에서는 수학교과 학습에 컴퓨터 활용법으로서 첫째 문제 해결 학습법을 들었다. 본 연구의 가장 기초가 되는 것으로서 중래 고등학교 교과서에서 다루는 순서도, 알고리즘에서 실제 응용력을 기르는 것이다. 즉 순서도를 통해서 혹은 컴퓨터를 통해서 간단한 문제를 학생들이 직접 푸는 학습법이다. 둘째, 수학이 다른 과학교육에 비해 취약점인 실험을 할 수 없는 단점을 최대한 보완할 수 있는 경험 중심의 컴퓨터 활용이 가능한 내용을 실험 형태(컴퓨터가 실험의 도구가 됨)로 제시하는 학습법이다. 셋째, 몇개의 수업적 기능으로 구성되어 지는 것으로서 반복연습형, 개별학습형, 교육 게임형 등이 있다.

여기에서는 이상의 세 가지 방법으로 제시되었으며 인문계 고등학교 수학 I, II의 범주 내에서 개발 제시하였다.

끝으로 제Ⅳ장에서는 이상의 내용을 요약하고 수학 학습법에 컴퓨터 활용에서 고려해야 할 사항을 제언 함으로서 결론 부분을 이루었다.

3. 연구의 방법

본 연구는 원칙적으로 개발 연구에 중점을 두었으며 제Ⅱ장에서는 현재의 컴퓨터교육 현황과 국내의 연구 논문 제시를 하여 문헌 연구가 이루어졌다. 이러한 문헌연구의 일부는 제Ⅲ장에서 개발연구에 여러가지 방향제시로 이용되었으며 분석 대상이 되었다.

특히 문제해결 학습법과 실험 학습법에 관한 내용을 제시하기 위하여 인문계 고등학교 수학 I 과 수학 II의 2 교과서를 철저히 분석하여 각 학습에 적합한 내용으로 변환시켰고 대표적인 것만 선택하였다. 그리고 CAI 부분은 3 가지 유형을 채택하여 구성과 표준적인 모형 제시만 개발하였다.

본연구에 사용된 기종은 Apple II 호환기종으로 하였으며(Trigem-20XT), 컴퓨터 언어로는 현장에서도 구성 및 개발이 가능하게 BASIC을 사용하여 프로그램을 작성하였다.

4. 연구의 제한점

컴퓨터를 활용하여 수학분야의 학습법 개발에는 여러가지 어려운 점과 제한점이 따를 수 있다. 왜냐하면 컴퓨터라는 것이 수학의 배경속에서 나온 산물이며 수학 개념에 좋은 영향을 주기 보다는 자칫 부정적인 방향으로 생각하기 쉽기 때문이다. 해서 수학의 元祖 밑에 있는 컴퓨터는 빛을 펴기가 여간 힘들지 않다.

그러나 현 추세를 보더라도 컴퓨터는 이제 수학의 보조자로서 혹은 동반자로서, 위치를 벌써 구축하였으며 Arthur Jaffa²⁾는 '컴퓨터혁명이 바로 수학의 혁명'이라고 표현하고 있다. 즉 컴퓨터는 수학이 낳은 창조물이며 동시에 수학의 창조자이다. 즉 수학이 컴퓨터력을 만들고 향상시킨 반면, 컴퓨터도 수학력을 키우고 향상시켜 주었다. 이러한 취지로서 본 연구를 수행하는데 있어서 다음과 같은 몇 가지 제한점이 있었다.

첫째, 본 연구에서 제시된 모형이나 개발된 프로그램은 연구자들의 경험과 문헌연구에 토대를 둔 것이며 현장 위주로 얼마든지 전환될 수 있는 것이다.

둘째, 본 연구에서 이루어지는 학습법을 실제로 수행하기 위해서는 컴퓨터를 이용해야 한다. 따라서 최소한의 컴퓨터 기자재가 제공되어야 효과를 낼 수 있게 소프트웨어를 구성하였다.

셋째, 한글 표현과 화면 표출 상의 어려운 점은 취급하지 않았으며 특히 컴퓨터 보조학습에서는 학습 형태 및 구성 표현으로 대신 하였다.

