
멀티미디어를 이용한 디지털 논리 회로 콘텐츠

임동균* · 오원근**

Virtual Lecture Contents for Digital Logic Circuit Using Multimedia

DongKyun Lim* · Wongeun Oh**

본 논문은 정통부 및 정보통신연구진흥원의 지원을 받아 수행된 연구결과임
(06-기반-12, 정보통신연구기반조성사업)

요 약

본 논문에서는 디지털 논리 회로를 효과적으로 학습하기 위한 멀티미디어 콘텐츠를 개발하였다. 이 콘텐츠의 주 교육 대상은 특별한 배경지식이 없는 일반인 또는 대학 저학년이며, 여기에 초점을 맞추어 주제 구성, 난이도, 상호 작용의 적절성 등을 기획하였다. 내용면에서는 디지털논리회로 뿐만 아니라, 실제 회로제작에 필수적인 전기와 회로에 대한 기본원리에 대한 내용도 다루었다. 또한 가상의 실험 회로를 플래쉬를 이용하여 제작하여 학습자가 회로의 구성과 동작등을 쉽게 이해하고 실제 회로에 빨리 적용할 수 있도록 구성하였다. 본 논문에서 제작한 콘텐츠는 이론적인 내용뿐만 아니라, 멀티미디어를 이용한 가상의 실습실을 통해서 현실감 있는 실습이 가능하기 때문에 디지털 회로에 입문하고자하는 초보 학습자에게 유용한 콘텐츠가 될 것으로 생각된다.

ABSTRACT

In this paper, we developed an virtual lecture to study digital logic circuits. The contents is intended for the students without or with little knowledge about electrics or electronics. For the beginners, the lecture contains the basic electronics and basic circuit theory as well as the digital logic circuits to be more practical lecture. And we developed the virtual circuit lab which uses real-like devices, circuits and interactive objects for the students to experience practical digital circuits. With the features described above, this contents would be useful for the beginners who want to studying digital logic circuits.

키워드

Virtual Lecture, Digital Logic, Multimedia, e-Learning

I. 서 론

온라인 학습의 효율은 학습자가 주도적이고 발견적으로 학습할 수 있는 양질의 콘텐츠를 확보하는 것에 달

려있다. 그렇기 때문에 여러 사이버 교육기관에서는 다양한 교육공학적 이론을 적용함과 동시에 수요자(학생 및 산업체)의 요구를 수용한 양질의 콘텐츠 개발에 총력을 기울이고 있다. 이와 같은 사이버 교육 콘텐츠는 최근

* 한양사이버대학교 컴퓨터공학과
** 국립순천대학교 정보통신공학부(교신저자)

에 주목받고 있는 e-learning이 가장 현실적으로 적용된 예라고 할 수 있다. e-learning은 ‘전자적 수단, 정보통신 및 전파방송기술을 활용해 이루어지는 학습’으로 정의 [1]된다. 최근에는 인터넷을 활용한 방법이 주목받고 있으며 콘텐츠, 서비스기술 측면에서 다양한 표준화가 진행되고 있다[2].

IT분야에서 기본적인 지식중 하나인 디지털 회로분야에서도 다양한 콘텐츠가 개발되고 있다 [3-5]. 본 논문에서는 비 전공자와 초보자를 대상으로 디지털 논리회로와 전자의 기초를 효과적으로 교육할 수 있는 콘텐츠를 개발하였다. 기존의 디지털 논리 콘텐츠[4, 5]와는 달리 개발된 콘텐츠의 주 교육 대상은 특별한 배경지식이 없는 일반인 또는 대학 저학년으로 설정하고, 학습의 편의성, 주제 구성의 적절성, 난이도의 적절성, 상호 작용의 적절성 등을 기획하였다.

