

고등학교 물리 I 의 개별학습을 위한 컴퓨터 프로그램의 개발*

김 창 식

국민대학교 사범대학 물리교육과
(1986년 11월 25일 받음)

I. 서 론

1956년 Pennsylvania대학에서 개발한 ENIAC (Electronics Numerical Intergrator and Calculator)을 컴퓨터의 시초로 본다면 컴퓨터의 역사는 40년이 되었다.

처음 계산을 목적으로 개발한 컴퓨터는 정보를 보관, 정리, 계산, 검색, 제어하는 시스템 공학으로 발전하여 산업에는 물론 일상생활에도 필요 불가결한 현대문명의 총아로 등장하게 되었다.

오늘날에 이르러 컴퓨터는 인간 두뇌 능력을 컴퓨터에 이식시켜 보다 인간에 가까운 처리가 가능하도록 하려는 노력이 진행되어 컴퓨터의 새로운 세대를 맞이하게 되었다.

지금까지의 컴퓨터는 숫자를 사용한 데이터 처리형으로 시스템 공학이 중심이 되었으나 새 세대의 컴퓨터는 기호를 사용하는 인공지능(AI; Artipitital Intelligence)으로 지식 시스템이 중심이 된다. 즉 인간의 두뇌 작용이 인식, 기억, 이해, 추론, 판

단, 학습의 과정이라 보고 실 세계의 여러가지 사물과 그들의 속성을 인간 두뇌의 과정과 같이 기호를 사용하여 컴퓨터에 인식시켜 추론 표현시켜 보려는 것이다(UNIVAC NEWS, 86)(1).

86년 5월 21일 일본 동경에서 열린 제62회 비즈니스 쇼에 출품된 UNIVAC의 지식공학 전용 컴퓨터인 KS-301(Knowledge Station)과 LISP(List Processor)형의 KEE(Knowledge Engineering Environment)는 인공지능 컴퓨터의 가능성을 알려주는 좋은 효시가 되었다.

이와같이 날로 발전하는 컴퓨터에 힘입어 컴퓨터를 교육에 이용하려는 노력도 크게 진전되어 우수한 프로그램들이 개발되어 활용하고 있다.

우리나라의 컴퓨터 역사는 불과 10년에 지나지 않으나 학술용, 산업용, 사무자동화 등에 활발히 이용되고 있음은 물론 교육용에도 이용되기 시작하였다.

학습현장에서 완전학습을 보장할 수 있는 수업형태는 개별화수업이다. 개별화수업이란 어떤 일정한 수업목표를 다양한 능력수준과 학습경험 및 학습형태를 가지고 있는 학습자들의 각각에 가장 적합한 수업계열을 제공해 줌으로써 결국에 가서는 모든

*본 연구는 금육학술 문화재단의 연구비로 연구되었음.

학습자가 정해진 수업목표를 성취할 수 있게 해주는 수업형태이다(정택희, 1985)(2).

다른 나라에 비하여 학급당 학생수가 많은 우리나라의 현실로는 개별학습을 실현하는 좋은 방법이 컴퓨터를 이용하는 것임을 알면서도 아직까지 이 분야의 연구가 미흡한 것은 예산과 인력과 시간이 많이 필요하기 때문일 것이다(정택희, 86) (3).

본 연구는 고등학교 물리 1의 개별학습을 위한 컴퓨터 프로그램을 초보적인 입장에서 개발하였다. 따라서 본 연구가 완벽한 CAI프로그램으로 이용될 수는 없으나 앞으로의 개발에 기초적인 측면에서 공헌할 수 있으리라 믿는다.

II. 교육에서의 컴퓨터 활용

교육에 컴퓨터를 이용하는 것을 영어로 표현하면 그림 1과 같이 제 1열의 Computer에 제 2열의 11개 단어와 제 3열의 5개 단어를 조합하여 나타낸 수만 큼 많으며 최근에는 Educomputing이란 말이 이 모두를 대표하는 말로 사용된다(中山和彦, 1986)(4).

컴퓨터가 학교교육 전반에 이용될 수 있는 영역은 대략 다음과 같다.