II. 본 론

1. Computer Based Education의 보편성

컴퓨터를 기초로 한 교육체제 (Computer

Based Instruction)는 컴퓨터를 이용해 수학 교육에 여러 각도로 적용할 수 있으나 크게 아래와 같은 네 분야로 유용하게 사용될 수 있다.

1) 컴퓨터에 관한 교육(Instruction about Computer)

컴퓨터를 이용한 교육체제에 주류를 이루는 것으로서 컴퓨터 언어 교육이 최소한 필요하다. 즉 컴퓨터와 사람과의 기본적인 대화는 가능해야 하며 우리의 뜻과 추구하는 바를 직접 컴퓨터에 表現 가능해야 하기 때문이다. 또한 사람 즉 사용자 중심의 언어는 대부분 High-level 언어로서 사용자의 목적에 따라 다양한 종류가 있다. 예를 들면 수학에서는 계산 위주로는 FORTRAN이 많이 사용되며 손쉽게 쓰고 배울수 있는 언어로는 BASIC이 있다.

2) 컴퓨터를 통한 교육(Instruction through Computers)

컴퓨터를 통한 교육에 대표적인 예로는 컴퓨터 보조교육(CAI)이 있다. CAI는 학교에서 학생들에게 수업 내용 즉 교과적인 면을 제공하는데 컴퓨터가 보조 역할을 하는 것이다.

NCTM³⁾은 1980년 활동을 위한 의제로서 80년대 학교수학을 위한 8 가지 권고를 하였는데 세번째 권고 사항으로 “수학 프로그램은 모든 학년 수준에서 계산기와 컴퓨터의 힘을 최대한 이용해야 한다”라고 하였다. ICMI⁴⁾도 학생들의 문제해결 기능을 향상 시키도록 교수도구로서 컴퓨터를 사용해야 한다고 제언하였다. 또 21세기를 대비한 미국의 교육개혁안⁵⁾ (Educing Americans for the 21st Century)에서는 새로운 컴퓨터 문명은 수학 교육에 새로운 소재를 도입하고 새로운 수학 교육 방법을 제공한다고 하였다.

CAI의 역할로는 학생에게 개별학습을 통한 지진아 및 영재교육에 기여할 수 있고 컴퓨터 교안과 학생사이에 연습문제, 반복 훈련등 여러가지 지시들이 진밀하게 연결되어있으며 교사(Author)의 수학단원 목표에 의거하여 컴퓨터 교과물이 제공되고 있다.

3) 컴퓨터와 함께 하는 교육(Instruction

with Computer)

우선 수학 교과목의 일반적인 문제 해결능력을 컴퓨터를 이용해 효율성을 인정해 보며 다양한 모의실험을 통해 산술적 계산과 논리적 연산을 고속으로 처리 하는데 따른 수학적 개념의 탐구, 그리고 복잡한 체제의 강의를 실험으로서 보조할 수 있다.

우리나라에서는 컴퓨터를 이용한 수학 학습 연구가 아직 시작단계에 머물러 있지만 마이크로 컴퓨터의 급속한 보급과 함께 컴퓨터를 이용한 학습을 위한 프로그램의 개발 및 이에 수반되는 연구의 필요성이 대두되고 있다.

Seymour,⁶⁾ Papert⁷⁾는 아동들이 컴퓨터로 프로그램을, 작성해 볼때 가장 강력한 잇점으로는 컴퓨터에 대한 어느 정도의 숙련을 얻게 되고, 수학 및 과학의 개념 파악에 쉽게 접근될 수 있다고 하였으며 Hatfield⁸⁾는 수학을 배우는 학생들이 그들 스스로 프로그램을 작성해 볼때 강력한 학습 경험이 일어날 수 있다고 하였다.

4) 컴퓨터를 이용한 교육경영(management of Instruction using Computeru)

수학 교육에 컴퓨터를 이용한 교육경영으로 Computer Managed Instruction 을 들 수 있다. 본래 CMI는 개별화 학습 프로그램에서 교사가 학생들을 관리할 수 있기 위한 정보관리 체제에서 출발되었다. 즉 CMI는 학생들의 학습을 직접 돕는 형태는 아니지만 학생의 학업성취기록, 시험의 출제와 처리 그리고 학생의 출석에서 성적, 건강 기록에 이르기까지 효율적인 학습을 설계하는데 필요한 관련 변인들을 종합적으로 고려하여 교수처방을 하는 기능을 말한다.

