

**공업계 고등학교 전자 회로 실습교과에서
'8051 마이크로프로세서' 단원의 교수-학습을 위한
CD-ROM 개발**

김 성 래*, 최 준 섭**, 정 동 양**

강릉농공고등학교*

한국교원대학교**

(2003. 2. 18. 접수)

**CD-ROM Development for '8051 Microprocessor' Unit
Teaching-Learning in Electronics Circuit Practice Subject
of Technical High School.**

Sung-Rae Kim*, Jun-Seop Choi**, Dong-Yang Chung**

*Kangnung Agriculture & Technical High School**

*Korea National University of Education***

(Received February 18, 2003)

국문요약

공업계 고등학교의 교과서인 전자 회로 실습에 기술되어 있는 8051 마이크로프로세서 단원을 중심으로 CD-ROM을 개발하기 위한 본 연구는 교과서 내용의 설명에 치우치지 않고 학습에서 수준 차가 있는 학생들을 대상으로 하는 교수-학습의 어려움을 극복하고, 학생들에게 교과서 내용을 중심으로 멀티미디어를 활용한 자기 주도적인 보충학습의 기회를 제공함으로써 기초학력이 부족한 공업계 고등학교 학생들의 학업 성취도를 높이는 데 그 목적이 있다.

이 연구의 목적을 달성하기 위하여 「문헌 연구」「교과서 및 자료 수집」「CD-ROM 제작」의 과정을 거쳐 순차적으로 연구가 수행되었다. 각 단계별 연구 내용은 다음과 같다.

첫째, 문헌연구를 통해서 멀티미디어의 개념 및 특징, 수업에 활용 사례 등에 대해 고찰하였다.

둘째, 교과서 및 자료 수집에서는 8051 마이크로프로세서 단원을 중심으로 교과서를 분석하고 주요 내용을 추출하였고, 그래픽, 사운드, 애니메이션 등은 직접 제작하였다.

셋째, 기본 학습주제를 8개의 영역으로 구성하였고, 체계적인 학습 흐름이 될 수 있도록 제작하였다.

이상의 연구에서 전자 회로 실습 교과서의 8051 마이크로프로세서 단원을 중심으로 CD-ROM을 개

발하여 교수-학습 자료로서 하나의 유형을 제시하였으며 이러한 학습 보조 자료는 기초 학습 능력이 대체로 부족한 공업계 학생들의 학습 활동에 다양한 형태로 도움을 줄 수 있을 것으로 기대된다.

Abstract

The purpose of this study was to develop CD-ROM so that students can understand 8051 Microprocessor unit easily in electronics circuit practice subject of technical high school.

The study gives students, who have difficulties in learning, a chance for self-directed and supplementary learning by suggesting interface process with 8051 Practice Kit.

To achieve these purposes, literature survey, collecting textbooks and materials, development of CD-ROM were gradually carried out.

Each steps were as follows:

Firstly, in literature survey, concepts and characteristics of multimedia and application to class were reviewed.

Secondly, text contents on 8051 Microprocessor unit were analyzed, main contents were extracted and graphic, sound, animation were made.

It was consisted of eight basic learning subjects, and designed to flow systematically.

In this study, we presented a kind of teaching-learning material by developing CD-ROM in 8051 microprocessor unit in electronics circuit practice subject as a central matter. This material will be able to help technical high school students in learning

1. 서론

정보화 시대에 접어들면서 하루에도 수없이 밀려오는 정보의 양은 시대의 흐름을 몰라볼 만큼 변화시키고 있으며, 우리가 느끼지 못하는 가운데 우리의 생활은 물론 교육에서도 많은 변화를 가져오고 있으며, 우리 사회의 모든 분야에서 컴퓨터의 역할이 점차 증대되고 있다. 끊임없이 현대인은 싫든 좋든 학습기회를 이용하여야 살 수 있는 힘을 갖게 되며 이러한 사회에서 주로 사용될 교수-학습수단이나 인터넷이나 각종 전자매체를 이용하는 것이 주류를 이룰 것이라고 하였다(최준섭, 2001).

