

공업계 고등학교 전기이론 교과의 교류의 기본성질 단원에 관한 CAI 교재 설계 및 구현

김종성[†] · 권명하^{†*}

요 약

공업계 고등학교 전기이론 교과 중에서 교류전기에 관한 단원은 수학과 물리에 대한 기본적인 이해를 바탕으로 하며 눈에 보이지 않는 다양한 현상들에 대한 개념적인 이해가 요구되는 부분이다. 반면 이를 학습하는 공업계 고등학교 학생들은 교류회로를 이해하는데 필요한 충분한 기초학력을 보유하고 있지 못할 뿐만 아니라 교재 또한 지나치게 이론중심으로 기술되어 있어 대부분의 학생들이 교류회로를 어렵게 느끼도록 하는 원인이 되고 있다. 본 연구에서는 교류회로를 이론보다는 원인-결과를 중심으로 설명하고 CAI 교재를 개발하여 교류신호의 기본 성질을 직접 보고 또 가상 실험을 통해 학생들이 보다 쉽게 개념을 파악할 수 있도록 하였다.

Design and Implementation of CAI Title for Learning Basics of AC Electricity

Jong-Seong Kim[†] · Myoung-Ha Kwon^{†*}

ABSTRACT

Many teachers at vocational high schools have had difficulties overcoming the gap between what students know and what students have to achieve in many topics. Mathematics is toughest of all, since most of textbooks in electronics are assuming student's basic knowledge in math. Considering that many students with very low achievements are entering vocational high schools, reality is far from such assumption.

Inevitably, we have to face two difficult questions; do we have enough time to teach these kids all the math that they need in two years? If not, what alternatives we should adopt? We just do not have enough time and therefore find out a way to cope with harsh reality. According to our preliminary study, we suggest that multimedia-based CAI may be the best way to attack this problem. From hardware point of view, fortunately, many of vocational high schools are reasonably equipped for multimedia-based education. However there have been hardly any effort to develop courseware for vocational education in Korea.

In this paper, a CAI title for learning basic characteristics of alternating current has been designed and implemented. The developed multimedia-based CAI title has been applied with respect to first grade students at local vocational high schools. A survey after classes shows that CAI could help student feel much comfortable with Basic Electricity course and grasp physical understanding much easily. Accordingly we conclude that classes adopting CAI would be of great help to put education in vocational high schools on the right track.

1. 서 론

1.1 연구의 필요성

[†] 정 회 원: 안동대학교 전기·전자공학 교육과 부교수
^{**} 준 회 원: 상주공업고등학교 교사
논문접수: 2000년 12월 1일, 심사완료: 2001년 2월 16일

「전기이론」 교과목은 공업계 고등학교 전기, 전자, 컴퓨터 및 통신과에서 전공 필수 교과목으

로 다른 전공 과목을 학습하는데 기초가 되는 과목이다. 교과 내용 면으로 볼 때는 전기 이론은 암기보다는 원리와 개념에 대한 이해가 우선하는 과목으로 상당한 수준의 수학과 물리적인 개념 학습이 필요하다. 하지만, 오늘날 공업계 고등학교에 입학하는 학생들의 기초학력은 이런 기준과는 상반된 것이 현실이다.

그럼에도 불구하고 현재 공업계 고등학교에서 사용되고 있는 교재는 이런 점을 전혀 반영하지 못하고 있으며 내용상 대학교재와 별 차이가 없다. 기초 학력이 부진한 대부분의 공업계 고등학교(전기 전자 컴퓨터 통신과) 학생들에게 대학 수준의 공학적 해석을 요구하는 수학과 물리적인 개념만으로 구성되어 있는 현행 전기이론 교과서는 학생들의 흥미를 잃게 하고 따라서 학습 의욕을 떨어뜨려 결국에는 학교 생활마저 어렵게 만들고 있는 것이 현실이다. 이를 개선하기 위해서는 어려운 수학과 물리적인 개념을 최소화하고, 교실 수업에서는 접근이 어려운 여러 가지 현상이나 원리를, 이론보다는 모의 실험 등의 가시적 수단을 이용하여 쉽게 학습할 수 있도록 하는 등 근본적인 교육 방법의 전환이 불가피하다. 그러므로 CAI 프로그램을 이용한 교수 방법의 도입은 여러 가지 사정을 고려할 때 현재로서 가장 적합한 대안이라고 생각된다.