2. 외국의 동향

현재 선진 각국들은 다투어 컴퓨터 교육에 연구와 투자를 하고 있다. 이 단원에서는 교육에 적용하고 있는 외국의 동향을 살펴보기로 한다.

1) Project Solo

Project Solo는 미국과학재단과 피츠버그

대학이 중등학교 수학과 과학, 그리고 다른 분야에 수학의 응용을 컴퓨터로 보조하는 학습에 초점을 두고 연구되었다. 이에 따라 구성된 100개이상의 컴퓨터 보조 학습 모듈은 고등학교와 대학 수준의 수학에 대한 토픽으로부터 개념과 원리들을 탐구하는 도구로서 고등학교 학생들이 컴퓨터를 사용하는 것을 돕도록 설계되어졌다. 또한 Soloworks라 불리는 Project Solo에 이은 연구는 5개의 컴퓨터와 관련된 수학실험실이 개발되었고, 6학년에서 12학년 까지의 학생들에 의해서 실험적으로 사용되었다.

2) PLATO

이 시스템은 미국 일리노이 大學에서 1959년에 처음 구상하여 그후부터 지금껏 보급 사용되어 오는 최초의 시스템이다. 1967년에 이르러 본격적인 연구와 보급이 이루어져 그 해에 TUTOR이라는 저자연어가 개발되었고 수백대의 학습 단말기를 동시에 이용할 수 있는 현재와 같은 대형 CBE 시스템이 개발되었다. 이 시스템이 최초로 담당한 과목은 생물학이었으나 그 후 수학, 물리학 등 현재에는 30여개 분야가 되었으며, 총 교육시간이 만여시간에 달하고 있다.

3) TICCIT

이 시스템은 1972년 NSF의 보조로 브리감영 대학을 주축으로 하여 Mitre회사와의 공동 연구에 의해 개발된 중형 CBE 시스템이다. 이 시스템의 응용 분야도는 수학과 영어를 위시한 언어 교육에 적용되었다. 이것은 본체와 모니터에 덧붙여 시청각 매체와 최근에 장점이 인정받는 비디오디스크를 이용하는 것이 특징이다. 현재 이것은 WICAT社에 의해 보급되고 있는 실정이다.

Ⅲ. 수학 교과학습에 컴퓨터 活用法

1. 문제해결 학습법

컴퓨터 프로그램의 시초작업은 역시 순서도이다. 순서도란 기호와 상징으로 일의 순서를

서술한 흐름도이다. 사람들은 보통 문자를 보고 이해하는 것 보다 어떤 형태의 그림이나 도표를 보고 파악하는 것이 훨씬 쉬울 것이다.

현 고등학교 수학 I 제8 단원 수열과 급수에서 순서도가 학습되고 있다. 이 순서도와 수학의 문제해결 간에는 매우 밀접한 관계가 있다. 즉 주어진 문제를 완전히 파악하고 나서 그 과정을 구체화 시키기 위해서 하나의 도구로서 순서도가 필요한 것이다. 따라서 구체화된 개념을 논리적으로 정확하게 구성시켜 본다. 또한 학생들에게 개념에 대한 추가적인 실습을 프로그램으로 줄 수 있으며 컴퓨터를 통한 문제해결 학습법을 도입할 수 있다.

현재 CAI학습이 어려운 실정에 있는 우리나라 형편에 있어서 컴퓨터를 활용한 문제해결 학습법은 고등학교 수학교육에 가장 쉽게 접근할 수 있는 학습법이다. 현 교육과정 및 제5차 교육과정에서도 기초가 될 순서도가 포함되어 있기 때문에 프로그램을 통한 문제해결 학습법은 알고리즘을 도입하고 확장하는데 풍부한 상황을 제공해 줄 수 있을 것이다.

최근에 미국에서는 여러 형태의 프로그램을 응용한 학습법이 개발되었는데 이것은 PER-Cs⁹⁾ (Programming Exercise Related to Contents)라 불리어 지고 있다. PERCs는 어떤 프로그래밍 언어나 장비에 국한되지 않고 또한 전학년에 사용될 수 있으며 설계된 문제해결 방법도 다음과 같이 10가지 형태로 다양하다.