1. 컴퓨터교육과 정보관리

- 1) 컴퓨터 리터라시
- 2) 컴퓨터 프로그램
- 3) 데이터 베이스
- 4) 비디오 녹화관리
- 5) 패키지 활용

2. 컴퓨터 활용수업

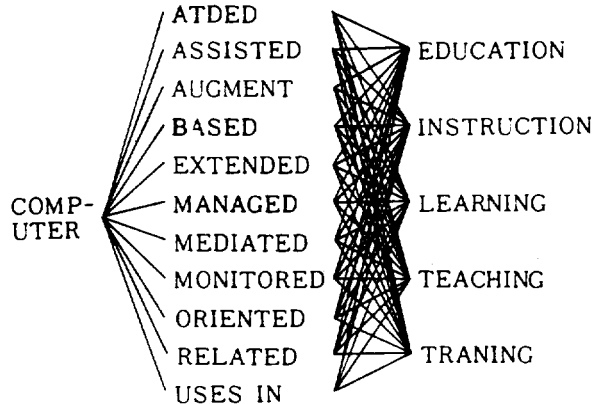
- 1) CAI(CAL)
- 2) Demonstration
- 3) Simulation

3. 컴퓨터활용 지원체제

- 1) CMI
- 2) 도서관 업무관리
- 3) 학교일반업무 관리
- 4) 기타업무

이들중 CAI는 Computer Assisted Instruction의 약자로 컴퓨터 지원수업으로 번역되나 인간인 교사 대신에 기계인 컴퓨터가 학습자를 가르친다는 뜻이 강하므로 학습자의 자발적인 학습을 컴

퓨터가 지원한다는 뜻인 CAL(Computer Assisted learning)을 써야 한다는 주장이 1970년부터 시작되어 점점 사용빈도가 늘고 있다.



〈그림 1. 컴퓨터활용 교육 영문표기〉

교육학적 측면에서 본다면 Instruction과 Learning의 의미는 차가 있겠으나 컴퓨터를 학습에 이용한다는 측면에서는 큰 차가 없다. 왜냐하면 완벽한 프로그램을 구성할 수 있다면 CAI에도 CAL의 의미가, CAL에도 CAI의 의미가 내포되어 있기 때문이다.

미국의 경우 1950년 말경부터 CAI가 연구되기 시작하여 일리노이 대학에서 개발한 PLATO(Programmed Logic for Automatic Teaching Operator), Mitre사의 TICCIT(Time-shared, Interactive, Computer-Controlled Information Television)(이태욱, 85) (5) 등이 있으며 특히, 1966년 스탠포드 대학이 개발한 산수와 읽기 CAI는 미국의 CAI를 본격화하는 데 기여했다(정택희, 1985) (6).

일본의 CAI는 1965년 말부터 연구실 중심으로 연구되다가 1974년 동경 상반중학교에서 처음 적용 실험되었으며 쓰꾸바 대학의 CAI 1,2(中山和彦, 1986)(7), 일본 UNIVAC의 Computent2 등 많은 CAI프로그램이 있으나 아직 일반화 되지는 못하고 있다.

특히 86년 4월 일본 동경에서 열린 CAI-Media Show '86에는 56개사가 참가한 성대한 행사로 CAI가 일반화되는 계기를 마련해 주었다.

CAI의 교육적 효과에 대한 부정적 견해를 가진 사람들도 많지만(정택희, 1985)(8), 점차로 CAI전

용 컴퓨터, CD(유성장치), 데이터 베이스, 영상장치, 실험기구 등을 조합하여 활용하는 방법이 개발됨으로써 전통적인 교수학습에 비하여 훨씬 효과를 거둘 수 있게 되었음은 의심의 여지가 없다.

CAI가 전통적인 교수학습법보다 효과적이라는 것은 다음 몇가지로 요약 설명할 수가 있다.

1. CAI는 개별학습을 하는 데 가장 효과적인 학습 과정을 제공한다.

오늘날 학교 교육은 학습내용과 과정을 개인의 능력에 따라 적절하게 제공하여 주는 개별학습이 바람직하다. 그러나 전통적인 교수방법으로는 교사가 많은 학생에게 그들의 능력과 학습진도를 파악하여 학생 개개인의 능력에 알맞는 각기 다른 학습내용을 제공하여 지도한다는 것은 어려운 일이다. CAI는 학생 개개인의 지식이나 인지적 과정을 확인하여 신속하고 적절한 프로그램을 제공할 수 있다(박성익, 1986) (9)

2. CAI는 흥미로운 학습내용이나 방법을 제공할 수 있다.

CAI는 컴퓨터와 학습자 간에 1대1의 상호작용을 끈기있게 추진할 수 있을 뿐 아니라 프로그램 학습과 같이 한 학습이 끝나야 다음 학습으로 진행되므로 완전학습의 실현이 가능하다.