특히, 본 논문에서 개발한 콘텐츠가 가장 초점을 맞춘 부분은 디지털 회로에 경험이 없는 학습자가 실무에 최대한 빨리 적응할 수 있도록 강의의 구성하는 것이다. 기존의 가상강의 교재는 초보자를 위한 것이 드물고, 이론 중심이거나 실험을 하더라도 단편적인 IC 자체의 특성을 다루기 때문에 학습자가 이론적으로 배운 내용을 실제 설계에 어떻게 응용하는지 이해하기 어려운 실정이었다. 이러한 점을 극복하기 위해서 본 논문에서 고려한 사항은 다음과 같다. 첫째, 전기와 전자부품과 원리에 대한 기초적인 지식이 없는 학습자를 위하여 기초전자 원리를 학습할 수 있도록 내용을 편성하였다. 둘째는 이론적인 내용을 공부한 후 실제 회로설계 과정에 대한 절차를 알 수 있도록 하기 위해서 가상실험을 할 수 있도록 내용을 편성하였다. 셋째는 이러한 가상실험을 매우 현실감 있게 할 수 있도록 만들었다. 회로를 실제 PCB기판위에 구현된 것처럼 그래픽으로 구현하고 각종 스위치와 전원, 그리고 오실로스코프의 프로브등을 마우스로 조작할 수 있도록 제작하였다.

이상에서와 같이 본 논문에서 제안한 디지털 회로 콘텐츠는 “쉽고 재미있는 학습”, “현장감을 느낄 수 있는 학습”에 초점을 맞추어 개발하였다. 따라서 디지털 회로를 처음 접하는 초보 학습자에게 좋은 콘텐츠가 될 것으로 생각된다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 개발한 콘텐츠의 전체구성 및 특징에 대해서 기술하였고 3장에서는 개발된 내용 중 몇 개를 예로 들어 본 콘텐츠의 효율성을

보인 후 4장에서 결론을 기술하였다.

II. 디지털 논리회로 콘텐츠

2.1 전체 구성 및 기획

본 콘텐츠는 디지털 회로에 관심이 있는 비전공 초보자가 디지털 하드웨어의 실무에 빨리 적응할 수 있도록 하는 것을 목표로 제작하였다. 따라서 최대한 쉬운 내용과 사용자에게 친숙한 화면을 이용하여 구성하였으며, 이에 따른 전체 강의의 구성과 내용을 표 1에 보았다.

표 1. 디지털 논리회로 콘텐츠 구성
Table 1. Contents of Digital Logic

구분	기획목표	주요내용
디지털 논리회로	초보자를 위한 디지털 논리회로강의. 교실에서 선생님과 함께 공부하는 듯한 느낌을 받도록 제작	디지털 논리회로에 대한 학습을 하는 부분이며, 디지털의 기본개념, 부울대수, 논리소자, 조합회로 설계등의 내용으로 구성
기초 전자원리	전기기초에 대한 내용을 학습자가 지루해 하지 않고 애니메이션을 감상하듯이 제작	전기와 회로의 기초와 기본 소자에 대한 학습. 스위치, 모터, 자석, 직/병렬 연결등 23가지 전기 기초 상식에 대한 설명등으로 구성
가상실험	실제 기판과 부품을 보는 듯한 실사에 가까운 그래픽을 이용하여 가상의 회로 경험을 제공	그래픽으로 구현된 가상 회로 실험. 555타이머와 7세그먼트, 톱니파와 구형파 발생회로등으로 구성

콘텐츠의 내용은 디지털 논리회로, 기초전자원리, 그리고 가상실습의 3부분으로 구성되어 있다. “디지털 논리회로” 부분은 일반적인 디지털 논리회로에 대한 내용으로 디지털회로의 기초, 논리소자, 부울대수, 논리소자, 조합회로등의 내용으로 구성하였다. “기초전자원리” 부분은 전기에 대한 기본상식이 부족한 초보자나 일반인에 이에 대한 지식을 쉽고 재미있게 학습하도록 한 것이며, 내용은 부품, 센서, 전기와 자기등에 대한 기초 상식을 애니메이션으로 구현하였다. “가상실험” 부분은 실제 회로의 동작원리와 구조를 학습하는 부분으로써 가상의 PCB 기판위에서 실제와 동일하게 구현된 회

로를 마우스로 조작하면서 학습할 수 있도록 제작하였다.