- 프로그램을 실행하고 결과를 논의하기
- 프로그램의 실행을 모의실험 하기
- 프로그램의 특성을 이해하기 위해 설명 프로그램을 작성하기
- 주요한 명령문을 삽입함으로써 프로그램을 작성하기
- 결과를 미리 예측하기
- 관련된 문제를 실행하도록 프로그램을 변형하기
- 잘못된 전달문으로 부터 추론하기
- 프로그램의 오류를 발견하여 수정하기
- 프로그램들의 과정, 결과, 효과에 관하여

비교하기

- 실제 프로그램을 작성하고 실행하기

PERCs의 형태는 수학학습을 증진시키기 위한 프로그래밍을 통한 문제해결 학습의 많은 참고가 될 것이다. PERCs 형태의 수학학습 활동을 개발할때 교사는 학습되어진 내용 뿐만 아니라 그것이 제시되어질 상황도 고려하여야 한다. 순서도 그리고 프로그램을 이용한 문제해결 학습법을 학생 중심으로 수업이 진행 되어야 한다. 그래서 원리에 초점을 둔 수학적 개념과 기능에 대한 상세함이 수반해야 한다.

그래서 절차로는 우선 학생들이 순서도를 통해 일반적인 흐름을 탐구하고 문제 해결 순서를 발견하도록 한 다음, 비교적 쉽게 숙달될 수 있는 일련의 실행문으로 연결된 순서를 완성시킨다. 다음의 예는 대표적인 몇 가지를 현 교과서에 맞추어 제시하였다.

1) (수학 I V. 함수)

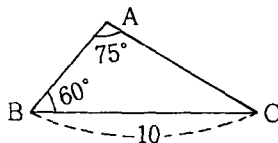
두점 P(X₁, Y₁), Q(X₂, Y₂)사이의 거리를 구하라.

```

5 REM ** 두점 사이의 거리 **
10 INPUT "X1, Y1="; X1, Y1
20 INPUT "X2, Y2="; X2, Y2
30 S=SQR((X2-X1)^2+(Y2-Y1)^2)
40 PRINT "두점 사이의 거리="; S
50 END
    
```

2) (수학 I. VII. 삼각함수)

아래 그림에서 AB의 길이를 구하라.



```

10 A=75*3.14/180
20 C=(180-75-60)*3.14/180
30 AB=10*SIN(C)/SIN(A)
40 PRINT "AB="; AB
50 END
    
```

3) (수학 I. VII. 삼각함수)

세 변의 길이가 5, 6, 7 일때 Δ 의 면적을 구하는 Program은 다음과 같다. 빈칸을 채우시오(Heron의 공식을 묻는 문제)

```

5 REM ** 삼각형의 면적 **
10 READ A, B, C
20 S=(A+B+C)/2
30 D=_____
40 A=SQR(D)
50 PRINT "면적=";
60 DATA 5, 6, 7
70 END
    
```

4) (수학 I, VII. 수열)

1 + 2 + 3 + ... + X를 계산하여 처음으로 10000이 넘는 끝수 X를 구하라.

```

10 X=0
20 FOR I=1 TO 200
30 X=X+I
40 IF X >=10000 GO TO 60
50 NEXT I
60 PRINT I
70 END
    
```

5) (수학 I, VIII. 수열)

S = 1 + (1 + 2) + (1 + 2 + 3) + ... + (1 + 2 + 3 + ... + 10)을 구하라.

```

10 S=0
20 K=0
30 FOR N=1 TO 10
40 K=K+N
50 S=S+K
60 NEXT N
70 PRINT "SUM="; S
80 END
    
```

6) (수학 II-2, VIII. 확률)

7명 중에서 2명을 골라내는 방법이 몇가지가 되는지를 발견하기

```

10 A=7
20 A=A-1
30 IF A=0 THEN 60
40 GOSUB 100
    
```

```

50 GOTO 20
60 PRINT X
70 END
100X=X+A
110RETURN

```

7) (수학II - 2, IX. 통계)

다음 DATA를 읽고 평균과 표준편차를 구한다.

빈칸에 알맞는 실행문을 작성하라.