최근 우리 나라에서도 교육용 소프트웨어가 상당수 개발되고는 있으나 인문계 교과목에 관련한 내용이 대부분이다. 특히 공업계 고등학교를 대상으로 한 소프트웨어의 개발은 거의 전부가 일선 교사들에 이루어졌으며 이것마저도 실제 수업을 위해서가 아니라 경진대회 참가 자체를 목적으로 한 경우가 대부분이다. 일부 범용 소프트웨어중 공업계에 사용 가능한 것이 있기는 하지만 상업적인 프로그래머들에 의해 개발되다보니 학습 내용과 학생들의 학습 수준에 적합하지 못한 것이 사실이다.

이를 보완하고자 본 연구에서는 교육 현장에서 학생들에게 수업을 가르치는 교사의 관점에서 실제 학생들에게 필요한 내용과 학생 수준에 알맞은 교수-학습법을 인지하여 교류의 기본적인 특성을 이해시키는데 적합한 소프트웨어를 개발하

였다.

1.2 연구의 목적

전기는 본질적으로 눈에 보이지 않는 추상적인 개념이다. 전기 중에서도 직류의 경우는 공업계 고등학교 학생들의 수학과 물리 수준으로도 이해가 쉬운 내용으로 구성되어 있다.

그러나, 교류에 대한 교과내용은 어려운 수학과 물리적 개념으로 구성되어 있어, 이를 정상적으로 해석하는데는 수학과 물리 분야의 상당한 기초 학력이 요구된다. 여러 가지 조사 결과에 나타난 공업계 고등학교 학생들의 학업 수준을 감안할 때 교사에 의한 일방적인 교수-학습법으로는 교류 회로를 제대로 이해하는데 상당한 어려움이 따를 것이란 것을 쉽게 예측 가능한 일이다.

반면 교류의 기본적인 성질에 관한 내용은 전류의 연속적인 이동 및 흐름을 나타내는 여러 가지 원리와 현상들로 이루어져 있기 때문에 그래픽과 애니메이션 등을 적절히 이용할 경우 학습 효과의 증진을 기대할 수 있는 특성 역시 포함하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 앞에서 논한 여러 가지 관점을 고려하여 멀티미디어 저작 도구 KAS를 사용하여 공업계 고등학교 「전기이론」 교과의 교류의 기본적인 성질에 대한 CAI 학습 프로그램을 설계 및 구현하였다. 개발된 CAI 교재는 실제 보고 듣는 멀티미디어의 특성을 이용하여 수업을 진행함으로써, 학생들에게 「전기이론」 교과목에 흥미를 갖고 학습에 적극 참여토록 하는데 주안점을 두었다.

2. 연구 방법

CAI 교재의 개발은 기초 조사, 교과 분석, 학습자 분석, CAI 교재 형태 선정, 기본 설계방향 설정 및 CAI 구현 등의 단계로 이루어졌다.

기초 조사는 경상북도 S시 S 공업고등학교 전기과 1학년 2개반 81명을 대상으로 학생들에게 컴퓨터와 교과목에 대한 일반적인 관점을 설문지 조사를 실시하였으며 그 결과를 설계 시 활용하

였다.

교재 개발 후에는 CAI 수업의 효과를 검증하기 위해 연구 대상 학생 81명을 비교반 41명과 실험반 40명으로 나눈 다음 비교반은 전통적인 교사 중심의 교실 수업을 실시하였고, 실험반은 교수 매체로서 본 연구에서 개발한 CAI 프로그램을 적용하였다. 이에 대한 결과는 차후 발표할 예정이다.

3. CAI 설계를 위한 요구 분석

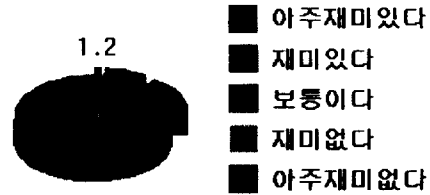
3.1 교과 분석

전기이론 교과는 공업계 고등학교의 전기 전자 컴퓨터 및 통신과 학생들이 산업 현장에 진출하여 전기·전자 분야에서 생산적 실무를 효율적으로 수행하는데 필요한 기초 기능·기술을 습득하고, 자아를 실현하며 국가 산업 발전에 기여할 수 있는 유능한 기능·기술인을 양성하는데 필요한 내용으로 구성되어 있다.