2.2 디지털 논리회로

콘텐츠의 첫 번째 부분은 디지털 논리회로에 대한 기본적인 학습을 위한 것이며, 그 목차와 내용을 표 2에 나타내었다. 주요내용은 디지털 시스템과 수의 진법, 부울 대수, 논리소자, 논리식의 간소화, 조합논리회로의 설계 [6, 7]등이며 초보자에 대한 강의를 목표로 최대한 쉽게 내용을 구성하였다.

표 2. 디지털 논리회로 강의 목차
Table 2. Digital Logic Circuits Lecture

목차	내용
수의 진법	디지털 시스템의 특징과 진법
부울 대수	부울 대수의 기본 연산과 법칙
기본 논리소자	AND, OR, NOT 등의 기본 논리 게이트
조합 논리소자	NAND, NOR, XOR 등의 논리 게이트
논리식의 간소화	카르노 맵을 이용한 논리식과 회로의 간소화
조합 논리회로	조합 회로의 설계 과정

이 부분의 학습 화면 구성은 칠판에 백묵으로 필기한 형태를 사용하였다. 그 이유는 학습자들이 가장 시각적으로 친숙한 강의 형태를 사용함으로써 온라인 강의라는 이질감을 줄이고, 강의에 좀 더 몰입할 수 있도록 하기 위한 것이다.

2.3 기초전자원리 강의

전기회로와 부품에 대한 기초지식을 학습하는 부분이다. 본 콘텐츠가 목표로하는 학습 대상자는 디지털 회로 뿐만 아니라 전기와 회로에 대한 지식이 부족한 경우가 많기 때문에, 디지털 논리회로의 실제 구성에 필요한 관련 회로 지식을 선정하여 학습하도록 하였다. 학습 내용은 표 3과 같다.

표 3. 기초전자원리 목차
Table 3. Basic Electronics Lecture

구분	강의목차
부품	<ul style="list-style-type: none"> 슬라이드 스위치 리드 스위치 모터 LED LED는 한 방향으로만 전기를 흘려요. 스피커의 동작원리 빛 센서 접촉판 마이크로폰/발전기
전기와 회로의 기초	<ul style="list-style-type: none"> 직렬연결 병렬연결 자석 도체와 절연체 아날로그/디지털 전류와 자계와의 관계
회로 응용	<ul style="list-style-type: none"> 램프와 LED를 교대로 작동 해 보세요 모터와 LED를 교대로 작동 해 보세요 램프의 밝기를 조절 해 보세요 모터의 회전 속도를 조절 해 보세요 원반이 날아 올라가요 모터를 거꾸로 돌려 보세요 배터리를 직렬로 연결 하세요 배터리를 병렬로 연결 하세요

학습 화면의 구성은 그래픽과 애니메이션을 이용하여 학습자들이 지루함이나 어렵다는 느낌을 받지 않도록 쉽고 재미있게 구성하는데 목표를 두었다. 이를 위하여 설명을 담당하는 캐릭터를 디자인하여 이 캐릭터가 설명을 해 나가는 방식으로 구성하였으며, 학습하는 회로나 전기의 흐름등은 모두 애니메이션으로 구현하여 실제로 눈으로 볼 수 없는 회로의 동작을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 그림 1에 회로의 애니메이션과 캐릭터의 예를 보였다.