DATA: 10, 12, 15, 17, 20

5 $S_1 = 0$, $S_2 = 0$

20 FOR I= 1 TO 5

30 READ X

40 $S1 = S1 + X$; $S_2 = S_2 + X^2$

50 NEXT I

60 M=

70 SD=

80 PRINT "평균=" ; "표준편차=" ;
SD

90 DATA 10, 12, 15, 17, 20

100END

2. 실험학습법

수학 교육이 안고 있는 기존의 문제점중 가장 약점이 될 수 있는 것이 자연과학의 母體 이면서 특별히 실험에 중시하고 있지 않다는 것이다. 종래의 연습이나 Proving 및 추론이 이것을 조금은 대변해 주나 교과 목표에 도달하는데 기존의 학습법으로는 해결할 수 없거나, 도달하기 힘든 상황이 가끔 발생하기 때문이다. 따라서 본 연구에서는 실험 학습법이란 단어로써 이러한 문제를 해결할 계획이었다.

실험 학습법은 앞에서 제시한 문제해결 학습법과 같이 문제해결을 위주로 한다는 데는 맥락을 일치하나 문제해결 학습법은 학생 위주의 학습법인데 반해 후자는 교사 위주의 즉 학급 내에서 문제해결을 하나의 과정 또는 문제를 해결하는데 사용된 일련의 행동으로 정의된다. 또한 前者가 컴퓨터 시설 없이도 순서대로 대신 할 수 있는데 반해, 후자는 반드시

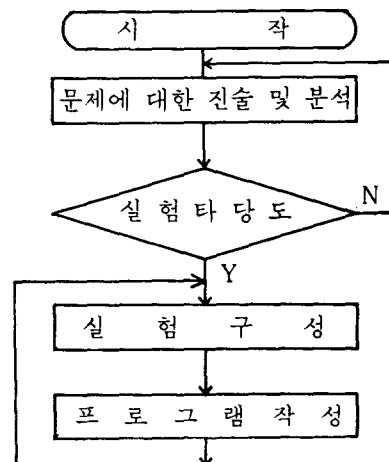
컴퓨터를 활용하여 수업 시간에 교과과정에 있는 내용 중에서 컴퓨터의 신속한 계산능력을 이용할 수 있고, 계산은 복잡하지만 중간 과정에 대한 이해와 논리적 사고를 중요시해야 하는 단원을 택해서 학습법이 구성되어야만 할 것이다.

수학교육에서 실험 학습법의 중요성이 강조되어야 하는 것으로 가장 큰 이유는 수학에 대한 부정적인 의식 해소와 학생들에 대한 동기 유발과 개발에 관한 과제를 해소 해줄 도구이기 때문이다. 오늘날 수학 수업에 있어서 동기유발 효과에 이용될 뿐만 아니라 문제들을 해결하기 위한 유용한 방법을 구상하는데 첨단 교육공학 도구로서 컴퓨터를 출현시킬 수 있다. 물론 여러가지 다양한 자료와 시청각 교육 기자재 등이 보조로 필요하다.

따라서 이런 것을 근거로 하여 Polya¹⁰⁾의 4 단계 문제해결 모형을 변형하여 실험 학습법으로 제시하고자 한다.

- 문제에 대한 진술과 분석 및 이해(실험의 타당성 검토)
- 문제 해결을 위한 계획의 작성 및 실험 구성
- 컴퓨터를 활용한 학습안 마련 및 프로그램 작성
- 활용 및 검증과 평가

위와 같은 4 단계 이지만 각 단계가 독립적이 아니며 서로 유기적으로 관련되어 쉽게 feedback이 되어야만 할 것이다(표 1 참조)



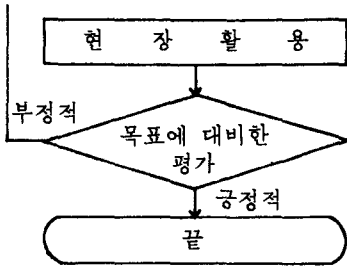
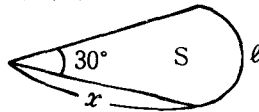


표-1 : 실험학습법 순서도

다음은 실험 학습법의 예를 현 교과서에 맞추어 제시해 본다.