따라서 정보화 사회에 알맞게 변화된 새로운 교육 방식이 요구되고 있으며, 이러한 시대적 변화에 부응하기 위해서 학습자가 스스로 자신의 학습

에 대하여 주도적인 역할을 하고 능동적·적극적으로 학습할 수 있는 환경을 구성하려는 움직임이 나타나고 있다. 교육의 본질적 의미는 학습자들이 실제 경험할 수 있는 것을 제공하는 것이라고 말하고 있는데, 이것은 단순히 이론적으로 학생들에게 보여만 주는 교육보다는 학습자들이 실제적으로 학습에 참여하여 경험하는 것이 효과적이라는 의미라고 볼 수 있다(Tyler, 1949).

1980년초 교육 분야에 컴퓨터의 교육적 활용에 대한 개념이 소개된 이후, 컴퓨터에 의한 교육 방법 혁신에 대한 기대는 급속도로 높아 갔다. 관련 분야의 연구자들은 컴퓨터가 가지고 있는 무한한 교육적 가능성을 추구하기 위하여 끊임없이 노력하였다. 그 결과 교수-학습 매체로서 사용 가능한 2000여 편이 넘는 코스웨어가 국내에서 개발되어 활용되고 있으나 학습자나 교사들

이 만족하게 사용할 만한 양질의 코스웨어가 충분히 개발되지 않았고, 코스웨어를 효과적으로 활용할 수 있는 구체적인 방법론 즉 학습 지도 방안이 제시되지 않았으며, 코스웨어 사용 수업의 효과에 대한 평가가 체계적으로 이루어지지 않은 이유로 그 역량을 충분히 발휘하지 못하고 있다(강명희, 1994).

고등학교 전자 회로 실습 교과서는 제6차 교육 과정에 따라 전자과 및 관련 학과에서 이수 중에 있으며, 마이크로프로세서에 관한 학습은 내부 구조의 복잡성과 난해성으로 인하여 실습에 앞서 상당한 양의 관련 예비지식을 필요로 하여 기존의 판서 위주의 수업 방식으로는 학습자에게 효율적으로 관련 지식을 제공하기 곤란한 면이 많다. 오늘날 마이크로 프로세서가 대중화된 이래로 이를 이용한 각종 제어 기기의 개발 및 연구가 활발히 진행되어 왔으나 8051 마이크로 프로세서 자체의 학습에 도움을 주기 위한 연구는 극히 미미한 실정이다.

따라서, 본 연구는 학습 보조자료로서 멀티미디어 프로그램으로 작성하여 학습자가 자기 학습 능력과 속도에 맞춰 개별화 학습이 가능하며 학습자가 주도적으로 학습을 이끌어갈 수 있어 기초학력이 떨어지는 공업계 고등학교 학생들에게 정보활용 능력 신장과 학업 성취도 향상에 도움이 될 수 있도록 하고자 한다.

2. CD-ROM 개발

2.1 개발 목적

공업계 전기·전자과의 학생들은 졸업후 대부분 컴퓨터의 하드웨어와 관련되고 그리고 PLC등 마이크로 콘트롤로를 접하게 될 기회가 필연적인데도 불구하고 아직 공업계 고등 학교에서는 이렇다 할 교과과정이나 교재 개발이 완료되어 있지 못하고 겨우 IC 논리회로등 기본 적인 전자 회로와 마이크로프로세서의 개념 정도의 교육에 그치고 있는 실정이므로 본 연구는 이러한 점을 개선하기 위하여 마이크로프로세서를 이용하여 학생들의 컴퓨터 하드웨어와 관련된 지식을 배양하여 소

프트웨어의 동작을 보다 잘 이해시키고 졸업 후 현장에서의 적응을 위한 교육을 하기 위하여 공업계 고등학교의 실정에 맞는 마이크로프로세서 교수-학습에 중점을 두어 소기의 기대 효과를 얻고자 하는데 있다.