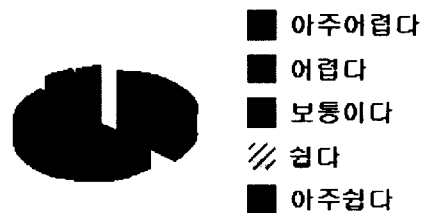
전기이론은 교과 내용으로 볼 때 암기보다는 이해를 필요로 하는 과목이며 내용이 광범위하고 많은 물리적인 개념에 대한 이해를 요구하기 때문에 대부분의 학생들에게 상당히 어려운 과목이다. 따라서 학업 수준이 현저하게 떨어지는 학생들을 대상으로 전기와 자기에 관한 여러 가지 법칙이나 현상의 설명을 교사의 일방적인 수업과 자발적 학습의 경험이 거의 없는 학생들의 추론에 기대하는 현재의 학습 방법은 한계에 부딪힐 수밖에 없다.

3.2 학습자 분석

앞에서 살펴본 바와 같이 전기 이론 과목은 대부분의 학생들에게 난해한 과목으로 알려져 있다. 그러나 그 원인이 어디에 있는지는 체계적으로 조사된 바가 거의 없다. 본 연구에서는 원인 파악을 위해 CAI 프로그램을 설계하기 앞서 연구 대상 학생들에게 교과에 대한 학습자 측면의 흥미도와 난이도를 경북 S공고 전기과 2학년 81명을 대상으로 조사한 결과 다음과 같은 결과를 얻을 수 있었다.



(그림 1) 전기이론 교과의 흥미도(N=81)



(그림 2) 전기이론 교과의 난이도(N=81)

전체 응답자의 74%가 전기이론이 재미없다고 응답했으며 또 난이도를 묻는 질문에 대해서도 조사 대상 응답자의 88.9%가 어렵다고 응답하였다.

이상의 결과는 많은 학생들이 전기이론 교과목이 어렵고 재미없는 과목으로 생각하고 있으며 대다수의 학생들이 보이고 있는 경직된 현상은 이후의 전문교과 학습에도 부정적인 효과를 나타낼 것임을 쉽게 예측할 수 있다. 또 전기이론에 대한 부정적인 선입관은 난해한 수학과 물리적인 이론 개념으로 이루어진 추상적인 교과 내용을 이해시키는데 칠판 수업으로는 한계가 있음을 잘 보여 주고 있다.

3.3 CAI 유형 선정

CAI를 교수 전략 유형에 따라 분류하면 반복 연습형, 개인 교수형, 모의 실험형, 교수 게임형, 자료 제시형 및 대화형으로 분류할 수 있다.

교류의 기본 성질은 교과 내용상 눈에 보이지 않는 여러 가지 현상에 대한 원리 학습이 주된

내용이므로 컴퓨터를 통하여 실제와 유사한 가상적 상황을 단순화하여 제시함으로써 실제 상황에 관련된 요소나 개념 원리 조작절차 변화과정 등을 이해하기 쉽도록 구현이 가능한 모의 실험형이 적합하며 본 연구에서도 이 방법을 채택하였다.

모의실험형은 학습자가 실제와 유사한 환경에서 학습 활동을 실제로 수행함으로써 학습자의 능동적인 학습 참여를 유도하고 실생활에 관련된 개념 요소 원리뿐만 아니라 상황 진단 및 문제 해결과 의사결정 과정 등의 학습의 효과를 증대시키는 방법이다. 한편 전개 형태에 따라 모의 실험형을 분류하면 직선형과 반복형 및 복합형으로 나눌 수 있는데 본 연구에서는 교과 내용의 특성상 다양한 경로의 구현이 가능한 복합형을 채택하였다.