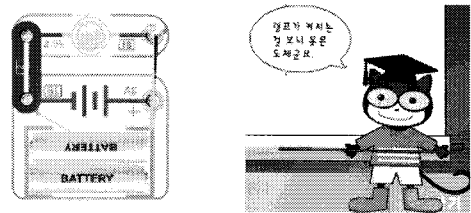


그림 1. 회로 애니메이션과 선생님 캐릭터
Fig. 1 Circuit Animation and the Teacher Character

2.4 가상 실험

이론적인 내용을 학습한 후에는 디지털 응용회로를 학습하도록 하였다. 이를 위해서 실제 응용에서 자주 사용되는 회로를 선정하고 이의 동작을 애니메이션으로 구현하여 가상의 실험을 수행할 수 있도록 하였다. 학습할 회로는 555타이머와 7세그먼트, 디코더를 이용한 숫자 디스플레이와 톱니파, 구형파 발생회로이다. 이 두 회로는 본 콘텐츠에서는 실제 PCB기판에 구현된 것과 동일하게 그래픽으로 구성되었으며, 스위치등을 마우스로 조작하여 상호작용이 가능하도록 구현하였다. 또한 회로의 특정 부분의 파형을 볼 수 있도록 구현하여 실제 회로에서 흘러가는 신호를 용이하게 확인할 수 있도록 하였다.

그림 2는 가상실험에서 사용하는 소자들의 예를 보인 것이다. 스위치, TTL, 저항, 7-세그먼트, LED 등의 소자를 실사에 가까운 그래픽으로 구현하였으며, 실제 부품과 같이 동작하도록 만들어졌다. 그림 3은 가상실험의 화면이며, 실제 PCB상에 구현된 것과 동일한 배치와 결선으로 회로가 구성되어 있어 실제와 거의 동일한 느낌으로 가상 실험을 수행할 수 있도록 하였다.

기존의 유사한 디지털 논리회로의 가상 실험에서는 일반적으로 회로도에서 사용되는 기호를 이용해서 회로를 구성했기 때문에 학습자의 흥미가 떨어지고 현장

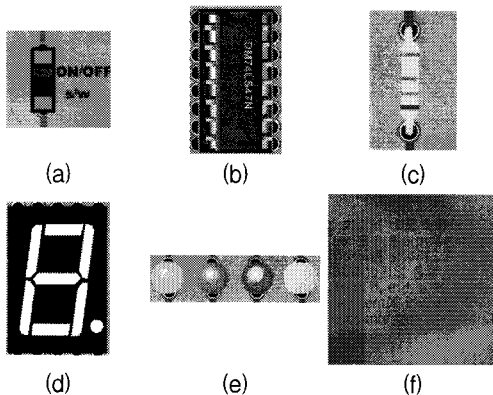


그림 2 가상실험에서 사용되는 가상 소자들 (a)스위치 (b)TTL (c)저항 (d)7-세그먼트 (e)LED (f)파형화면

Fig. 2 Virtual Devices used in virtual lab (a)switch (b)TTL IC (c)resistor (d)7-segment (e)LEDs (f)signal waveform

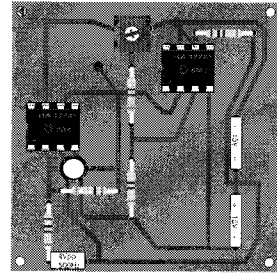


그림 3. 가상실험의 회로 예제
Fig. 3 Circuit example used in Virtual Lab

감이 부족하다는 단점이 있었으나, 본 논문에서와 같이 실제 하드웨어를 실사에 가까운 그래픽으로 작성하여 가상 실험을 수행하는 방법은 전문성 및 현장감의 측면에서 보다 우수한 효과를 얻을 수 있을 것이며, 실제로 하드웨어를 이용한 실습을 하는 경우에도 거부감 없이 적용할 수 있도록 의도한 것이다.

III. 콘텐츠 구현 예

본 장에서는 구현된 콘텐츠 중에서 몇 개를 예시함으로써 개발된 콘텐츠의 효율성을 보이고자 한다.