1) (수학 I, VII. 삼각함수)

수 X를 입력하여 X=1 일때는 다음 그림의 ℓ 의 길이를 구하고 X=2 일 때는 면적 S를 구하기.



```

10 INPUT "X="; X
20 ON X GOSUB 40, 70
30 END
40 L=30/360*2*3.14*X
50 PRINT "L="; L
60 RETURN
70 S=30/360*3.14*X^2
80 PRINT "S="; S
90 RETURN
    
```

2) (수학 I, VIII. 수열)

높이 Hm의 위치에서 공을 떨어 뜨리면 $2/3Hm$ 까지 튀어 오른다고 한다. 이 공을 사용해서 높이 15m의 위치에서 떨어뜨려 100회의 튀어 오르기를 반복시킬때 상하 운동한 길이의 합계를 실행하기.

```

10 N=99
20 H=15 : L=15
30 FOR I=1 TO N
40 H=2*H/3
50 L=L+2*H
60 NEXT I
70 PRINT "L="; L
    
```

80 END

3) (수학 II - 2, I. 방정식과 부등식)

3차방정식 $4x^3 - 8x^2 - 29x - 13 = 0$ 은 -10과 10사이에서 3근을 가짐을 보기.

```

10 INPUT X1, ST
20 FOR X=X1 TO X1+10*ST
   STEP ST
30 Y=4*X^3-8*X^2-29*X-13
40 PRINT X, Y
50 NEXT X
60 GO TO 10
70 END
    
```

4) (수학 II - 2, VIII. 확률)

두 사람 X, Y는 5개씩의 동전을 가지고 있다. 또한 각각 한 동전씩을 던진다. 만일 던져진 동전의 모양이 같으면, X가 둘다 갖고, 그렇지 않으면 Y가 갖는다. X와 Y가 동전을 던질때마다 갖게 될 동전의 수를 컴퓨터로 보여라. 단 어떤 한 사람의 동전이 없으면 게임은 끝이 난다(Computers in Mathematics Education, 1984)¹¹⁾

```

10 X=5 : Y=5
20 PRINT X, Y
30 IF RND(0)<0.5
   THEN X=X+1 : Y=Y-1
   ELSE X=X-1 : Y=Y+1
40 PRINT X, Y
50 IF X=0 OR Y=0 THEN 70
60 GOTO 30
70 END
    
```

3. CAI 학습법

CAI와 같은 체계적인 교육 방법을 생각한 것은 비록 컴퓨터의 출현 후반은 아니었다. Pressey의 teaching machine이 1920년대에 그리고 그후 Skinner의 Programmed instruction이 1950년대에 벌써 시스템적인 교육 방법으로 제시되었다. 따라서 초기의 CAI 개발은 Skinner의 선형 프로그램 학습모형에 기초를

두었다. 이 모형은 자극, 제시로부터 반응과 피이드백 제공 및 대안 제시가 제공되어 많은 기여를 하였으나, 인지적 과정의 제시가 거의 고려되지 않고 컴퓨터의 여러 가지 장점을 최대한 사용하지 못한 결점이 있었다.

이러한 Skinner의 모형에 대안으로 제시된 것이 Crowder의 branching 프로그램 학습 모형이다. 이 모형은 최근의 다양한 학습 모형 및 전략들을 실현시키기 위한 기술적 바탕이 되었고 반응과 지각이라는 상호작용아래 실제 CAI개발에 이용되고 있다. 즉 1970년초 이래 학습 이론 및 이론 연구의 추세가 행동 과학적 접근으로부터 인지 심리학적 접근으로 서서히 움직여지며, 새로운 인지학습의 모형을 개발하려는 노력이 나타나게 되었고,¹⁹ 이러한 추세는 ICAI(Intelligent Computer Assisted Instruction)이라는 새로운 CAI시대를 열었다.

CAI의 유형으로는 학자들에 따라 여러가지 분류가 있으나 여기서는 주된 3가지 유형만 알아 보기로 한다.

첫째, 반복연습형으로 가장 널리 사용되는 유형이다. 이 형은 이미 학습된 내용을 보충하며, 연습하여 경우에 따라서 예습하는 것을 돕도록 설계되어 진다. 이 형은 지진아 및 영재 학습에 효과적일 것이다.

둘째, 개인 학습형으로 Courseware를 통해서 1:1식으로 개별학습을 제공한다. 단원의 개념과 법칙을 제시하고, 학생들의 이해를 평가하고, 실습을 제공하는 유형이다.