3.4 설계 도구

저작도구로는 KAS 4.0을 사용하였다. KAS 4.0은 개발자의 아이디어를 제한하는 요소를 최소화시키고 누구든지 쉽게 프로그램을 만들 수 있는 체계로 구성되어 있으며 그림과 동영상 소리 등 멀티미디어 학습이 필요한 교과에서 특히 기능을 발휘할 수 있는 등의 장점을 가지고 있다. 이런 장점을 이용하여 기존의 분필 수업으로는 접근하기 어려운 전기이론 교과의 여러 가지 원리나 개념을 설명하고 컴퓨터의 다양한 기능을 이용한 CAI를 설계·구현함으로써 보다 쉽게 학습 목표에 접근할 수 있도록 하였다.

3.5 설계 방향

본 연구에서 CAI 교재를 설계함에 있어 가장 중요시한 점은 공업계 고등학교 교육에 대한 패러다임의 전환을 시도하였다는 사실이다. 즉 현재 교과서에 수록된 내용보다는 정말 학생들이 필요로 하고 또 쉽게 이해할 수 있는 학습 내용과 적절한 학습 방법의 도입을 최우선적으로 고려하였다.

난해한 수학과 물리적 개념 학습이 요구되는

여러 가지 전기 현상들을 직접 눈으로 확인토록 하여 쉽게 이해가 가도록 하는 한편 불필요하거나 지나치게 어렵다고 생각되는 부분은 과감하게 삭제하였다.

본 연구에서 개발된 CAI 교재는 아래에 나열한 몇 가지 측면에 주안점을 두고 설계되었다.

첫째, 난해한 수식적인 전개나 해석은 생략하고 꼭 필요한 내용만을 원인 결과를 중심으로 설명하였다.

둘째, 이해가 어려운 개념은 모의 실험을 통해 실험하고 결과를 확인하는 과정에서 학생 스스로 익히도록 하였다.

셋째, 전기적 현상의 물리적 개념을 가능하면 그림과 동영상을 이용하여 가능한 쉽게 설명하였다.

넷째, 한 화면에 수록된 내용을 이해하는데 요구되는 모든 기초 지식을 가능한 같은 화면 내에서 얻을 수 있도록 하여 기초 학력 부진이 학습에 주는 장애를 최소로 하였다.

다섯째, 여러 가지 법칙이나 전기 현상을 함의적으로 고찰, 분석하는 태도를 기르는데 중점을 두어 구성하였다. 예를 들어 한가지 현상에 영향을 미치는 여러 가지 요인이 있을 때 한번에 한 가지씩만 고려하는 방법을 통해 어떤 현상의 원인과 결과를 명확히 파악하도록 하였다.

여섯째, 학습 내용 중간에 [심화 학습]과 [힌트]를 추가하여 개인별 학습이 가능하게 하였다.

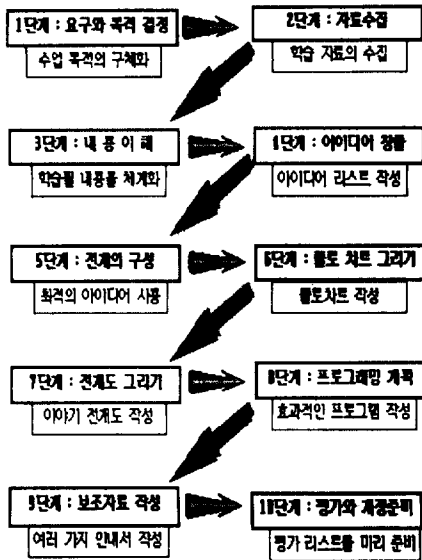
일곱째, 단원 끝에는 형성평가 요점정리 수행 학습 등을 실어 자기 주도적 학습이 가능하도록 하였다.

여덟째, 화면은 학생들의 흥미와 동기를 유발할 수 있도록 구성하였다.