또한 도표나 그림 등의 학습자료를 인쇄매체와는 달리 동적으로 제공할 수 있어 흥미롭고 쉽게 이해시킬 수 있다.

3. CAI는 철저한 피드백(Feed Back)을 시도할 수 있다.

학습과정이 프로그램상 다양하게 분기(Subroutine)할 수 있어 학습자의 수준에 맞는 과정으로 진행이 가능하고 선행학습이 철저하지 못했을 때는 언제든지 피드백이 용이하여 학습효율을 높일 수 있다.

4. CMI와 결합하면 평가 및 통계처리가 용이하여 교사의 업무부담을 덜어줄 뿐 아니라 학습자의 학습 성취과정을 신속히 제공할 수 있다.

학습평가, 과제처리, 통계 등이 신속하게 처리되어 교사의 능력을 극대화함은 물론 학습 순간의 형

성평가가 다양하게 이루어질 수 있어 학습자나 교사 및 학부모에게 필요한 진단을 즉시에 제공할 수 있다.

5. 시청각 기구와 시스템을 구성하면 더욱 교육 효과를 높일 수 있다.

CAI용 퍼스널컴퓨터, 데이터 베이스용 대형 컴퓨터, 비디오 텍스트, OHP, VTR, 슬라이드 프로젝트, 실물환등기, 음성출력장치, 실험기기 등을 연동시키는 시스템을 만들면 어떤 교수학습법보다 뛰어난 교수법이 될 것이다.

이상에서 열거한 바와 같이 CAI교수법이 탁월하나 아직도 소프트웨어나 코스웨어의 개발이 미흡하고 활용경험이 짧아 널리 이용되고 있지 못하고 있는 것이 현실이지만 점차 일반화되는 추세에 있다.

Ⅲ. 개별학습 프로그램의 개발

1. 시용컴퓨터와 유틸리티 프로그램

(1) 컴퓨터 및 주변장치

본 연구에 사용된 컴퓨터는 표 1과 같은 칼라 CRT 및 8인치 디스크 드라이브 2대가 붙은 16비트 MITSUBISHI사 NET 86으로서 영문, 숫자, 기호, 한글, 한자, 일어가 반각, 배각의 두 종류로 표현되는 퍼스널 컴퓨터이다(MULTI16, 1983)(10)

(표 1) 컴퓨터와 주변장치

본 체	CPU	16bit, i8088Micro processor, CPM/86, cycle time 0.3us, 576KB Dynamic RAM, MBASIC
	CRT	14inch, 8색, 영, 수 80×20/행, 한글, 한자 40×20/행, graphic 640×340dot
프린터	인자속도	영, 수 187자/초, 한글, 한자 116자/초
	문자구성	영, 수 24×13, 한글, 한자24×22 dot
	ASF	A4, B5 자동급지

표 1에서 알 수 있듯이 당장 고등학교에서 이용되기는 어려운 고급기종이지만 가까운 장래에 널리 보급되리라 생각된다.

(2) 유틸리티 프로그램

시스템 기동용으로 CP/M86, 프로그래밍언어로 M BASIC을 사용하였으나 특수문자를 표 2와 같이 FNTUTL, L24USER, L24PTN, KILB4000 등의 유틸리티 프로그램으로 작성하여 활용하였다.

〈표 2〉 유틸리티 프로그램으로 작성한 문자

작성 확대문자	F, Fx, g, x, -, +, λ, Σ 등 35종
작성 첨자문자	' , ' , ' , ' , " , " , , , , , , , 등 19종
작성 조합문자	√, ∓, ∓, ∓ 등 10종

화면이나 프린터에 출력되는 문자의 종류는 다음과 같은 5종류로 일부는 컴퓨터에 내장된 ROM에 의한 것이고 나머지는 작성한 것이다.