2.2 개발 내용

본 연구는 8051 마이크로프로세서에 대하여 설계하고 구현한 것이다. 이를 수행할 구체적인 내용과 방법은 다음과 같다.

- (1) 코스웨어에 들어갈 학습 내용은 공업계 고등학교 교과서인 전자 회로 실습에 기술되어 있는 8051 마이크로프로세서로 한다.
- (2) 8051 마이크로프로세서에 대하여 단원의 내용을 분석·재구성한다.
- (3) 관련 자료를 수집 및 직접 제작하고 선정 단원에 대하여 설계하고 구현한다.

2.3 개발 환경

컴퓨터 하드웨어의 급속한 발전은 소프트웨어의 고도화를 수반한다. 이러한 현상에 따라 개인용 컴퓨터에서의 운영 체제는 Windows Me환경이 일반화되었다. 프로그램 특성상 상당히 많은 양의

〈표2-1〉 개발 환경

구분	항목	개발 환경	사용 환경
하드웨어	CPU	Pentium IV 1.4GHz	Pentium III 이상
	RAM	Rambus 128MB	64MB 이상
	FDD	3.5"	3.5"
	HDD	40GB	200MB 이상의 여유공간
	VIDEO CARD	VGA 64M	VGA 16M 이상
	CD-ROM	52X	24배속 이상 가능
	SOUND CARD	PCI 64 POLY 32BIT	
소프트웨어	운영 체제	Windows Me	
	웹 브라우저	explorer 6	
	이미지 처리	Photoshop 6	
	애니메이션	flash 5	
	사운드	Gold Wave	
	웹에디터	나모 웹에디터 5	
CAD	P-CAD 8.0		

하드웨어 자원을 요구하게 되며 그에 따라 프로그램의 원활한 수행을 위해서는 어느 정도 이상의 시스템 환경을 필요로 한다. <표2-1>은 본 연구와 관련된 소프트웨어와 하드웨어의 개발 및 사용 환경을 나타낸다.

2.4 학습 내용 분석

타이틀의 충실한 제작을 위하여 고등학교 전자 회로 실습 교과서의 "8051 마이크로프로세서" 단원을 기초로 하여 보충학습 교재로서 설계한다.

(1) 대상

공업계고등학교 전기·전자과 및 관련 학과 학생

(2) 8051 마이크로프로세서 관련 단원

전자 회로 실습 교과서 중에서 8051 마이크로프로세서와 관련되는 내용은 1개 단원으로, 5개 실습 과제이다. 분량으로는 299면 중에서 약12%인 36면이 이에 해당한다. 자세한 내용은 <표2-2>과 같다.

<표2-2> 8051 마이크로프로세서 관련 단원 분석표

교과서명	전자 회로 실습	
단원명	실습 과제	교과서 범위
VIII. 마이크로 프로세서	[예비지식] 원칩 마이크로 프로세서 8051의 구조와 명령	pp. 217-228.
	[8-1] 8051 회로의 제작	pp. 229-233.
	[8-2] 8051의 입출력 제어	pp. 234-237.
	[8-3] 8051의 타이머 제어	pp. 238-241.
	[8-4] D/A 변환기	pp. 242-247.
	[8-5] A/D 변환기	pp. 248-252.
1개 단원	5개 과제	36쪽

(3) 지도상 유의점

전자 회로 실습의 실습 목표의 달성을 위해서는 다음과 같은 사항에 유의하여야 한다.