4. CAI 설계 및 구현

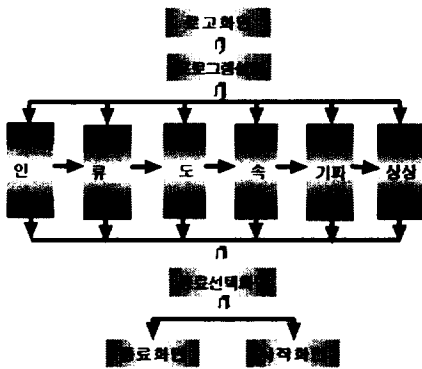
4.1 코스웨어 개발 과정

코스웨어의 개발 과정은 (그림 3)과 같이 최초 설계에 필요한 요구 사항과 목적 결정에서부터 평가와 개정 준비에 이르기까지 10단계로 구성된다.



(그림 3) 코스웨어 개발과정

한편 전기이론 교과의 교류회로에 관한 내용 중 본 연구에서 대상이 되는 단원을 학습 진행 방향에 맞추어 나타내면 (그림 4)와 같다.



(그림 4) 교류의 기본성질과 관련된 단원

4.2 CAI 구현

개발된 CAI 교재는 6개의 소단원으로 구성되어 있으며 총 56 프레임으로 이루어진다. CAI 프로그램은 구성 측면에서 볼 때 1)시작, 종료 및 프로그램 사용법 2)기초 이론 3)주요 교과 내용 4)형성평가 및 수행학습 등 크게 네 부분으로 구분할 수 있다. 한편 바탕 화면은 학생들의 시력

보호를 위해 칠판과 같은 색인 녹색을 채택하여 눈의 피로를 줄이도록 하였다.

4.2.1 시작과 종료

시작 화면인 로고화면에는 지도 교사의 사진과 학교 마크를 게재하여 자부심을 갖도록 하였다. 종료 화면은 프로그램 종료를 기다리는 동안 학교의 교가 전주곡을 wav 파일로 저장 실행시켜 학교에 대한 긍지를 가질 수 있도록 하였다.

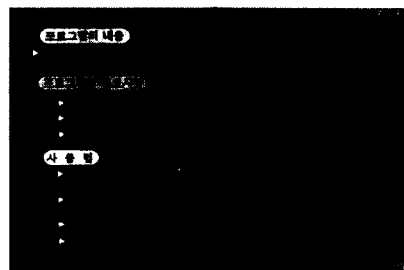
설명화면에는 사용법을 명시하여 학생들이 보다 쉽게 프로그램을 사용할 수 있도록 하는데 주안점을 두었다. 프로그램의 진행 방법은 교사의 음성을 wav 파일로 저장 실행시켜 설명함으로써 학생들이 CAI 프로그램에 대해 친근감을 가질 수 있도록 하였다.



(그림 5) 시작화면



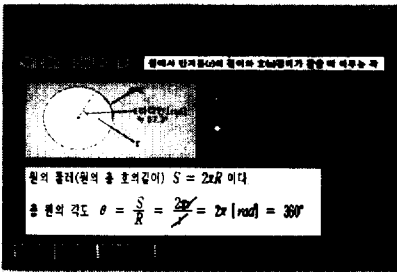
(그림 6) 종료화면



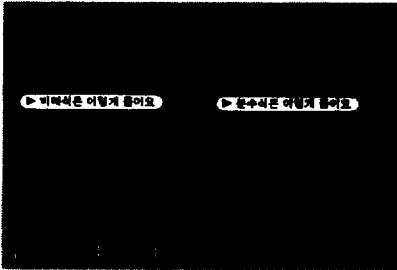
(그림 7) 프로그램 설명

4.2.2 기초 이론

공업계 고등학교 학생들의 학업 수준이 크게 떨어져서 학생들간의 학력 격차가 크다는 점을 중시하였다. 이런 점을 고려하여 교류를 학습하는데 필요한 기초적인 수학이나 물리적 개념을 학습 도중에도 그림이나 간단한 예제를 통해 쉽게 알 수 있도록 하여 기초 학력 부진이 학습에 주는 영향을 최소로 하는데 비중을 두었다. 한편 화면의 구성은 가능한 동일한 화면에서 필요한 모든 정보를 얻을 수 있도록 하였다.