- 가. 기성 보통문자-컴퓨터의 ROM에 있는 일반 문자
- 나. 기성확대문자- 영문과 숫자의 확대문자로 한글과 GRAPHIC Key 로 표시되는 문자
- 다. 작성 확대문자-표 2와 같은 유틸리티 프로그램으로 작성한 확대 특수 문자
- 라. 작성 첨자문자-표 2와 같은 유틸리티 프로그램으로 작성한 제곱 세제곱 첨자 등을 나타내는 작은 문자
- 마. 작성 조합문자-루트 등과 같은 2행으로 한 기호가 되는 기호문자

2. 입력자료의 내용

〈표 3〉 단원별 자료 입력 내용

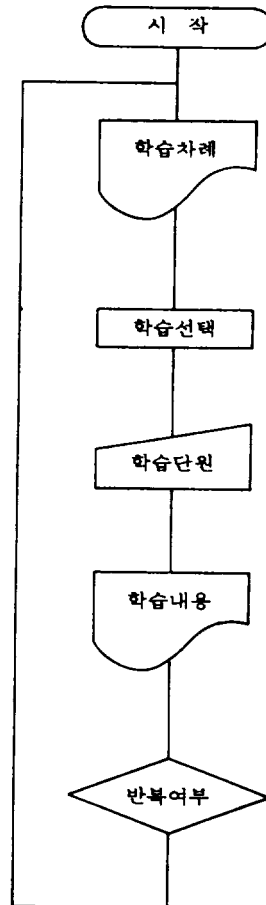
대 단 원	중 단 원	개념	법칙	공식	단위	문제	합계
1. 힘과 운동	1. 운동의 법칙	12	5	13	5	36	71
	2. 힘과 에너지	14	4	14	5	30	67
2. 전자기	1. 전하와 전류	12	6	23	10	46	97
	2. 전류와 자기장	4	3	5	1	24	37
3. 파동과 빛	1. 파 동	13	10	10	1	20	54
	2. 빛	9	3	8	1	15	36
4. 현대 물리	1. 원자의 탐구	1		3		8	12
	2. 물질과 에너지	2		8		12	22
합 계	8 단 원	67	31	84	23	191	396

고등학교 물리 I의 교과서(권숙일, 1983, 송인명, 1983) (11, 12)를 중심으로 개념 67종, 원리 및 법칙 31종, 공식 84종, 단위 및 상수 23종, 문제 191종을 단원별로 표 3과 같이 입력하였다.

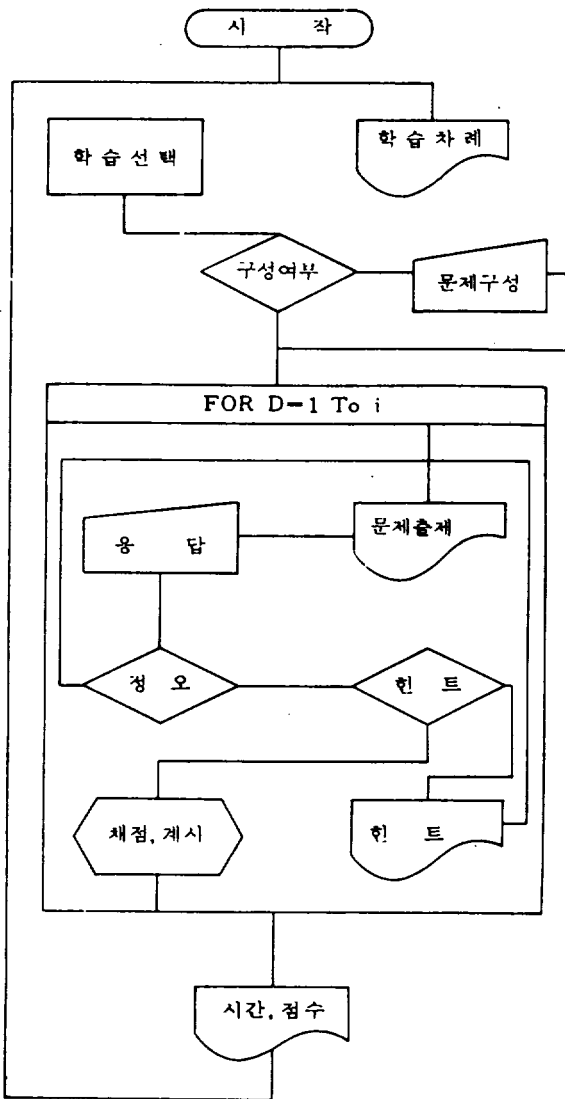
위 자료 중 문제의 그림 부분은 프로그램의 서브루틴에 들어 있고 나머지는 모두 랜덤 데이터파일에 들어 있다.