- ① 시설이나 학생의 수준 등을 고려하여 실습 과제를 선정하고, 실습 순서 및 시간 배당을 적절히 조절하여야 한다.
- ② 하드웨어의 구조와 원리를 실습을 통하여 자연스럽게 익힐 수 있도록 지도하여야 한다.
- ③ 관련 용어를 명확히 정의하고 유사 용어를 설명하여 용어상의 혼란이 없도록 하여야 한다.
- ④ 보다 전문적인 내용은 관련 도서를 참고하여 심도 있는 학습이 되도록 하여야 한다.
- ⑤ 구조화된 기본 개념과 원리를 습득시키는데 중점을 두어야 한다.
- ⑥ 기계어 및 어셈블리어 프로그래밍을 통하여 창의력, 과학적 사고력, 합리적인 처리 기능이 길러지도록 지도하여야 한다.
- ⑦ 학생 개인별 능력과 수준 차를 고려한 개별화 학습이 가능하도록 지도하여야 한다.

2.5 학습 흐름도

타이틀의 기본 구조는 계층적 메뉴 기법으로 설계하였으며, 기본적인 화면은 로고 화면, 주 메뉴 화면, 부 메뉴 화면, 학습 진행 화면으로 설계되어졌고, 각 화면끼리는 서로 연결되어 퍼드백 할 수 있게 하였다.

전체 학습의 흐름은 로고화면이 뜨면서 주 메뉴 화면으로 분기하여 학습전개가 이루어질 수 있도록 하였고 언제든지 학습을 마칠 수 있도록 구성하였다.

학습 화면의 구성도는 <그림2-1>와 같이 맨 위에는 학습의 주 내용을 제시하였다. 그 아래에 각각의 세부항목을 두어 자세한 원리를 이해할 수 있도록 기본적인 내용은 텍스트로 먼저 제시하고 그림은 플래시를 이용하여 애니메이션화하여 작동되는 모습을 화면에서 볼 수 있도록 설계하였고, 학습을 마친 후 연습문제를 정리하여 각 영역별로 구성하여 교과서의 내용을 재생하는 정도의 개관식으로 구성하였다.



〈그림2-1〉 학습내용의 설계

2.6 콘텐츠의 개발

각종 콘텐츠의 개발은 다음과 같이 하였다.

(1) 이미지

그래픽의 이미지는 포토샵6.0과 P-CAD8.0을 이용하여 제작하고, 제작에 어려움이 있는 요소들은 스캐너를 이용하여 스캔하고 다시 포토샵으로 편집하였다.

(2) 애니메이션

주변기기의 동작에 대한 학습은 실질적으로 애니메이션을 이용하여 시각적으로 이해하기 쉽도록 제작하여 교수-학습효과를 높이도록 하였다. 애니메이션의 제작은 플래시5.0으로 하였다.

(3) 텍스트

텍스트는 나모 웹 에디터5 에서 직접 입력하는 방식을 사용하였다.

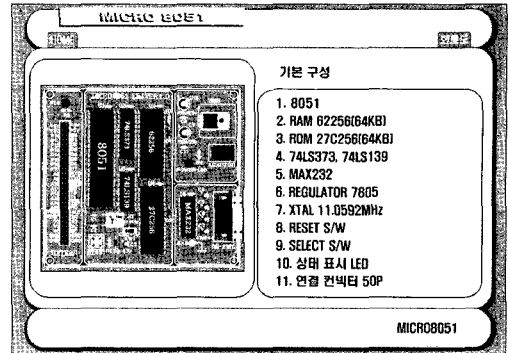
(4) 사운드

사운드는 Gold Wave를 활용하여 편집하였다.

3. 콘텐츠 개발의 고찰

멀티미디어를 이용한 교육용 콘텐츠 개발은 교과서의 관련 지식이 부족한 부분의 내용을 보충하여 교사와 학생 모두에게 학습자료로서의 역할을 충분히 할 수 있도록 하였으며, 학습을 할 때는 플래시 애니메이션을 보여 줌으로써 이해와 학습의 흥미를 갖도록 하였다.

