교 육 학 석 사 학 위 논 문

7차 교육과정 7학년 여러 가지 힘에 대한 CAI 개발

2002년 7월

부 경 대 학 교 교 육 대 학 원

물 리 교 육 전 공

이 류 미

교 육 학 석 사 학 위 논 문

7차 교육과정 7학년 여러 가지 힘에 대한 CAI 개발

지도교수 이 종 규

이 논문을 교육학석사 학위논문으로 제출함

2002년 7월

부 경 대 학 교 교 육 대 학 원

물 리 교 육 전 공

이 류 미

이류미의 교육학석사 학위논문을 인준함

2002년 7월 20일

주심 이학박사 문병기 인

위원 이학박사 김성부 인

위원 이학박사 이종규 인

목 차

Abstract iii

I. 서 론 1

Ⅱ. 이론적 배경 5
II-1. CAI 유형.....5
II-2. 학습이론 10

III. 연구 방법 및 연구 절차.....12
III-1. 연구대상.....12
III-2 CAI 개발과 분석.....12
III-3 평가방법.....17

IV. 연구결과 및 고찰 18
IV-1. 여러 가지 힘에 대한 CAI 개발 18
IV-2. 학업성취도 분석.....22
IV-3. CAI 학습효과 분석.....25

V. 결 론.....28

참 고 문 헌.....29

부록 1. 여러 가지 힘에 대한 CAI 프로그램의 전개화면.....30
부록 2. CAI 학습효과 설문지.....34

표 및 그림 목차

표1. 진단평가와 총괄평가의 점수.....24
표2. 진단평가 총괄평가 문항별 점수.....24

그림1. 반복학습 유형 구조.....9
그림2. 개인 교수 유형 구조 9
그림3. 모의 실험 모형 구조 9
그림4. 교육 게임유형 구조.....9
그림5. 자료 제시형 구조 9
그림6. 단원의 개념구조.....16
그림7. CAI 프로그램 학습에 대한 전개도.....16
그림8. 여러 가지 힘에 관한 CAI프로그램의 로그인 화면.....20
그림9. 여러 가지 힘에 관항 CAI 프로그램의 진단평가의 화면.....20
그림10. 학습내용 힘의 정의의 CAI 화면.....21
그림11. 탄성력에 대한 4번 문제 화면.....21
그림12. 결과화면의 구현.....21
그림13. CAI 학습의 흥미도.....27
그림14. CAI의 피드백 효과.....27
그림15. CAI 학습에 적합한 교과.....27

CAI development on the various forces
in the 7th grade science of the 7th curriculum

Ryu - Mi Lee

Graduate School of Education
Pukyong National University

Abstract

The Computer Assisted Instruction(CAI) was developed about "various forces" in the 7th grade science of the 7th curriculum. The basic model of the developed CAI was the model of the individual teaching, and the models of the feed-back learning and the materials presentations were added. The developed CAI was composed of the beginning and final diagnostic test and the 6 different subjects, which were the definition of force, elastic force, frictional force, gravitational force, electric force and magnetic force. These subjects had the description of the contents and evaluating problems. The students who did not solved the evaluating problems were retried by the feed-back learning. To investigate the learning accomplishment, the developed CAI were examined by the 8th grade girl students living in Busan and the diagnostic tests were carried out before and after the developed CAI learning. It may be considered as a useful learning tool. In addition, about 78 and 91 percentages of the students were interested in the CAI learning and the developed CAI, respectively, by studying the students responses with questionnaire. Therefore, the developed CAI may be considered as an interesting and useful tool to be improved on the lack of the learning.

I. 서 론

제 7차 교육과정에서 정보화사회로 변천하는 시대적 조류에 따라 컴퓨터 교육이 강화되고, 특히 교육정보망, 멀티미디어 등을 활용한 컴퓨터를 수업 매체로 사용하도록 권장하고 있다. 현재 교육 현장에서 학교 및 학급의 운영에 컴퓨터를 사용하고 있으나, 실질적으로 컴퓨터가 수업과 학습에서 주도적인 역할을 하지 못하고 수업을 보조하는 역할도 미흡한 실정이다. 그러나, 교육 현장에서 컴퓨터를 이용한 수업은 다른 매체인 교육방송, 시청각기자재, 각종 학습자료를 활용한 수업보다 애니메이션과 동영상을 활용하여 학습내용을 학습자에게 쉽게 제시할 수 있고 반복학습과 개별학습이 가능하게 하므로 컴퓨터를 활용한 수업이 앞으로 활성화 될 것이다.

1960년대에 처음 컴퓨터를 이용하여 학습내용을 전달하고 평가할 목적으로 사용된 후, 컴퓨터를 수업매체로 활용하는 컴퓨터보조수업 (Computer Assisted Instruction : CAI)이 급속도로 발전하고 있다. 즉 CAI는 컴퓨터에 의한 교육시스템을 말하며, 컴퓨터를 이용하여 많은 사람을 대상으로 학습시키면서 동시에 개인의 적성이나 이해력에 즉각 응답하는 개별교육까지 실시하는 프로그램 학습을 말한다. CAI는 다양한 능력수준과 학습 경험 및 학습태도를 가지고 있는 학습자에게 적합한 수업을 제공하여 학습자에게 주도적인 학습을 제공할 수 있다[1].

CAI는 1924년 오하이오 주립대학의 프레시에 의해서 “자기채점식 다지선택장치”라는 티칭머신(Teaching Machine)이 출발점이 된다. 그 후 1950년대에 스키너가 개발한 티칭머신은 “반응교수형 교수기계”로서 해답을 기록하면 기계가 즉각적으로 정답과 오답을 알려주도록 고안되었다. 이러한 시도가 컴퓨터를 학습매체로 사용하는 연구 및 개발의 일환으로 컴퓨터를 사용하였다. 이러한 프로그램 학습은 특별한 형태로 짜여진 교재에 의해서

학습자료를 제시하고 학생들에게 개별학습을 시켜서 특정한 학습목표까지 무리 없이 도달시키는 학습방법이다. 현재 이용되고 있는 CAI는 스키너의 행동주의적 완전학습이론을 바탕으로 컴퓨터를 교육현장에서 직접 활용하기 위해서 지속적인 연구와 개발에 의하여 만들어진 것이다.

CAI가 교육현장에서 필요한 교육방법으로 제시된 이유는 이미 사회 각 분야와 각 가정에 널리 보급된 컴퓨터가 인터넷 등을 활용한 정보검색과 교육현장의 보조 수단으로 사용되고 있기 때문에 개인들의 능력과 학습속도에 적당한 학습과정을 제공하는 개별화 수업이 가능하게 한다. CAI는 매우 흥미롭고 다양한 경험을 제공하여 학습자의 동기를 유발시키고 주의를 집중시키는데 전통적인 교수학습방법보다 효과적이다. 덧붙여서, 학생들의 반응에 따른 피드-백이 제공되어 즉시 평가하고 분석한 자료를 이용하여 수업의 완성도를 높일 수 있다. 학습자가 학습목표에 도달하기 위해서 사용하는 많은 CAI유형들 중에서 반복학습유형과 개인교수유형이 널리 이용되고 있다.