4. 프로그램의 구조

프로그램은 메뉴형식으로 MBASIC을 사용하여 짜여져 있다. 기종이 다른 컴퓨터나 프린트를 사용할 경우는 몇 개의 명령어를 수정하여야 한다. 프로그램 흐름도의 개략은 그림 2, 3과 같다.



〈그림2〉 개념, 법칙, 공식, 단위의 흐름도



(그림3) 문제풀이의 흐름도

IV. 프로그램의 실행

1. 프로그램의 기능

프로그램은 아래 순서에 따라 기동시킨다.

(1) A드라이브에 CP/M86 디스켓을 꽂고 컴퓨터 스위치를 넣으면 CP/M86이 가동되고 &8"FDD. MOD, ANK .PTN, &24LIST .PTN, KLIB40 00 .PTN, HANGUL .PTN이 입력된다.

(2) 프로그램이 MBASIC으로 되어 있기 때문에 MBASIC을 입력한다.

(3) 프로그램 이름이 GUMOK1이므로 RUN "G-UMOK1"을 입력한다.

(4) 프로그램이 실행되면 화면에 프로그램의 설명을 보겠느냐고 묻는다. Y를 누르면 프로그램 설명이 화면에 나온 후 그림 4와 같은 메인 메뉴가 나오게 되고 RETURN키를 치면 곧 바로 메인 메뉴가 나온다.

(그림 4. 메인 메뉴)

차	례
1. 자료의 입력	2. 개념의 학습
3. 법칙의 학습	4. 공식의 학습
5. 단위의 학습	6. 문제의 풀이
7. 점수의 조회	8. 자료의 인쇄
9. 자료의 수정	10. 완 료

2. 학습지문의 출력

(1) 개념, 법칙, 공식, 단위의 학습

메인 메뉴에서 해당 항목을 고르면 대단원과 중단원이 화면에 표시된다. 단원이름 앞에 있는 숫자로 학습할 첫번호와 끝번호를 고르면 학습내용이 3항목씩 화면에 표시된다.

(2) 문제풀이 학습

메인 메뉴에서 문제풀이를 고르면 문제를 구성하겠느냐고 묻는다. Y를 입력하면 문제 구성표가 화면에 나오는데 각 항목에 따른 문제수를 입력하면 구성표에 따라 한 문제씩 출제된다. 힌트를 보겠다고 입력하면 오답인 경우 힌트가 일정시간 출력된 후에 해당 입력으로 돌아간다. 힌트를 보지 않으면 힌트 없이 한 문제씩 출제된다. N을 입력하면 문제 구성 없이 무작위로 20문제가 한 문제씩 출제된다.

1면 경우이든 문제를 다 풀고나면 채점 결과와 문제 푸는 데 걸린 시간이 표시되며 이름과 번호를 입력하면 화일에 등록된다.

힌트로는 그 문제에 해당하는 개념, 법칙, 공식, 단위 등이 표시된다.

3. 자료의 인쇄

메인메뉴에서 인쇄 항목을 고르면 어떤 내용을 인쇄할 것인가를 묻는다. 화면에서 인쇄할 항목을 고르면 인쇄할 분량을 묻게 되고 인쇄할 분량을 정하면 지정한 항목이 인쇄된다. 인쇄할 때는 먼저 프린터의 인자 행과 열의 간격을 지정(SETUP P)하여야 한다.

V. 결 론

개별학습을 위한 컴퓨터 프로그램은 학습자 개인의 학습능력을 파악하여 이에 알맞는 학습내용과 학습과정을 제공하여 주는 것으로 다음과 같은 문제점을 갖고 있다.

첫째 문제는 학습자의 학습능력을 정확히 파악하기 어려운 점이다. 학습자의 능력은 너무나도 다양하여 능력계층을 세분화하여야 하는데 세분화할수록 프로그램을 만들기 힘들며 컴퓨터의 용량도 커야 한다.