수준별 개별화 학습이 가능하도록 8051메인,

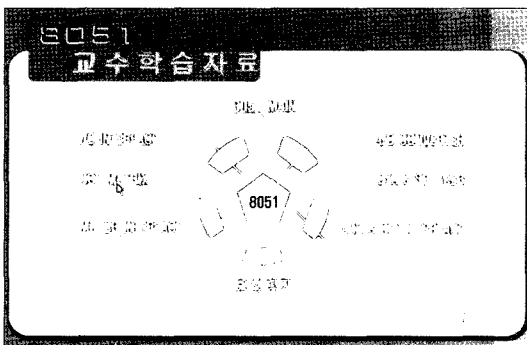


〈그림3-2〉 메인 화면

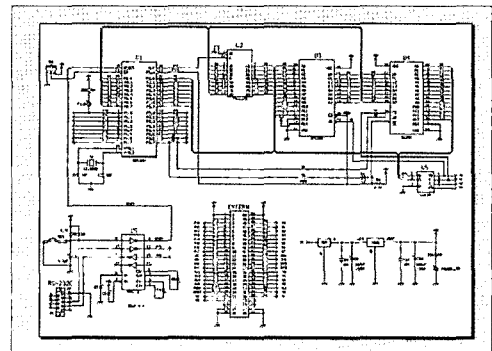
I/O interface, Dot matrix interface, Motor interface, A/D Converter, D/A converter, LCD & Key interface, 평가와 같은 학습주제를 8개의 영역으로 편성하여 개발하였다.

3.1 콘텐츠의 구조

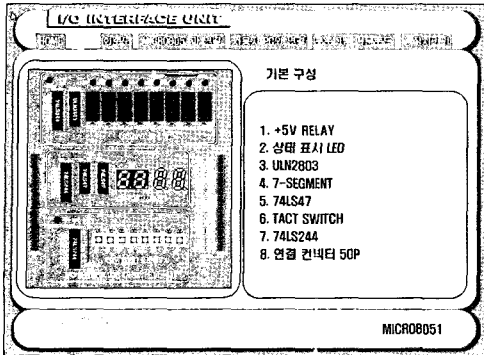
콘텐츠의 구조는 8051메인, I/O interface, Dot matrix interface, Motor interface, A/D Converter, D/A converter, LCD & Key interface, 형성평가로 크게 8개 영역으로 구성되었다. 학습자의 편의를 위해 가급적 영역별로 이동할 수 있도록 되어 있다. 각 단원은 회로도, 메인보드와 주요 interface연결, 사용자 PC와 연결하기, 프로그램 다운로드, 동작시키기로 구성되어 있으며 각장은 텍스트, 그림 및 그래프 등을 통한 애니메이션으로 작성 되었다. 또한 마지막 부분에



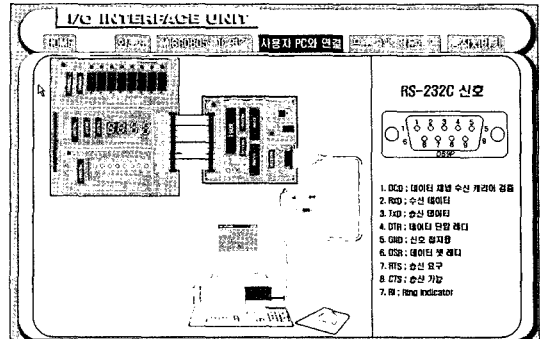
〈그림3-1〉 도입 화면



〈그림3-3〉 메인보드 회로도 화면



〈그림3-4〉 입출력제어의 메인 화면

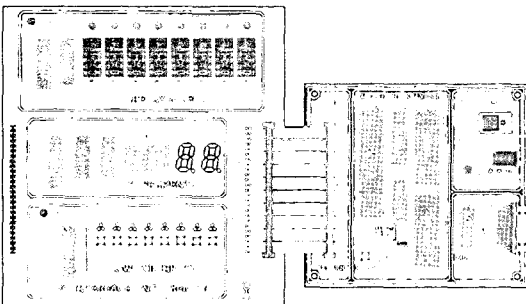


〈그림3-6〉 학습자와 PC연결 화면

형성평가 문제를 수록하였다. 예제 프로그램과 회로도를 내려받기 및 동작결과를 함께 제시하였다.