셋째, 문제 해결형으로서 넓은 개념으로는 모의 실험과 같은 형태를 포함할 수 있다. 학생들이 컴퓨터를 이용하여, 즉 프로그램이 문제 개발자 및 해결자로서 등장한다. Gagné¹⁰는 인지 기능의 위계를 변별→구체적 개념→법칙→문제 해결로 상층화 시키고 있는데 이 유형이 수학학습에 특히 기여도가 높은 것이다.

본 연구에서는 CAI를 코오스웨어 개발시 실질 부분인 설계와 순서도에 국한시켰다. 현재 학교의 교육과정과 수학 지도 학습에서는 아직도 CAI는 실제로 현장 위주의 개발에는 어려

움이 많기 때문이다. 따라서 다음과 같이 5단계를 통해서 코오스웨어의 발전모형을 제시한다.

1) 계획단계

이 단계에서 우선 해야 할 것은 주제 선정과 연구진 구성이다. 또한 어떤 시스템에 맞출 것인지, 하아드웨어적인 개요가 있어야 하며 경비를 책정해 두는 것이 바람직 하다.

2) 설계단계

계획된 것에서 발전시켜 단원별 교과목표 및 분석을 진술하여야 한다. 학습 지도전략이 완결되면 평가 구성과 코오스웨어 제작에 본격적으로 돌입하여야 한다.

3) 코딩단계

설계된 코오스웨어를 기초로 프로그래밍 하는 단계라 볼 수 있다. 여기에는 단원별로 나누어지는 프로그램과 이 단원을 하나의 menu-driven으로 묶는 통계 프로그램이 등장하게 된다.

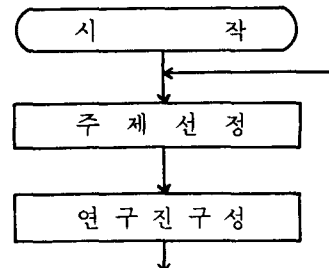
4) 실천단계

개발된 CAI를 현장에 직접 Pilot study시켜 보아야 한다. 이때 문제점이 발생하는 데로 원인이 규명되어야 한다.

5) 정리단계

실천 단계에서 큰 문제점이 없으면 확산시켜도 무방하나 문제가 발생하면 다시 설계 및 개발에 피이드백 되어야 할 것이다. 따라서 모든것을 정리하여 활용에 대비하는 단계이다.

이것을 순서도로 표-2와 같이 제시해 본다.



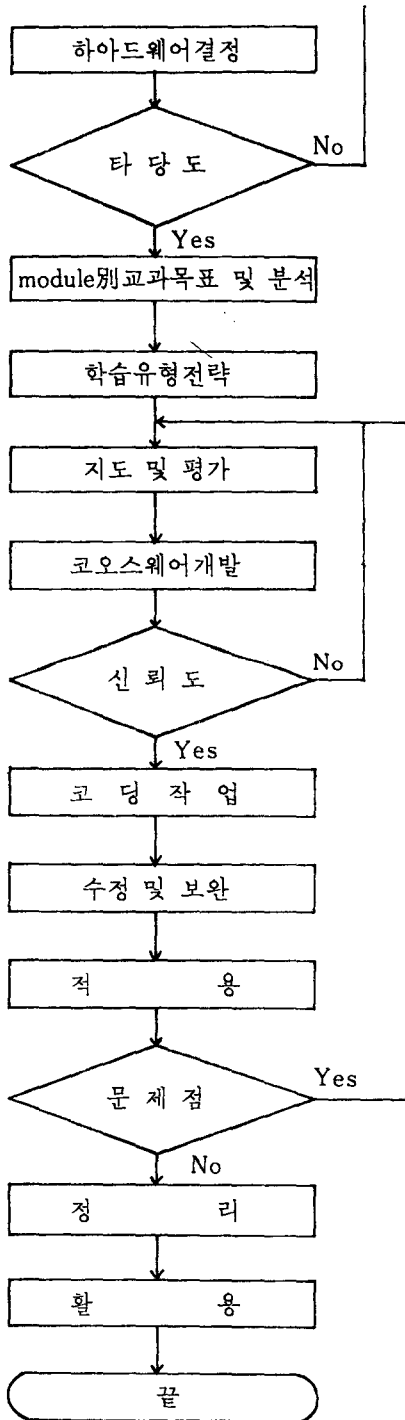


표-2 : CAI구성순서도

IV. 결 론

본 연구는 현재 고등학교 수학 학습법에 컴퓨터를 활용한 것으로 부터 출발되었다. 따라서 다음과 같은 세 가지 모형을 제시하였다.