(그림 8) 호도법



(그림 9) 분수식, 비례식

| | | | | | | | | | |
|-----------|----|-----------------|-----------------|------------------|-------|------------------|------------------|------------------|--------|
| 도수법 (°) | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° | 360° |
| 호도법 (rad) | 0 | $\frac{\pi}{4}$ | $\frac{\pi}{2}$ | $\frac{3\pi}{4}$ | π | $\frac{5\pi}{4}$ | $\frac{3\pi}{2}$ | $\frac{7\pi}{4}$ | 2π |

(그림 10) 도수법과 호도법의 비교

4.3 주요 교과 내용

주요 교과 내용은 복잡한 수식을 나열하기보다

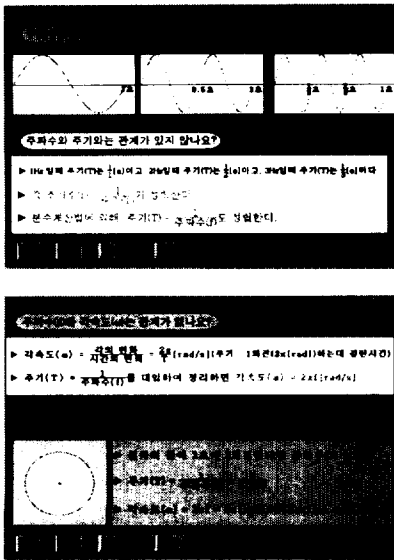
는 원인-결과 위주로 전기현상을 설명하였으며 그림이나 동영상을 이용하여 개념을 파악토록 하는데 주안점을 주었다. 또 필요한 경우 전기 현상을 일상에서 쉽게 찾아 볼 수 있는 다른 예와 비교 설명함으로써 학생들이 전기에 대해 쉽게 느끼도록 하였다.

기초학력이 떨어지는 많은 학생들에게 복잡한 수식은 학습을 진행하는데 있어 최대의 장애물이다. 본 연구에서 구현한 CAI 교재에서는 이해가 힘들거나 간과하기 쉬운 수식은 그림을 이용하여 수식을 구성하는 각 변수가 의미하는 바를 쉽게 알 수 있도록 하였다. 또 $V = BlUsin\theta$ 와 같이 하나의 물리량(기전력)에 영향을 미치는 변수가 여러개 (B:자속밀도, l:도체의 길이, U:도체의 속도) 존재할 경우에는 한번에 하나의 변수만을 고려한 결과를 먼저 학습하도록 한 다음 동시에 여러 가지 변수를 고려한 결과를 고찰하게 함으로써 각 변수가 미치는 영향과 이로 인한 결과에 대한 통찰력을 기르도록 하는데 중점을 두었다.

4.4 형성평가 및 수행학습

앞에서 학습한 내용을 학생들이 직접 수행해 봄으로써 학습 효과를 얻을 수 있도록 구성하였으며, 매 단원의 종료 부분에는 형성 평가 문항으로 해당 단원을 복습하도록 했다.

형성 평가는 단순 암기보다는 이미 배운 내용에 대한 개념을 확고히 하고 실제 학생들이 문제를 풀어 가는 과정에서 여러 가지 물리량 사이의 연관성을 자연스럽게 알도록 설명하였다. 예를 들어 각도(라디안)를 입력하면 이에 상응하는 라디안(각도) 값을 나타냄과 동시에 호의 크기를 그림으로 나타내어 각도와 라디안의 관계를 바로 알 수 있도록 하였다. 또 학습자가 주파수를 입력하면 막대가 주기에 해당하는 시간동안 원운동을 함과 동시에 1초동안 정현파가 주파수에 해당하는 횟수만큼 반복해서 나타나도록 하여 주파수와 주기 및 각속도 간의 상관 관계를 수식이 아닌 눈으로 확인할 수 있도록 하였다.



(그림 11) 주파수, 주기, 각속도

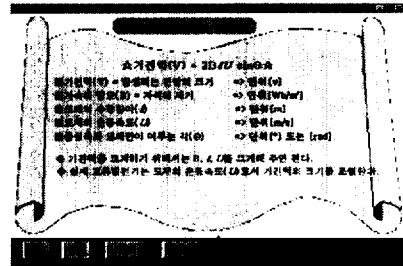
한편 각 단원의 마지막에는 요약 정리 및 기본적인 질문을 통해 반드시 알아야 할 내용을 다시 학습하도록 하였다. 정답을 한 경우에는 음악과 함께 춤추는 모습이 나타나도록 하여 학생들에게 성취감을 느끼게 하였다.