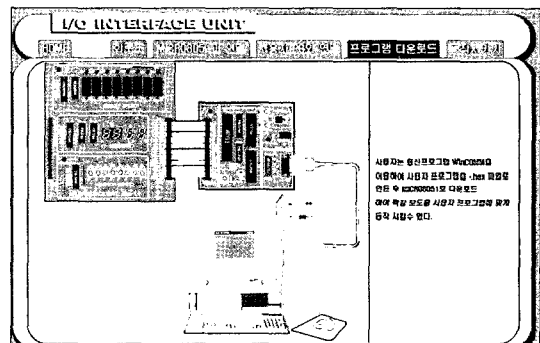
입·출력제어에 대한 화면 구성을 살펴보면 8051메인보드와 연결하여 입출력 실습을 할 수 있는 보드이며, 왼쪽 프레임에 입출력 제어보드의 이미지를 배치하였고 오른쪽 프레임은 기본구성 전자소자를 텍스트로 나열하였으며 각 주요소자의 텍스트에 마우스를 위치하면 메인보드의 전자소자의 이미지를 가리키며 전자소자의 이미지를 더블 클릭 하면 자세한 내용을 학습할 수 있는 내용들이 설명되어 있으며 학습자가 직접제작을 할 수 있도록 도움을 주기 위하여 회로도를 다운 받아 볼 수 있도록 *.PDF파일로 공개하였다.

〈그림3-5〉는 8051메인보드와 입출력보드를 연결하는 방법을 애니메이션 효과를 주어 학습자의 이해를 도왔으며, 〈그림3-6〉은 학습자 PC와 연결하는 방법을 그래픽으로 표현하여 학습자의 흥미를 갖도록 하였다.



〈그림3-5〉 입출력보드와 메인보드 연결 화면

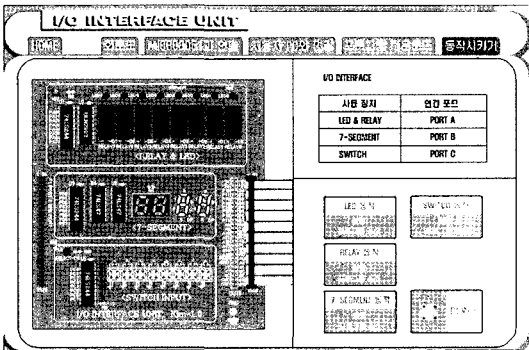
〈그림3-7〉은 IBM PC에서 8051 메인보드로 프로그램을 다운 로드 하는 방법을 애니메이션 효과를 주어 학습자의 흥미를 갖도록 하였다.



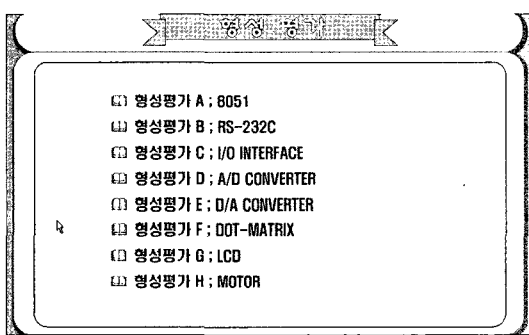
〈그림3-7〉 프로그램 다운로드 화면

〈그림3-8〉은 LED, RELAY, 7-SEGMENT, SWITCH를 이용하여 학습자가 실습을 할 각 항목을 마우스로 이동하도록 하였으며, 프로그램 데이터 값을 학습자가 스스로 입력하도록 하여 실제 동작하는 상태를 애니메이션과 사운드를 넣어 표현하여 입출력 제어에 대한 이해력을 증진시키도록 하였으며 각 영역별로 프로그램 소스를 공개하였다.