첫째, 학생 중심의 학습이 진행되는 형태로서 개념을 구체화 시키기 위해 일반적인 흐름을 탐구하고 문제 해결 순서를 발견하도록 한 다음, 이것을 구체화시키는 문제해결 학습법이다.

둘째, 교사 중심의 수업형태로서 반드시 컴퓨터를 활용하여 컴퓨터의 장점을 최대한 살릴 수 있는 실험학습의 구성이다. Ausubel¹⁶⁾은 그의 저서 The Psychology of meaningful Verbal Learning(1963)에서 교수·학습 순서는 선수 학습된 내용과 관련되도록 구조를 만들며 점진적인 세분화와 실험을 통하여 의미 있는 언어학습을 증진시키기 위해 Advanced Organizer를 사용하였다. 여기의 Advanced Organizer는 의미있는 수용학습(reception learning)을 위한 단계를 설정하고 나서 새로운 개념과 원리를 학습하기 위한 Top-down approach로서 수학에서는 실험으로서 학습을 구조화 시킬 수 있다.

셋째, 앞에서 언급된 문제 해결과 실험 학습법은 현장에서 유용한 학습법이나 많은 형태의 개념과 원리를 학습하는 데는 CAI 학습법이 더욱 이용될 것이다. 그러나 이것이 실제 현장에서 개발되어 활용되기에 상당히 어려운 점이 많으므로 여러가지 검토가 필요하다.

본 연구를 마무리 지으면서 고등학교 수학 학습법에 있어서 컴퓨터 활용이 좋은 효과를 나타내기 위해서는 다음과 같은 몇 가지 사항이 고려되어야 할 것이다.

- (1) 교사들이 현장에서 사용될 수 있는 실천 가능한 컴퓨터 학습법이 제공되어야 하며 이것에 참여하여 활용할 수 있는 최소한의 컴퓨터 지식이 요구된다.
- (2) 정책적으로 컴퓨터를 활용한 수학 교육

과정이 현실에 맞게 부분적으로 제시되어야 한다.

- (3) 각급 학교에 표준화된 컴퓨터를 많이 보급하여 교육용 소프트웨어의 제작과 아울러 저자 언어 개발에 産·學 연구소의 공동협력이 되어야 한다.

V. 참고문헌

- 1) Bork, A. "Interactive Learning," *The Computer in the School*, 1980 P.56-57
- 2) Jaffa, A. *The Influence of Computers and Informatics on Mathematics and its Teaching*, Cambridge Univ. Press, 1986, P. 52.
- 3) NCTM, *National Council of Teachers of Mathematics*, April, 1980, P. 2
- 4) ICMI, *International Commission Mathematical Institution*, 1984, P. 3.
- 5) 권 낙원역, 21세기를 대비하는 미국의 교육 개혁안, 교학사, 1984, P. 75.
- 6) Camp. J.I. Marchionimi, G., op. cit., *NCTM*, 1984, P. 118.
- 7) Papert, S., *Mindstorms: Children, computers, and powerful ideas*, New York: Basic Books, Inc. 1980.
- 8) Hatfied, L., "Toward Comprehensive Instructional Computing in mathematics," *NCTM*, 1984, P. 2 - 4.
- 9) Camp, J.I. Marchionimi, G., op. cit., *NCTM*, 1984, P. 119.
- 10) Polya, G. (우 정호역), 어떻게 풀 것인가: 수학적 사고 방법, 천재교육, 1986.
- 11) Smith, S., "Microcomputers in the middle School," *Computers in Mathematics Education*, NCTM, P. 137.
- 12) 김 창동, 마이크로컴퓨터를 활용한 수학 교수학습법 연구, 한국교원대학교 대학원, 1987. 12, p.25-26.
- 13) Gagné R. *The Conditions of Learning* New York: Wolt, Rinehart, and Winsto , Inc., 1970. n
- 14) Ausubel, D. *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, New York: Grunl & Stratton, 1963.