국내에서 처음 과학교과의 CAI 적용은 1982년에 한국과학기술원에 도입된 PLOATO시스템을 활용한 무학여고 2학년을 대상으로 실시한 물리교과 수업이었다. 이후 과학교과에 대한 CAI연구와 개발은 많은 연구자들에 의하여 진행되어왔고 현재 많은 연구자들이 연구를 진행하고 있다. 특히 김재탁은 '컴퓨터교육을 활용한 물리-교수 평가용 코스웨어를 개발'을 연구하여 학습자의 학습경로를 이용하여 학업성취의 향상을 분석하였다. 최양림은 '컴퓨터-기반 중학교 과학(물리) 평가 도구 개발 및 활용'에서 학습자의 특성과 마우스 조작횟수의 상관관계에 관하여 연구하였다. 이원령은 '컴퓨터를 이용한 물리교육'에서 CAI의 프로그램을 개발하여 과학에 별 관심이 없는 학생에게 동기유발을 일으킬 수 있다고 하였다.

제 7차 교유과정의 개편으로 과학과 교과목의 중요한 방향은 학습자에게

과다한 학습내용에 대한 부담에서 벗어나 학습자의 흥미, 학습능력 그리고 학습자의 인지발달 수준에 맞는 학습이 이루어지도록 하여 자기 주도적인 개별화 학습을 통해 탐구능력을 향상시키는데 있다. 이러한 방향에 제일 적합한 교육방법은 CAI라고 생각할 수 있고, CAI를 활용한 학습으로 학습자는 종래의 교수환경이 경직된 수업운영으로 규격화된 닫혀진 환경에서 학습자의 자율성과 창의성이 발휘되는 학습자 중심의 열린 환경으로 변화시킬 수 있을 것이다. 특히, 컴퓨터를 활용한 수업은 다양한 속성을 갖는 멀티미디어를 통합한 시스템으로서 학습효과를 극대화 할 수 있을 것이고, 컴퓨터가 갖고 있는 속성인 시공간에 구애됨이 없이 자유롭게 교사와 학생 그리고 학생 상호간에 자유로운 커뮤니케이션이 가능하여 학습자의 학습능력을 향상시킬 것이다.

제 7차 교육과정에 의하여 개정된 7학년 과학교과목의 힘 단원을 초등학교와 고등학교에 연계되어 학습하는 과학교과목 내용 중에서 가장 중요한 단원이다. 초등학교에서는 인력과 척력 및 힘의 크기 등을 학습하고, 중·고증학교에서는 여러 가지 운동, 일과 에너지 등을 학습한다. 이러한 교육과정에서 힘의 개념은 너무나 추상적이어서 일상생활에서 정의되는 힘과 과학에서 정의되는 힘은 서로 다름에도 불구하고 학습자는 혼돈하기 쉽다. 힘 단원에서 힘의 종류, 힘의 표시, 힘의 측정 및 힘의 합성을 다루고 있지만, 실제 힘의 종류를 기술한 “여러 가지 힘”단원은 자연 현상에서 관찰되어지는 여러 가지 종류의 힘을 정의하여 실제 실생활에서 관찰되는 여러 가지 힘을 분류하도록 하였다.

현재까지 개발된 물리 교과목의 CAI는 교사들의 평가도구로 활용하거나 동영상, 자료제시, 애니메이션, 시뮬레이션 등을 통하여 흥미를 일으켜 학습동기를 만드는 것이다. 따라서, 제 7차 교육과정의 개편으로 새롭게 제작된 7학년 과학교과에 적합한 CAI를 개발하여 전통적인 교수방법에서 느낄

수 없는 흥미롭고 다양한 경험을 제공하여 학습자의 학업성취를 향상시킬 필요가 있다. 새롭게 개발할 CAI는 학습자의 학업성취를 향상시키기 위하여 개개인의 특성과 학업능력에 따라서 적절한 피드백을 구성하여 수행과정을 달리하는 프로그램이 필요하다. 즉, 학습자 스스로가 부진한 학습영역을 판단하고 차후 학습계획을 수립할 때 도움을 주도록 고안되어야 한다. 또 교사는 학생들의 수행평가나 수업보조용으로 사용할 수업보조자료로 활용이 가능한 CAI를 개발하여야 교육과 평가에 소요되는 시간을 단축시키고 비용이 많이 지출되는 실험 등을 모의상황을 통하여 실행함으로서 동기유발 및 안정성을 확보하게되어 경비지출을 줄일 수 있을 것이다.

본 연구는 제 7차 교육과정의 7학년 과학교과서인 금성출판사 과학1의 힘 단원에서 “여러 가지 힘” 단원을 중심으로 CAI를 개발하여 학업성취도 향상을 조사하였다.

(1) CAI의 기본적인 모형은 개인교수유형을 선택하였고, 반복학습모형과 자료제시모형을 적절히 추가하여 개발하였다.

(2) 개발된 CAI를 부산시내 거주하는 8학년 여학생 50명의 학생을 대상으로 학습전과 후의 학업성취도를 조사하여 분석하였다.

(3) 설문지를 이용하여 CAI가 물리영역의 교과를 학습하는데 효과적인지를 조사하였다.

II.이론적 배경

II-1. CAI 유형

1960년대 초에 컴퓨터를 도입하여 학습내용을 전달하고 평가의 도구로 CAI 프로그램이 본격적으로 연구되기 시작하였다. 주로 1960년대에는 단계별(step by step)학습과 직선형(liner) 학습형태를 띠고 있었다. 이런 선형학습모형은 학습속도 제어만 가능할 뿐 인지적 과정의 제시가 없어 오답자의 원인은 규명할 수 없었다. 이후 Crowder의 분지식(branching) 프로그램 학습모형이 실제 CAI 연구자들의 관심과 실제 개발에 연구되어 오고 있다[2]. 그 후 1970년대 중반에 마이크로 컴퓨터의 개발이후 CAI 개발이 이루어지고 중·초등학생을 대상으로 많은 연구가 이루어졌다[3].

교육 현장에서의 컴퓨터를 이용한 교육은 다른 매체와는 달리 다음과 같은 특징을 가지고 있다. 컴퓨터는 주로 혼자서 사용할 수 있도록 되어 있어서 두 사람이 동시에 사용할 수 없기 때문에 개별화 수업이 가능하여 최상의 효과를 가져 올 수 있다. 또한 학습자가 입력한 내용을 즉각적으로 평가하여 거기에 대한 반응을 결정할 수 있다. 그 결과 학습자는 프로그램 내에서 질문에 대하여 답을 제시한 후 그에 대한 즉각적인 피드백을 받을 수 있다. 테스트를 제외한 즉각적인 피드백은 학습자에게 아주 강한 동기부여를 한다. 학습자의 학습 진척도를 추정하여 학습의 진행속도를 추정할 수 있고, 교사는 수시로 바뀌는 학습내용을 쉽게 수정할 수 있거나 보정할 수 있는 특징이 있다[4].

CAI 프로그램의 유형은 교수전략에 따른 유형과 사용자 형태에 따른 유형, 학습 진행 통제권자에 따른 유형으로 분석할 수 있다. 교수전략에 따른 유형은 반복학습 유형, 개인교수 유형, 모의실험 유형, 교육게임 유형, 자료

제시 유형, 질문 유형으로 나눌 수 있고 아래에 간단히 각 유형의 특징을 기술하였다[5)6)].

1) 반복학습유형

그림1과 같이 학습자들이 이미 개념이나 법칙, 원리 등을 학습한 후 사용하는 일련의 연습용 교재로서 정규 학습에서 숙달할 수 없는 교과 내용이나 개념과 관련되는 연습문제 혹은 질문 등을 컴퓨터를 이용하여 반복적으로 제시하여 줌으로써 정규 학습과정을 보충 심화 시켜 줄 수 있다. 반복학습 유형에서 가장 중요한 것은 문제해결 후 학습자에게 정확한 진단을 내려 학습자에게 다음과제를 제시할 수 있어야한다.