〈그림3-9〉는 형성 평가 화면을 나타낸 것으로 8051 마이크로프로세서 학습을 한 후 학습자들의 이해를 평가하는 자료로서 8개 영역으로 나누어 기본적인 내용을 정리할 수 있도록 다양하게 제공하였다.



〈그림3-8〉 동작시키기 화면



〈그림3-9〉 형성 평가

4. 적용 및 분석

4.1 적용

설문을 통하여 학습에 대한 흥미, 학습 효과, 인터넷 활용 능력 및 상태 등에 대하여 조사하였다.

(1) 적용대상

공업계 고등학교 전기·전자과의 실정에 맞는 마이크로프로세서 교육의 학습 효과를 높이기 위한 교재 개발을 위해 본 설문지 조사 대상은 강원도공업계고등학교 강릉공동실습소에 입소한 강원도내에 소재하는 5개 공업계(실업계 포함)고등학교 전기·전자계열 2학년 249명 학생을 대상으로 하였다.

(2) 적용시기

2002년 8월 26일부터 2002년 10월 26일 사이

에 강원도공업계고등학교 강릉공동실습소에 입소한 학생들에게 설문지를 배부하고 회수하였다.

(3) 적용방법

교과과정의 진도에 따른 내용들을 학생들이 자율적으로 예비학습을 하고, 실제 수업은 강의 및 실습과 더불어 진행하였으며, 또한 복습과 형성평가를 하도록 적용하였다.

4.2 분석

학생들의 인터넷 활용 능력과 상황, 8051 마이크로프로세서 학습에 대한 흥미와 관심, 학습의 효과와 웹 기반 교육에 대한 의견을 10문항으로 설문 조사를 하였다.

(1) 8051 마이크로프로세서 교육과 흥미도 분석

현재 학생들에게 제공된 실습 교과서의 8051 마이크로프로세서 해당 단원의 기술된 양이 학습자료로서 보통 45.4% 부족하다고 느끼고 있었다.

수업방식에 따른 이해도는 교과서만으로 실시하는 강의식 수업에 대해서는 매우 어렵다는 의견이 25.7%, 조금 어렵다는 41.4%로 어렵다고 생각하는 학생이 67.1% 이상으로 무척 낮은 편이었으며, 보통 24.5%, 쉽다는 8.4%로 많은 학생들이 어려워하는데 반해 개발된 콘텐츠를 이용하여 교육을 실시한 결과 매우 어렵다는 의견은 16.9%, 조금 어렵다는 29.3%로 어렵다는 의견 전체가 46.2%로 줄었으며, 보통 36.5%, 쉽다는 17.3%로 이해도를 증진시키는 결과를 가져왔다.

(2) 개발된 콘텐츠 학습에 대한 효과 분석

개발된 콘텐츠 활용시기는 교과 학습시간이 63.5%로 가장 높게 나타났으며, 그 다음으로 복습 16.9%, 예습 13.3%, 시험공부를 위해서가 6.4% 순으로 응답하였다.

학습 효과의 측면에서는 큰 도움을 받았다는 19.3%, 조금 도움을 받았다는 47.8%로 응답하여 전체적으로 도움을 받았다는 학생이 67.1%이었고, 보통 29.7%, 도움을 받지 못했다고 3.2%로 응답을 보였다.

[표4-1] 8051 마이크로프로세서 교육에 대한 설문 결과 (조사인원 : 249명)