5. 결론 및 제언

전기 이론은 교과 내용상 암기보다는 원리 이해가 우선하며, 상당한 정도의 수학과 물리적인 개념 파악이 요구된다. 그러나 현재 공업계 고등학교 재학생의 학업 능력을 고려할 때 대학과 동일한 접근 방법을 채택하고 있는 현재의 교육 방법은 앞에서 언급한 여러 가지 문제에 부딪칠 수밖에 없다. 이런 문제를 해결하기 위해서는 근본적인 발상의 전환이 필요하며 교육 방법에서도 일대 혁신이 요구되고 있다.

본 연구에서도 이런 점을 고려하여 공업계 고등학교 교육에 대한 패러다임의 전환을 가장 중요시하였다. 즉, CAI 설계에 있어서 현재 교과서에 수록된 내용보다는 정말 학생들이 필요로 하고 또 쉽게 이해할 수 있는 학습 내용과 방법을 도입하는 것을 최우선적으로 고려하였다. 난해한 수학과 물리적 개념 학습이 요구되는 여러 가지

전기 현상들을 직접 눈으로 확인하게 하여 쉽게 이해가 가도록 하는 한편 불필요하거나 지나치게 어렵다고 생각되는 부분은 과감하게 삭제하였다.



(그림 12) 요약정리, 형성평가

공업계 고등학교 학생들의 기초 학력 수준이 낮고 또 학생들간의 학력 격차가 심하다는 점을 고려하여 교류를 학습하는데 꼭 필요한 기초적인 수학이나 물리적 개념을 학습 도중에도 그림이나 간단한 예제를 통해 쉽게 알 수 있도록 하여 기초 학력 부진이 학습에 주는 영향을 최소로 하는데 비중을 두었다.

참고 문헌

- [1] 강기주(1998). "산업기술인력과 고교단계 직업기술 교육의 과제". 직업능력개발연구 창간호.
- [2] 김태형·김종성(1999). "멀티미디어를 이용한 공업계 학교 교육의 개선방향" 컴퓨터 교육학회 논문지 제 2권 제 3호, 한국컴퓨터교육학회.
- [3] 한국 교육 신문. 1999. 8. 23일자 한국 교육신문.
- [4] 윤승금·이선희 공저(1994). CAI의 이론과 실제. 서울산업대학교 출판부.
- [5] 김영주(1999). 교육용 소프트웨어 개발의 이

론과 실제. 부산 : 동남기획.

- [6] 나일주·정인성 공저(1990). CAI개발과 활용. 서울 : 교육과학사.
- [7] 정보통신 신문. 1999. 8. 9일자 정보통신 신문.
- [8] 교육부(1998). 교육정보화 백서.

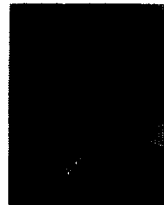
- [9] 이동준(1999). "컴퓨터 소프트웨어의 도구적 활용 교수-학습 활동을 통한 자기 주도적 학습 능력신장". 경상북도현장교육 제 7집.
- [10] 백영균(1995). 학습용 소프트웨어의 설계. 서울 : 교육과학사.
- [11] 교육부(1998). 전기이론. 서울: 대한교과서 주식회사.
- [12] 강도원(1996). 제 6차 교육과정에 따른 학교 교육 과정. 상주공업고등학교.



김 종 성

- 1980 경북대학교 전자공학과 졸업(학사)
- 1982 영남대학교 전자공학과 졸업(석사)

- 1992 미국 로드아일랜드 주립대 전자공학과 (박사)
- 1996 일본 토호쿠대학교 기계·전자공학과 객원교수
- 1994~현재 안동대학교 전자공학교육과 부교수
- 1999~2000 안동대학교 과학교육연구소장
- 2000~현재 한국교총 국제분야 자문위원
- 관심분야: 전자교육, 직업교육, CAI, 센서공학
- E-Mail: jongkim@andong.ac.kr



권 명 하

- 1986 영남대학교 전기공학과 (학사)
- 2000 안동대학교 교육대학원 정보통신교육과(석사)

1994~현재 상주공업고등학교 교사