2) 개인 교수 유형

그림2와 같이 교사의 도움 없이 컴퓨터와 학습자가 1 : 1수업과 같은 형태로 진행되며 학습 목표에 도달할 수 있도록 구체적인 내용을 가르치는 것이다. 반복학습유형이 '보충 학습'인 기능으로 사용되는 반면, 개인교수 유형은 '본 학습'으로써 사용될 수 있다.

3) 모의 실험 유형

그림3과 같이 공간적 시간적, 경제적인 이유의 문제로 인하여 실제로 조작해 볼 수 없는 상황일 때 컴퓨터를 이용하여 실제의 조건과 유사하도록 하는 것이다.

4) 교육 게임유형

그림4와 같이 교육용 게임은 학습내용 자체를 프로그램 속에서 가르치기 위한 방법으로 내재적 게임과 흥미를 유발하고 유지시키기 위한 수

단으로 외재형 게임으로 나누어 볼 수 있다.

5) 자료 제시유형

그림5와 같이 여러 가지 시각적 보조자료를 사용하여 설명하기 어려운 상황이나 내용을 도표, 그림 등을 이용하여 쉽게 이해할 수 있도록 도와 주는 유형이다.

6) 질문유형

학습자에게 스스로 연구하는 능력과 문제를 해결하는 기술을 가르치기 위한 교수 기법이다. 이 교수 형태에서 학습자는 필요한 자료에 접근할 수 있다. 질문유형의 프로그램은 학습자의 질문에 따라 컴퓨터가 응답함으로서 올바른 정보를 제공하는 형태이다. 이 질문 유형은 학습자가 원하는 질문에 대답할 수 있도록 많은 정보는 저장하고 있어야 하기 때문에 사실상 현실적으로 실현하기 힘든 모형이다.

CAI의 유형중 개인교수모형과 반복학습유형의 모형이 주로 연구대상으로 개발되었고, CAI를 물리교과에 적용하여 나타난 효과는 다음과 같다[7].

첫째, 개별화 수업을 가능하게 한다. CAI 프로그램은 학습자의 능력에 맞게 학습내용을 제시하기 때문에 적절한 피드백과 교정학습 등을 제공 할 수 있다. 이러한 형태로의 개별화 학습이 가능하므로 학습 위계성이 강한 물리교과에 효과적으로 활용할 수 있다.

둘째, 추상적인 내용을 알기 쉽게 제시할 수 있다. 물리교과 내용 중에는 교과의 특성상 형식적인 사고를 요구하는 추상적인 내용이 있어서 학습자가 내용을 이해하는데 어려움을 겪는다. 이때 프로그램의 애니메이션이나 그래픽 기능을 사용하여 비가시적인 현상을 가시적이며 단계적으로 관찰

할 수 있도록 제시 할 수 있다.

셋째, 학습자로 하여금 학습에 능동적으로 참여하게 할 수 있게 한다. 학습자가 프로그램을 통제할 수 있게 하고 의미 있는 상호작용이 많이 포함되도록 하면 학습 동기가 유발되고 학습 효과도 높일 수 있다.

넷째, 학습자가 이미 학습한 내용을 반복하여 학습할 수 있는 기회를 제공 할 수 있다. 이미 학습한 개념이나 원리 등을 학습자의 학습 진행 상황에 따라 차별적인 반복연습을 통하여 관련된 지식이나 기능의 정확성과 신속성을 신장시키고 학습 전이를 향상시킬 수 있다.

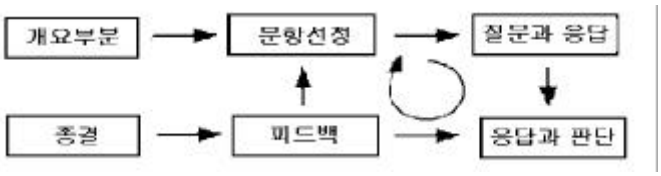


그림1. 반복학습 유형 구조

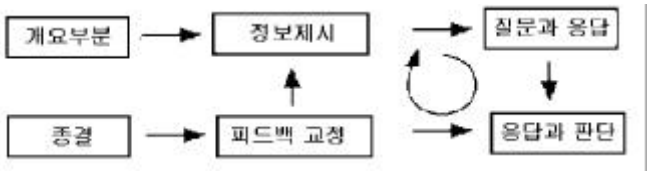


그림2. 개인 교수 유형 구조

그림3. 모의 실험 모형 구조

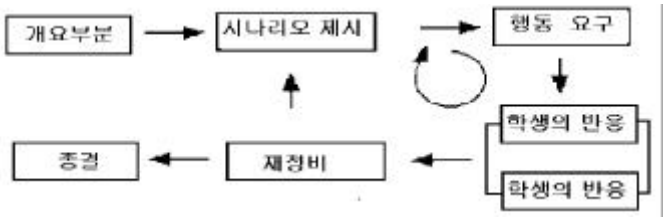


그림4. 교육 게임유형 구조

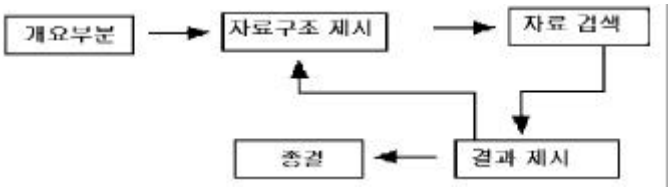


그림5. 자료 제시형 구조

II-2. 학습이론

행동주의 학습이론가들은 통제된 실험실에서의 동물의 행위를 보고 이를 일반법칙에 적용시키는데 초점을 두었다. 또 이들은 강화나 처벌을 이용하여 행동을 변화 조절 할 수 있다고 생각했다. 이 행동주의의 대표적 이론가들은 Pavlov, Thorndike, Skinner 등을 들 수 있다. 이들의 행동주의 이론을 학습에 적용 시켜보면 다음과 같다[8]. 학습자를 단순히 외부의 환경적 자극에 따라 반응하는 수동적인 학습자관을 택하고 있다. Skinner의 행동수정방법에 의하여 학생들을 통제적인 교육을 진행하면서 교수-학습 목표를 학습자들의 의사와는 관계없이 교사가 일방적으로 설정한다. 따라서 학생들은 교수의 강화나 처벌에 의해 반응을 일으키는 수동적인 학생으로 전락하며 항상 학습의 주도권은 교사에게 있다. 행동주의로 CAI 프로그램을 구현할 때는 개인교수형 CAI와 반복학습형 CAI가 적절하다.

1) 자극과 반응 시간을 줄여 학습자에게 학습이 일어날 확률을 높인다. 따라서 즉각적인 피드백이 이루어져야한다.
2) 연습은 학습을 신장시키고 기억을 증진시킨다. 내용의 반복학습으로 지속적인 연습이 되어야 한다.
3) 피드백 자용은 학습자에게 정보를 제공한다. 피드백 작용이 없으면 학습자는 자신의 반응이 맞는지 틀린지 알 수 없다.

또한 7차 교육과정의 배경이론으로 최근 강조되고 있는 교사주도에서 학습자 주도로의 변화는 구성주의는 인식론을 토대로 하고 있다[9]. 구성주의가 갖는 특징, 교수-학습 이론과 학습환경은 다음과 같다[10].

1) 학습자에게 의미있는 과제를 제시하여 자기 주도적, 능동적으로 학습하게 하라. 학습자가 학습에 대한 주인의식(ownership)을 가지고 자기 주도적으로 학습과제에 적극적으로 참여할 수 있도록 한다.