둘째로는 학습자의 능력에 맞는 학습내용과 과정(코스웨어)을 개발하기 어렵다는 점이다. 학습자의 능력이 같더라도 학습내용과 학습과정이 같을 수 없다는 점은 매우 어려운 문제로 많은 경험과 연구를 필요로 한다.

세째로는 개별학습에 알맞는 컴퓨터의 개발이다. 일반적인 컴퓨터는 화면의 해상도가 떨어질 뿐 아니라 문자의 형태가 교과서와 달라 화면 구성이 어렵다. 텔레텍스와 같이 화면이 선명하면서도 프로그램이 가능한 CAI전용 컴퓨터의 보급이 시급하다.

네째로는 주변기기와의 시스템 구성이 필요하다. 개별학습을 위해서는 컴퓨터만으로는 학습효과를 거두기 어렵고 VTR, OHP, 슬라이드 프로젝터, 음성출력장치, 실험기구 등을 연동시키는 시스템 구성이 필요하다. 이를 위해서는 CAI전용 교실이 필요할 뿐 아니라 막대한 시설비가 필요하다.

다섯째, 심체적, 정의적 영역의 평가가 어렵다. 개념, 법칙 등의 지적 영역은 객관식으로 어느 정도 평가가 가능하나 주관식 평가가 곤란하며 더욱

기 창의성, 태도 등의 평가는 거의 불가능하여 이 부분의 보완이 필요하다.

이상과 같은 문제점은 일조일석에 해결하기는 어려우나 점진적으로 해결이 가능할 것 같으며 기존 학습법보다는 월등히 효과가 있을 것으로 믿는다.

현시점에서 CAI는 많은 문제점을 갖고 있지만 활용경험을 갖고 보완한다면 그 성과가 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서 개발된 프로그램의 특징을 요약하면 다음과 같다.

1. 고등학교 물리 I에서 67종의 개념, 31종의 법칙, 84종의 공식, 23종의 단위, 191종의 문제를 개발 입력하였다.
2. 개념, 법칙, 공식, 단위 등을 학습단원에 따라 학습할 수 있게 하였다.
3. 191종의 문제로 단원별, 난이도별로 학습자가 문제를 구성하여 문제를 풀 수 있게 하였으며 힌트도 출력되게 하였다.
4. 학습내용, 문제, 성적 등을 인쇄할 수 있게 하였다.
5. 교과서와 같은 형태의 문자로 화면을 구성하도록 노력하였다.

* 참고 문헌

1. 유니팩트 뉴스, No. 301, p. 1(1986), 일본 UNIVAC사
2. 정택희, CAI모형 프로그램 개발연구, p.5(1985), 한국교육개발원
3. 정택희, CAI모형 프로그램 개발연구, 교육개발 Vol. 7, No.3 p. 11(1985, 6), 교육개발원
4. 中山和彦, 未來の教室, p. 39(1986), 筑波出版會
5. 이태욱, 과학교사를 위한 컴퓨터교육, 과학교육연구논총, Vol.10, No.1, p. 135(1985) 서울대 과학교육연구소
6. 정택희, 상계서, p. 10
7. 中山和彦, 상계서, p. 214
8. 정택희, 상계서, p. 10~12
9. 박성익, 컴퓨터활용 수업방법의 효과분석, 교육개발 Vol.7, No. 3, p. 11(1985. 6) 한국교육개발원
10. 三菱編輯部, MULTI 16, pp.101~500(1983), 三菱電氣株式會社
11. 권숙일, 고등학교 물리 I, (1983), 동아출판사
12. 송인명, 고등학교 물리 I, (1983), 교학사

ABSTRACT

A Development of Computer Program for High School Physics 1

Chang-Sik Kim

Department of Physics Education

Teachers College, KOOK MIN University

The summary of the distinguishing features of the program(developed in this reserch).

1. For the high school physics 1, total of 67 kinds of physical concepts, 31 of physical law, 84 of equations, 23 of units, and 191 of new sample problems were inputed (in the data file).
2. Physical concepts, laws, equations, and units could be studied by chapter.
3. Among 191 of sample problems, the user can choose his own set of problems according to chapters and difficulties.
4. The content, a set of problems chosen, and a result for test will be printed for a hard copy.
5. An extra effect was done to use same character for physical quantities as in a text book.