설문내용	구분	응답자 수	응답률(%)
컴퓨터의 보유 현황	없다	16	6.4%
	펜티엄	20	8%
	펜티엄 I	76	30.5%
	펜티엄 II 이상	137	55%
인터넷 사용 장소	집	136	54.6%
	학교	32	12.9%
	PC방	67	26.9%
	학원, 관공서	14	5.6%
주당 인터넷 사용 시간	1시간 미만	44	17.7%
	1~3시간	134	53.8%
	4~6시간	56	22.5%
	7시간 이상	15	6%
인터넷 사용 용도	게임	134	53.8%
	학습	17	6.8%
	정보검색	45	18.1%
	전자우편 및 채팅	53	21.3%
교과서의 분량	매우 충분하다	39	15.7%
	충분한 편이다	84	33.7%
	보통이다	13	5.2%
	부족하다	113	45.4%
강의식 수업의 이해도	매우 어렵다	64	25.7%
	조금 어렵다	103	41.4%
	보통이다	61	24.5%
	쉬운 편이다	21	8.4%
개발된 학습 자료를 이용한 이해도	매우 어렵다	42	16.9%
	조금 어렵다	73	29.3%
	보통이다	91	36.5%
	쉬운 편이다	43	17.3%
웹 기반 교육에서 가장 흥미 있는 매체	문자	2	0.8%
	그림	34	13.7%
	소리	27	10.8%
	애니메이션	186	74.7%
개발된 학습 자료의 활용 시기	예습	33	13.3%
	복습	42	16.9%
	교과학습	158	63.5%
	시험 공부	16	6.4%
개발된 학습 자료를 이용한 효과	큰 도움을 받았다	48	19.3%
	조금 도움 받았다	119	47.8%
	보통이다	74	29.7%
	도움 받지 못했다	8	3.2%

5. 결론 및 제언

5.1 결론

현재 우리 일상생활에서 널리 사용되고 있는 간단한 제어장치에는 원 칩 마이크로 컴퓨터가 있는데, 여러 회사에서도 마이크로 컴퓨터를 많이 생산하고 있지만, 그 중에서도 특히 인텔(Intel)사의 8051이 주로 이용되고 있다. 본 연구는 갈수록 그 이용가치가 높아지고 있는 8051 마이크로프로세서에 대해 멀티미디어 학습 자료를 개발하였으며 CD-ROM 특징은 다음과 같다.

(1) 8051 마이크로프로세서 단원에 대한 CD-ROM의 구성 체계를 8051메인, I/O interface, Dot matrix interface, Motor interface, A/D Converter, D/A converter, LCD & Key interface, 평가와 같은 학습주제를 8개의 영역으로 편성하여 개발하였다.

(2) 교과서의 이론만으로 부족하기 쉬운 학습 내용을 보충하는데 주력하여 8051 테스트 보드 제작 실습, 각종 Unit 인터페이스 하는 과정, 동작 하는 과정을 시뮬레이션을 통하여 확인 할 수 있도록 체계적 다루어 개발하였다.

(3) 학습자의 동기유발과 학습의 효과를 높이기 위해 다양한 그래픽, 사운드, 애니메이션을 사용하여 개발하였다.

5.2 제언

본 연구를 통해 다음과 같은 제언을 하고자 한다.
(1) 8051 마이크로프로세서를 주제로 학생들의 특성에 부합되는 체계적이고 다양한 멀티미디어 학습자료가 더 많이 개발되고 활용되어야 할 것이다.

[참고 문헌]

- [1] 최준섭, “초등 실과의 공업기술영역에서 ICT의 두 가지 접근방법 : 내용과 방법에 대한 토론”, 한국실과교육학회 2001년도 동계 학술발표대회, p.93, 2001.
- [2] Ralph W. Tyler, “Basic principles of curriculum and instruction, The University of Chicago Press”, pp.63~82, 1949.
- [3] 강명희, “상황 학습과 앵커드 교수 이론을 적용한 코스웨어 전략”, 정보과학지, p.62~72, 1994.
- [4] 유정경, “하이퍼텍스트 원리를 적용한 CAI 코스웨어 개발 및 효과 연구”, 이화여자대학교 대학원 박사학위논문, 1992.
- [5] 이태욱 외, “멀티미디어 시대와 컴퓨터 교육에 대비한 초·중등 컴퓨터 활용에 관한 연구”, 한국교원대학교 교수 논총, 1997.
- [6] 한국교육학술정보원, “웹 기반 수업자료 개발”, 한국교육학술정보원, 2000a