2) 수업매체를 통해 학습자들이 의미를 구성하는 과정을 보조한다.
학습자들의 의미구성을 촉진하기 위한 방안으로 컴퓨터를 통한 텍스트의 제시, 하이퍼미디어를 활용하라. 짜여진 프로그램상의 학습이라 하더라도 학습자가 인터넷을 활용할 수 있는 기회를 제공하여야 한다.

3) 교사는 학습을 돕는 조언자, 동료학습자의 역할을 수행한다. 교사는 학습자가 실제적인 과제를 해결해 나가는 과정에서 초기에는 직접적인 지도와 간섭을 통하여 학습자를 인도하여, 최후에는 학습자 스스로 의미를 창출할 수 있도록 한다. 학습자가 문제해결을 해나가는데 필요한 자료를 제시해주는 역할을 맡게 된다. 교사가 학습을 평가하지 말고 학습자 스스로에게 평가의 영역을 넘겨준다.

4) 동료와의 상호작용을 촉진하는 협동학습 환경을 제공하고, 대안적 관점을 검증하는 것을 격려한다.

5) 실제 전문가와의 상호작용이 가능하게 한다.

6) 학습내용과 학습과정에 대해 자아성찰적으로 반추해 볼 수 있는 기회를 제공하고 격려한다.

구성주의적 관점은 지식을 학습자 개개인이 외부 세계와 상호작용하는 과정에서 개인적으로 구성하는 의미로 보고, 종래에 중요시되던 '교수'의 개념 대신에 학습자 중심의 '학습' 또는 '학습환경'을 강조한다[11]. 종래의 교수환경이 경직된 수업 운영의 틀로서 규격화된 닫혀있는 환경이라면, 최근의 첨단매체가 지원하는 학습환경은 학습자의 자율성과 창의성을 촉구하는 학습자 중심의 열린 환경이라고 해석할 수 있다. 특히 멀티미디어를 활용한 학습은 다양한 속성의 매체를 통합한 시스템으로서 학습효과를 극대화할 수 있으며, 컴퓨터를 매개로 하여 시공간적 제약을 극복하고 교사와 학생, 그리고 학생들간의 보다 자유로운 상호 커뮤니케이션을 가능하게 한다[12].

III 연구 방법 및 연구 절차

III-1. 연구대상

연구대상은 부산시내에 있는 8학년 여학생 50명을 대상으로 하였다.

III-2. CAI 개발과 분석

1) CAI 설계방향

CAI 프로그램의 기본적인 모형은 학생들의 수행평가나 수업보조용으로 개발된 개인교수유형을 선택하였고, 이 모형은 학생과 컴퓨터의 1:1 수업과정에서 학습자의 학업성취를 높일 수 있을 것이라고 기대하였다. 이러한 모형의 약점을 보완하여 학습자의 학습효과를 향상시키기 위하여 반복학습 모형과 자료제시모형을 적절히 추가하여 사용하였다. 특히 개개인의 특성과 학업능력에 따라서 적절한 피드백을 구성하여 수행과정을 달리 실시할 수 있도록 하였고, 학습자 스스로가 부진한 학습영역을 판단하도록 하여 차후 학습계획을 수립하는데 도움을 주도록 설계하였다.

2)단원 선정

제 7차 교육과정 7학년 과학의 '힘'단원은 그림6과 같이 초등학교와 고등학교에서 연계되어 학습하는 내용 중에서 가장 중요한 개념이다. 초등학교 3학년에서는 자석놀이를 이용하여 척력과 인력이 존재한다는 것을 학습한다. 초등학교 4학년에서는 용수철을 이용하여 힘의 크기를 추의 무게로 나타낼 수 있음을 학습한다. 초등학교 6학년에서는 물 속에서 무게와 압력을 학습하여 편리한 도구를 이용하여 힘을 다루는 방법을 학습한다[13].

7학년의 힘 단원에서는 힘의 종류, 힘의 표시, 힘의 측정 및 힘의 학습을

다룬다. 고등학교에서는 힘과 관련된 여러 가지의 운동, 일과 에너지, 에너지 등을 학습한다. 이러한 교육과정에서 제일 중요한 개념인 힘은 학습자들이 쉽게 이해하기 어렵다. 특히, 일상생활에서 정의되는 힘과 과학에서 정의되는 힘은 서로 다름에도 불구하고 학습자는 혼돈하기가 쉬운 점이 있다.

힘 단원에서는 힘에 대한 기본적인 개념을 이해하기 위하여 용수철, 자석, 종이조각, 저울 등 다양한 물체를 이용하여 탄성력, 마찰력, 자기력, 중력 등 이 작용하는 현상을 경험하고, 실생활에서 이들 힘이 작용하여 나타나는 현상을 조사한다. 또한 용수철을 이용하여 추가 용수철에 작용하는 힘의 크기를 직접 측정해 보며, 힘의 크기와 방향에 대하여 이해하도록 한다. 그리고, 한 물체에 작용하는 힘은 그 물체에 작용하는 힘들의 합력에 의하여 결정된다는 것을 실생활에서 사용하는 도구들을 예를 들어 학습한다.

본 연구에서는 학습자가 스스로 45분 이내에 학습할 내용을 고려하여, 힘 단원에서 “여러 가지 힘” 단원을 선택하였다. “여러 가지 힘”의 단원에서 힘을 정의하고, 탄성력, 마찰력, 전기력, 중력은 무슨 힘일까? 하는 세부주제를 선정하여 금성출판사에서 출판된 7학년 과학 교과서를 중심으로 단원을 설정하였다.

3) CAI 프로그램의 구성

본 연구에서 개발된 CAI 프로그램은 진단평가, 학습내용과 형성평가, 총괄평가의 순서로 구성되어 있으며, 개발된 CAI 프로그램의 개괄도는 그림 7과 같다. 프로그램을 실행시키면 학습자는 먼저 학습자의 성별, 이름, 학년을 기록하게 하여 컴퓨터가 학습자의 신상을 기억하도록 하였다. 진단평가와 총괄평가는 힘에 대한 선수학습내용과 오개념이 포함된 10개의 문항

으로 구성하였으며, 평가를 위하여 진단평가와 총괄평가는 동일한 문항으로 구성되어 있다. 진단평가를 실시한 후에, 6개의 소주제에 대한 학습내용과 형성평가를 수행하도록 설계하였다. 6개의 소주제에 대한 학습내용과 형성평가를 실시한 후에 총괄평가를 수행하도록 하여 CAI 프로그램을 마치도록 설계하였다. CAI 프로그램을 개발하기 위하여 사용된 언어는 C언어이고, 진단평가와 총괄평가의 결과는 학생의 인적사항과 함께 text 파일로 저장되도록 설계하였다.

6개의 소주제에 대한 학습내용과 형성평가는 각각의 주제에 대하여 확인문제가 포함된 학습내용과 형성평가로 구성되어져 있다. 학습내용은 각 각의 소주제에서 제시된 기본개념을 설명하고 확인문제를 통하여 학습자가 반드시 학습에 참여하도록 설계되어 있고, 확인문제를 통하여 학습자가 완전히 학습할 때 까지 반복학습을 통하여 반복적으로 수행하였다. 이러한 설계개념은 학습자가 CAI 프로그램을 이용한 학습에 자발적으로 참여하여 학습하도록 하며, 실질적인 학습 없이는 다음 학습내용으로 진행하는 것을 방지하였다. 이렇게 확인문제가 포함된 학습내용에 대한 학습이 끝난 뒤에 각 소주제에 대한 형성평가를 실시하였다. 마찬가지로 형성평가시에도 반복학습을 실시하도록 설계하여, 1번 문항에 대한 정답이 확인될 때 까지 확인문제가 포함된 학습내용을 수행하도록 하였고, 정답이 확인되면 다음 문항을 해결하도록 하였다. 이러한 방법으로 설계된 CAI 프로그램은 학습자의 학습수준이나 성취수준에 따라서 학습시간을 달리하게 하여 학습량을 학습자의 개인 능력을 고려하도록 설계되어 있다.