3.1 디지털 논리회로

그림 4는 디지털 논리회로중 기본 논리소자 학습 화면이다. 사용자에게 친숙한 칠판모양의 바탕을 사용하여 마치 교실에서 수업하는 것과 같은 느낌을 최대한 살리려 노력하였다. 또한 한 절이 끝난 후에는 좌측하단의 칠판지우개가 움직이면서 칠판을 지우도록 애니메이션

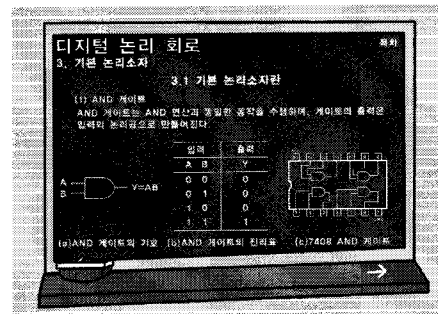


그림 4. 기본 논리소자 학습화면
Fig. 4 Basic Logic Gates Lecture Example

을 사용하여 마치 교실에 있는 것과 같은 현장감을 높이고
도록 기획하였다.

3.2 기초전자원리

기초전자원리 부분에는 총 23개의 전기와 회로에 대한
기본 지식을 학습할 수 있도록 내용이 구성되어 있다.
설명은 친숙한 모양의 캐릭터가 진행해 나가는 것으로
구성하여 초보자가 흥미를 잃지 않고 학습할 수 있도록
하였다. 그림 5는 LED에 대한 학습화면의 일부를 순서대로
나타낸 것이다. LED에 대한 기본 개념과 종류, 사용방법,
회로에서의 구성등을 일목요연하게 설명하고 있다.

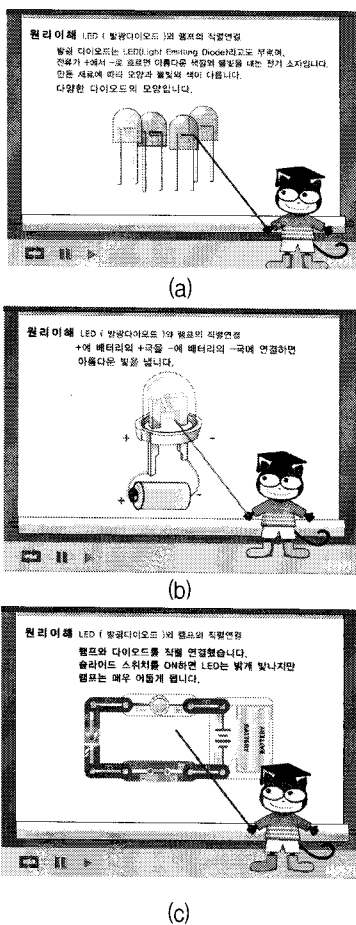


그림 5. LED 학습화면 (a)LED기초 (b)LED사용법
(c)LED회로구성
Fig. 5 LED Lecture (a)LED Basics (b)Using LED
(c)LED Circuits

3.3 가상회로실험

디지털 논리회로와 전기기초에 대한 학습을 마친 후
실제 회로를 대상으로 원리와 구성을 공부할 수 있도록
가상회로 실험실을 제작하였다. 그림 6은 555타이머와
7490, 7447을 이용하여 7-세그먼트에 숫자를 디스플레이
이하는 회로이다. 실제 회로와 최대한 동일하게 그래픽