다음은 6개의 소주제에 대한 학습내용의 중요한 내용은 다음과 같다. '힘의 정의'라는 소주제에서는 일상생활에서 사용되는 힘을 명확히 정의하도록 함으로써 과학에서 정의되는 힘을 알아보도록 하였다. '마찰력' 소주제에서 마찰력을 정의하고, 마찰력의 크기, 방향, 면적의 성질과 크기의 관계

를 알아본다. ‘자기력’ 소주제에서 자기력을 정의하고, 인력과 척력, N극과 S극이 분리되지 않는 성질을 다룬다. ‘전기력’ 소주제에서 전기력의 성질과 마찰전기에 대하여 학습한다. 마지막으로 ‘중력’ 소주제에서 중력의 원인과 정의, 중력의 크기와 방향에 대하여 다룬다.

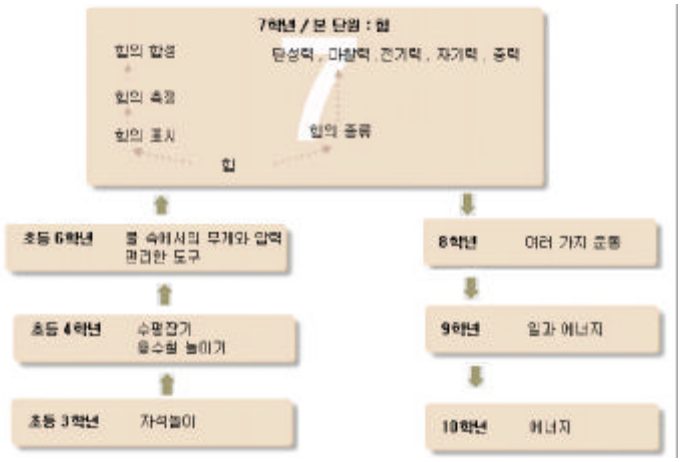


그림6. 단원의 개념구조

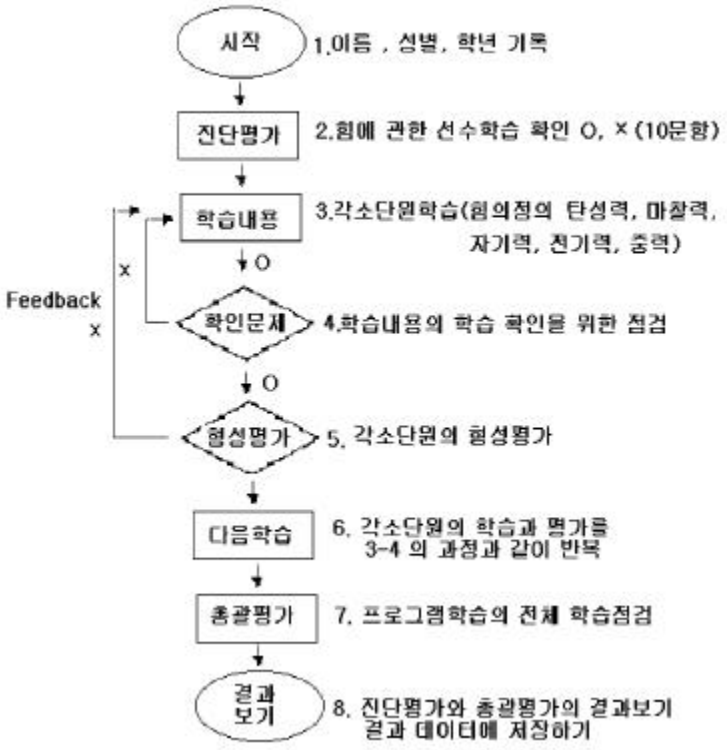


그림7. CAI 프로그램 학습에 대한 전개도

III-3. 평가방법

여러 가지 힘에 대한 CAI 학습을 실행한 50명을 대상으로 CAI 학습전의 진단평가와 CAI 학습후의 총괄평가의 점수를 비교하여 t-검정을 이용하여 분석하였다. t-검정은 두 집단의 평균차이나 두 처리효과 차이를 알아보기 위해서 사용한다. 따라서 개별적인 실험집단이나 관찰단위 들의 동질성이 유지되어야 한다. 본 논문은 같은 집단에 대하여 CAI 학습전과 학습후의 평가문항에 대한 평균차이를 이용하였다. 단 평가문항은 CAI 학습전과 학습후의 문항이 동일하다. 일반적으로 t-검정은 각 쌍내의 동질적인 두 실험단위를 랜덤하게 선택한 후, 각각 처리1과 처리2를 적용하여 이들의 차를 이용하여 추론하는 방법이다[14]. 본 연구에서 처리1은 CAI프로그램의 학습전의 진단평가이며, 처리2는 CAI 학습후의 총괄평가를 의미한다.

CAI학습효과는 학습을 실행한 학생 50명을 대상으로 지필 설문을 통하여 분석하였다. 설문 문항은 흥미도, 이해도, 활용도 의 3부분으로 나누어 실시하였다. 설문지 분석은 설문에 응답한 학생의 전체에 대한 백분율로 분석하였다.

Ⅳ. 연구결과 및 고찰

Ⅳ-1. 여러 가지 힘에 대한 CAI 개발

여러 가지 힘에 관한 CAI프로그램의 초기의 화면은 그림8과 같이 로그인 화면이다. 학습의 단원와 전체적인 흐름도를 제시하고 학습자의 이름, 학년, 성별을 기록한다. 그림9는 여러 가지 힘에 관한 CAI 프로그램의 진단평가의 화면 구성이다. 진단평가의 화면은 총괄평가의 화면과 같다. 진단평가의 화면은 각 문항마다 텍스트 박스를 이용하여 문항을 구성하였다. 또한 학습자는 오른쪽의 o, x 박스에 문항의 답을 마우스를 이용하여 지정할 수 있도록 하였다.

그림10은 힘의 정의에 대한 화면의 구현이다. 학습내용 화면의 구현 순서는 힘의 정의 → 탄성력→ 마찰력→ 자기력→ 전기력→ 중력의 소단원 순서이다. ①번은 각 소단원의 학습내용을 푸는 화면에는 학습자의 이름, 학년, 성별이 기록된다. ②번은 각 소단원을 푸는 과정동안의 학습 시간이 기록된다. ③번은 전체 단원에서의 총 학습시간이 기록된다. ④, ⑤, ⑥, ⑦, ⑧번에는 학습내용을 점검하고, 학습자가 학습내용을 성실하게 학습하였는지 알아보기 위해 점검하는 확인 문제가 있다. 이는 학습자가 CAI 프로그램학습에서 학습자 스스로 학습에 참여하고 있음을 확인 시켜줌으로서 프로그램과 학습자간의 상호 연관적인 관계를 갖게 하기 위해서이다. ⑨번은 학습내용의 전체 소단원 제목이다. ⑩번은 학습내용의 세부 소단원 제목이다. ⑪번은 학습자가 학습내용은 학습하고 난 다음 확인문제로서 학습의 점검이 끝난 후에는 '확인'을 누르면 다음 단계로 이동하여 학습하게 된다.

그림11은 문제풀이의 화면이다. 문제풀이의 과정에서 정답일 경우에만 다음 화면으로 넘어 간다. 오답일 경우에는 학습내용의 화면으로 다시 넘어가서 학습을 다시 한 후 다음문제로 넘어 갈 수 있는 반복 학습을 할 수

있다. 즉, 각 소단원과 문제 화면은 학습내용→문제풀이의 형식으로 구성되어 있다. 마지막으로 내용학습 후의 성취도 점검을 하기 위한 총괄평가를 한다. 총괄평가 구현화면은 진단평가 구현화면과 같다. 총괄평가 후 그 결과화면은 그림12와 같다. 학습자는 결과화면의 시간과 점수를 보고 자신의 학습량과 학습성취도를 확인할 수 있다.

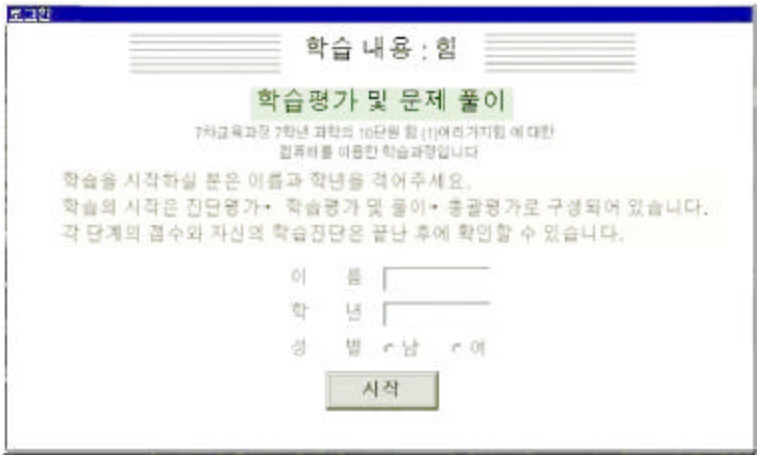


그림8. 여러 가지 힘에 대한 CAI프로그램의 로그인 화면

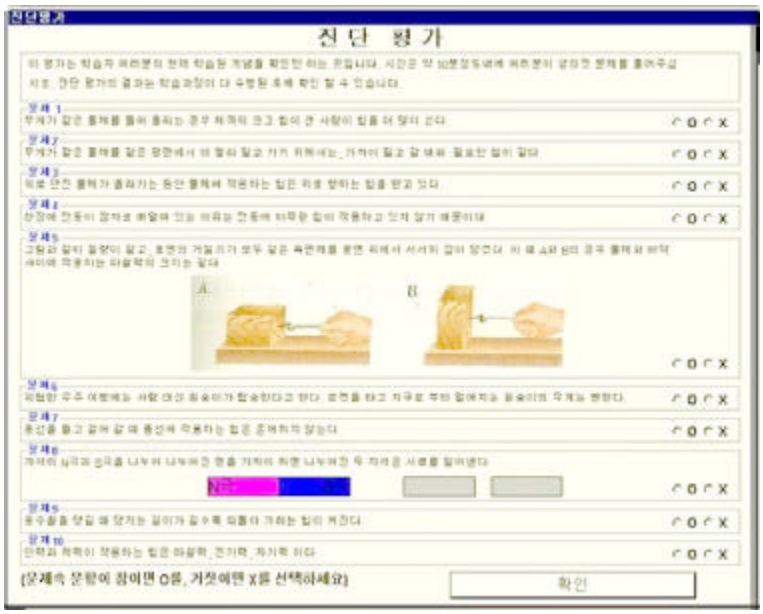


그림9. 여러 가지 힘에 대한 CAI 프로그램의
진단평가 화면

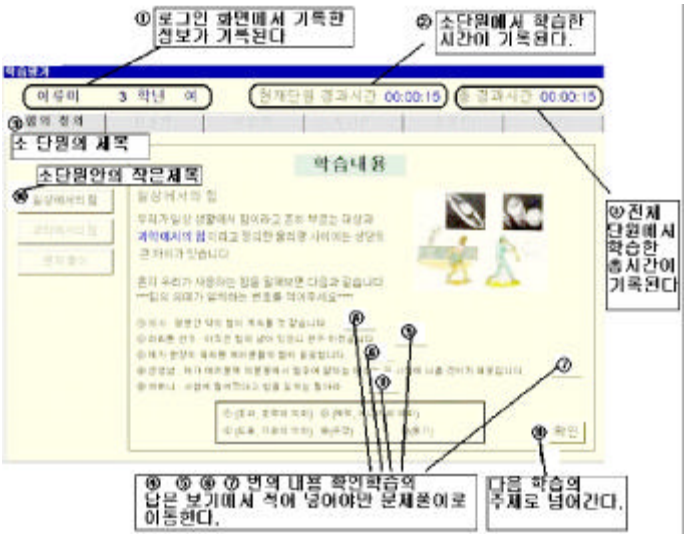


그림10. 학습내용 힘의 정의의 CAI 화면

그림11. 탄성력에 대한 4번 문제 화면

그림12. 결과화면의 구현

Ⅳ-2. 학업성취도 분석

여러 가지 힘에 관한 CAI 프로그램 학습이 학습자의 학업성취의 향상에 도움이 되는가?를 조사하기 위해 프로그램 실행전의 학습자의 진단평가 결과와 프로그램 종료 후의 학습자의 총괄평가를 실시하여 점수를 비교하였다. 평가의 대상은 부산시에 재학중인 8학년의 여학생 50명으로 실시하였다.

진단평가와 총괄평가의 평균점수의 결과는 표1에 주어져 있다. 여러 가지 힘에 관한 CAI 프로그램 학습 전에 평가한 진단평가의 평균점수는 5.5이고, 학습 후의 총괄평가의 평균은 7.0으로 나타나 CAI 프로그램 학습 후의 학업 성취가 향상된 것으로 나타났다. t통계 값은 5.28이고 이에 대응하는 p양측 검정 값은 4.3×10^{-7}로 유의수준인 0.05나 0.01보다 훨씬 작으므로 여러 가지 힘에 대한 CAI 프로그램 실행전과 실행후의 학업 성취의 차이가 없다는 귀무가설은 기각된다. 그러므로 CAI 프로그램의 학습이 학업성취도 향상에 도움이 됨을 알 수 있다.

1번, 2번, 3번, 문항은 오개념에 관한 문항으로써 CAI의 학습전의 진단평가의 정답율이 총괄평가의 정답율보다 낮은 것으로 나타났다. 이 3문항은 오개념에 관한 문항이라 학생들의 혼돈하기 쉬운 문항으로 CAI의 학습효과는 없는 것을 알 수 있다.

1, 2, 3번을 제외한 대부분의 문항에서 CAI학습 후의 점수가 더 높은 것을 알 수 있다. 4번 중력에 관한 문항과 5번 마찰력과 면적의 관계를 묻는 문항은 정답율이 진단평가보다 총괄평가에서 40%이상 증가한 것을 알 수 있다. 이것은 여러 가지 힘에 대한 CAI의 학습내용상의 확인문제와 형성평가문제에 유사한 문제가 있어서 정답율이 높은 것으로 해석된다. 6, 7, 8, 9번 문항에서는 CAI학습 전에도 정답율이 높게 나타나 학생들이 올바른

개념을 가지고 있음을 알 수 있다. 10**번 문항에서도** CAI **학습 전보다 학습 후가** 20% **정답율이 높게 나왔다. 따라서 문항별 분석에서도 오개념 문제를 제외한 나머지 문항에서** CAI**의 학습성취를 볼 수 있었다.**

표1. 진단평가와 총괄평가의 점수

	평균	표준편차	t값
진단평가	5.5	1.3	5.82
총괄평가	7.0	1.4	

$P = 4.3 \times 10^{-7} < 0.05$

표2. 진단평가 총괄평가 문항별 점수

	정답자수(명)		정답율(%)	
문항	진단평가	총괄평가	진단평가	총괄평가
1	32	29	64	58
2	16	22	32	44
3	35	34	70	68
4	7	26	14	52
5	15	35	30	70
6	40	46	80	92
7	39	45	78	90
8	34	37	68	74
9	37	43	74	86
10	20	33	40	66

(N=50)

Ⅳ-3. CAI 학습 효과 분석

여러 가지 힘에 관한 CAI 학습효과를 알아보기 위해서, 본 프로그램을 실행해본 중학생을 대상으로 설문을 실시하였다. 설문에 응한 학생은 부산시에 거주하는 8학년 여학생 50명을 대상으로 실시하였다.

흥미도에 관한 문항 '1) CAI 프로그램을 활용한 학습과제가 기존의 학습과제와 비교하였을 때 흥미 있습니까?'에 대한 학생들의 응답은 31%의 학생이 컴퓨터를 이용한 물리교육이 '매우 흥미 있다.'라고 응답하였고, 47%의 학생이 CAI를 이용한 프로그램 학습이 '흥미 있다'라고 답하였다. 따라서 총 78%의 학생이 컴퓨터에 기반을 둔 학습에 대한 관심이 높은 것으로 나왔다. 이는 추후 학습방법에서 컴퓨터-기반 수업이 학생들의 학업에 대한 흥미를 높여 수업의 효과를 증진시킬 수 있을 것이다.

이해도에 관한 문항 '3)여러 가지 힘에 관한 CAI 컴퓨터 기반 교육의 피드백 반복학습이 자신의 학업부진을 개선시킬 수 있는데 도움이 되는가?' 라는 3번 문항에 대해서 '매우 도움이 된다.' 36%, '도움이 된다.' 55%로 91%의 학습자가 도움이 된다는 긍정적인 반응을 보였다. 나머지 7%의 학습자는 '보통이다' 2%의 학습자는 도움이 안 된다. 그 이유는 '지겹다.' '시간이 너무 많이 걸린다.' 라는 의견이 있어서 피드백 반복학습을 적절하게 이용하는 것이 효과적이라는 분석을 할 수 있다.

마지막으로 활용도 문항에서 '1) CAI 프로그램을 적용한다면, 어떤 용도로 적용하는 것이 좋겠습니까?'에 대해 CAI 프로그램의 활용도에서 60%의 학습자가 '수업과 프로그램을 수업 중에 병행해서 사용하면 좋겠다.' 라고 응답했고, 24%로의 학습자가 '학습과제나 수행평가로 사용하면 좋겠다.' 라고 응답하였고, 16%의 학습자가 '수업전용으로 사용하면 좋겠다.' 라고 응답하였다.

활용도 ‘2) CAI 프로그램을 활용하여 수업하기에 가장 적당한 과목은 어떤 과목입니까?’에 대해 CAI 프로그램 학습이 적합한 교과에 대해서는 ‘과학’ 이 61%, 영어가 13%, 수학 11%, 전과목 11%로 과학교과에 가장 적합하다고 응답하였다. 따라서 CAI학습의 과학교과에 대한 선호도가 가장 높은 것으로 분석되었다.

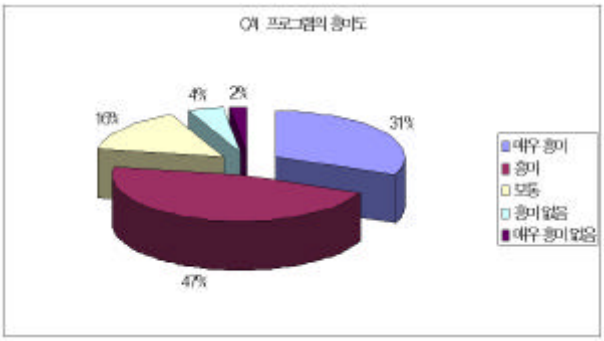


그림13. CAI 학습의 흥미도

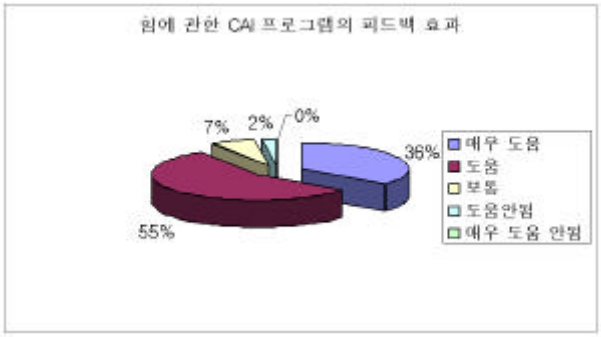


그림14. CAI의 피드백 효과

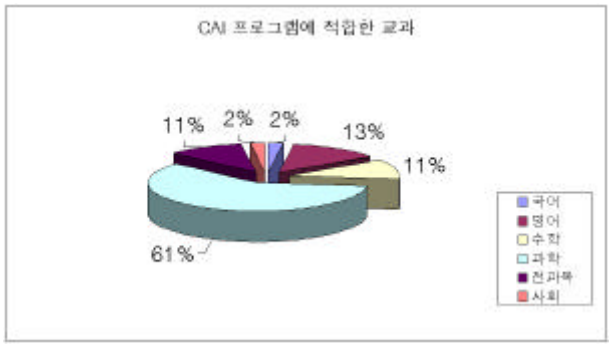


그림15. CAI 학습에 적합한 교과

V. 결 론

제 7차 교육과정의 7학년 과학교과서인 금성출판사 과학1의 힘 단원중에서 “여러 가지 힘” 단원을 선택하여 개인교수유형을 기본모형으로 반복학습모형과 자료제시모형을 추가하여 개발하였다.

(1) 개발된 CAI를 이용하여 부산시내 거주하는 8학년 여학생 50명을 대상으로 학업성취를 조사하기 위하여 CAI 학습 전과 후에 실시한 진단평가의 점수를 비교하였다. CAI 학습 전 진단평가 평균점수는 5.5점이고 학습 후의 총괄평가의 평균은 7.0점으로 향상되어, CAI이 학생들의 학습성취도 향상에 큰 도움을 주었다라고 생각한다.

(2) 설문지를 이용한 CAI 학습에 대한 효과를 조사하였다. 학생들의 78%가 CAI 학습에 관심이 있다고 응답하였고, 개발된 CAI가 학업 부진을 개선하는 데에 도움이 될 것이라고 응답하였다.

참 고 문 헌

1) 이태욱(1999), 컴퓨터 교육론, 도서출판 좋은 스프트

2) 정진우(1991), 과학교육에서 컴퓨터 보조학습 프로그램의 효과에 관한 연구 Jour korea Earth Science Society, Vol. 12, No 2, pp.70-83

3) 조석호,CMI 모형프로그램 개발연구보고, 교육개발원

4) 나일주, 정인성 (1997), CAI개발과 활용, 교육과학사

5) 전성연 백영균(1995), 교육과 컴퓨터, 양서원

6) 전택희외(1985), CAI 프로그램 현장 적용 실험 연구, 한국교육개발원

7) 정인섭(2001), 빛의 나아감 학습을 위한 멀티미디어 CAI 타이틀 설계 및 구현,대구교육대학교 교육대학원

8) 고광수(1999), 물리교육을 위한 컴퓨터 보조 학습 프로그램 개발, 인하대학교 교육대학원 물리교육학과

9) 조영남(1998), 구성주의 교수-학습, 대구교육대학교 초등교육연구논총 제 12집, pp.93-120

10) 박성익. 강명희. 김동식(1998), 교육공학 연구의 최근동향, 교육과학사

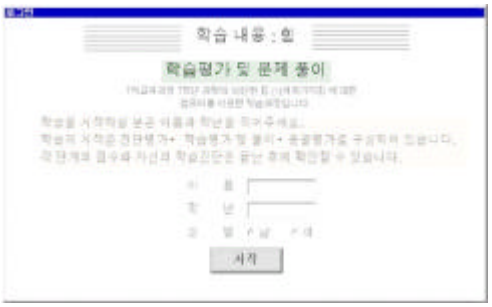
11) 홍기칠(1998)구성주의와 교육공학 대구교육대학교 초등교육연구논총 제12집, pp.121-152

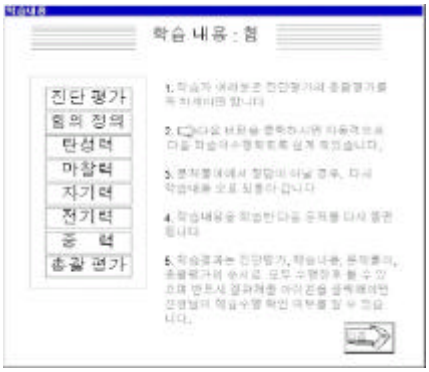
12) 강숙희(1997), 구성주의적 패러다임에 입각한 학습환경으로서의 매체의 활용, 교육공학연구, 제13권 제1호, pp.99-115

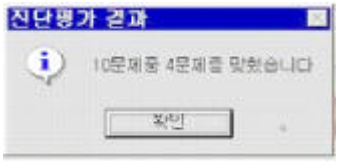
13) 김찬종 외 11인, (2001), 중학교 과학1 교사용지도서, (주) 도서출판 디딤돌

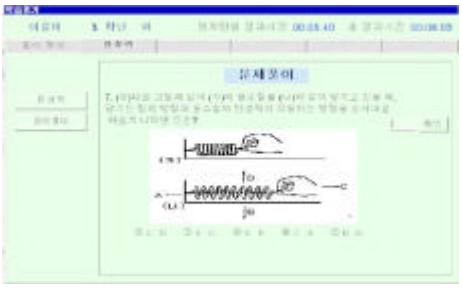
14) 고영국, 박양규(1998), 엑셀과 경영자료분석, 21세기사

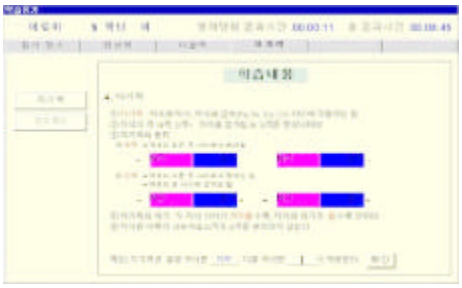
부록 1. 여러 가지 힘에 대한 CAI 프로그램의 전개화면

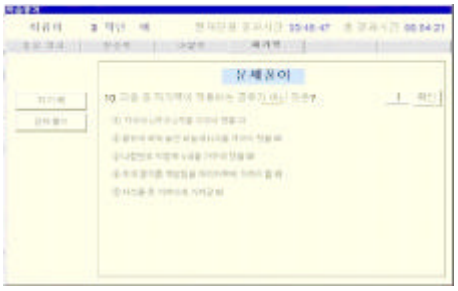


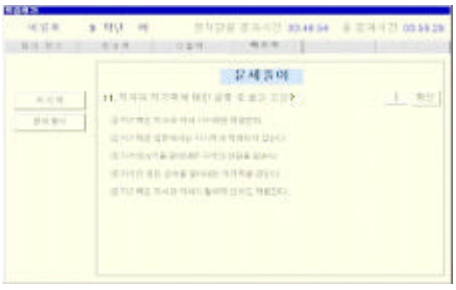


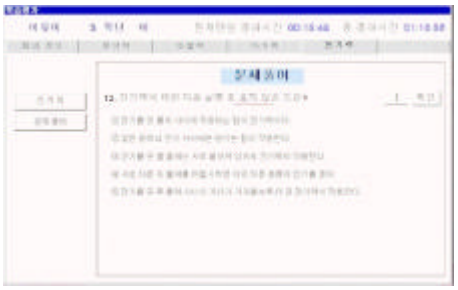


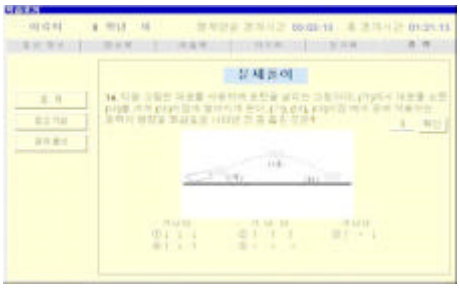












부록 2. CAI 학습효과 설문지

CAI(컴퓨터 보조 학습)프로그램 학습에 관한 설문

[흥미도1] CAI 프로그램을 활용한 학습과제가 기존의 학습과제와 비교했을 때 흥미 있었습니까?
① 매우 흥미있다. ② 흥미 있는 편이다. ③ 보통이다.
④ 흥미 없는 편이다. ⑤ 흥미없다.

[흥미도2] 흥미가 없다면 그 이유는 무엇이라 생각합나까?
① 컴퓨터 사용의 미숙 ② 낮은 내용 수준 ③ 높은 내용 수준
④ 산만한 내용 전개 ⑤ 기타 (이유:)

[이해도1] 기존의 학습과제나, 교실 수업과 비교 했을 때, CAI 프로그램 활용한 수업에서 학습 내용에 대한 이해도는 어떻다고 생각합니까?
① 매우 높다. ② 높은 편이다. ③ 보통이다.
④ 낮은 편이다. ⑤ 매우 낮다.

[이해도2] CAI를 활용한 수업이 자신의 학력에 적합하다고 생각하십니까?
① 매우 적합하다. ② 적합한 편이다. ③ 보통이다.
④ 부적합한 편이다. ⑤ 매우 부적합하다.

[이해도3] CAI 프로그램 학습프로그램에서 반복학습과정이, 부진한 학습영역에 도움이 됩니까?
① 매우 도움이 된다. ② 도움이 된다. ③ 보통이다.
④ 도움이 안된다. ⑤ 전혀 도움이 안된다.

[활 용1] CAI 프로그램을 적용한다면 어떤 용도로 적용하는 것이 좋겠습니까?
① 학습과제용(수행평가) ② 수업보조용 (기존수업과 CAI수업 병행)
③ 수업전용(CAI프로그램으로만 수업)

[활 용2] CAI 프로그램을 활용하여 수업하기에 가장 적당한 과목은 어떤 과목입니까?
①국어 ②영어 ③수학 ④과학 ⑤기타 ( )

[진실도1] 설문에 응해 주셔서 감사합니다. 여러분은 CAI 프로그램과 설문에 진실되게 답하였습니까?
① 진실 ② 보통 ③ 불성실