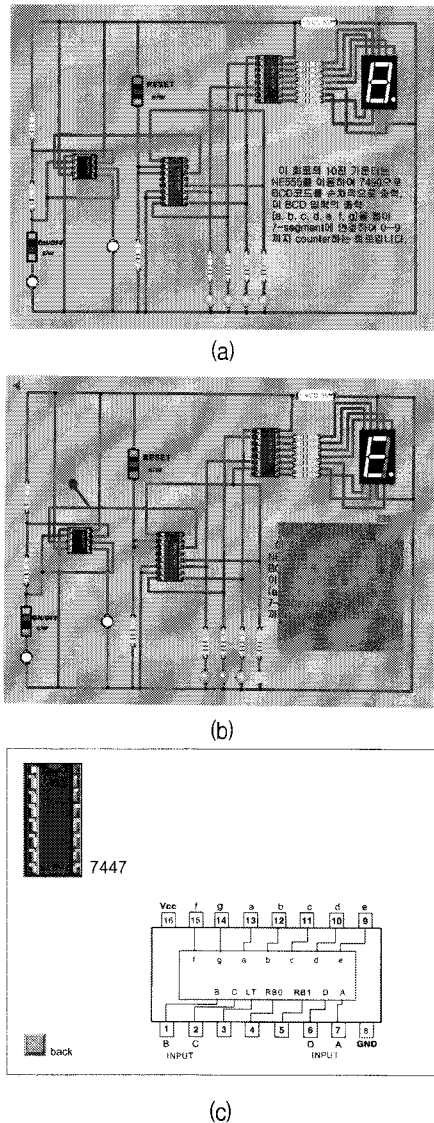


그림 6. 7-세그먼트 실험 (a)회로의
파형관찰 화면 (b)TTL 설명화면
Fig. 6 7-segment virtual experiment
(a)waveform (b)TTL IC intormation

을 제작하였으나, 실제 회로에서는 뒷면에 있어서 잘 볼 수 없는 회로선을 볼 수 있도록 하였다. 또한 다음과 같이 학습자의 이해를 돕고 학습자와의 상호작용을 위한 기능을 첨가하였다.

- 스위치는 사용자가 마우스를 이용하여 ON/OFF를 조작할 수 있도록 하였다. 그림 6의 (a)는 스위치를 켜기 전의 초기화면이며, (b)는 사용자가 마우스로 스위치를 켜 후에 회로가 동작하는 화면이다.
- 회로의 특정 지점을 클릭하면 해당 선에 흐르는 신호의 파형을 볼 수 있도록 하였다. 그림 6의 (b)는 지시봉으로 표시된 부분의 555의 출력파형이 디스플레이되는 것을 보인것이다.
- TTL을 클릭하면 해당 TTL에 대한 설명과 기본 회로를 볼 수 있도록 하였다. 그림 6의 (c)는 7447 TTL을 클릭했을 때 나오는 화면을 예시한 것이다.

IV. 결론

본 논문에서는 디지털 논리 회로를 효과적으로 학습하기 위한 콘텐츠를 개발하였다. 학습 대상자는 전기전자에 기초지식이 없는 일반인과 대학 저학년을 대상으로 하였으며, 쉬운 난이도와 그래픽과 애니메이션을 사용하여 흥미를 잃지 않고 학습할 수 있도록 하는데 초점을 맞추었다. 내용면에서는 디지털 논리뿐만 아니라 실제 회로에서 필수적으로 필요한 지식인 전기와 회로에 대한 기초도 학습할 수 있도록 하였으며, 전 과정의 학습이 끝난 후에는 가상의 실험 회로를 이용하여 실제 회로의 구조와 동작을 실험 할 수 있도록 하였다. 향후 과제로는 회로상의 각 부분의 파형을 관찰 할 수 있도록 가상의 오실로스코프 기능을 늘리는 것과 더 많은 가상 실험 회로를 구현하는 것등을 들 수 있다.

참고문헌

- [1] 산업자원부, 한국사이버교육학회, e-learning 백서, 2003
- [2] 장병철, 나고은, 차재혁, "e-learning 콘텐츠 표준화 동향과 로드맵," 정보과학회지, 제22권, 제8호, pp.29-40, 2004
- [3] 임동균, 윤은영, 오원근, "멀티미디어를 이용한 교육용 로봇 제작 원격 교육 콘텐츠," 한국해양정보통신학회논문지, 제11권, 제1호, pp.20-27, 2000
- [4] 이진아, 박연식, 성길영, "‘디지털 회로’ 학습을 위한 웹 코스웨어의 설계와 구현," 한국해양정보통신학회 논문지, 제7권, 제6호, pp. 1236-1243, 2002
- [5] 김동식, 최관순, 이순홍, "멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현," 공학교육연구, 5권 1호, pp.27-33, 2002
- [6] 박송배, 디지털회로 및 시스템, 문운당, 2002
- [7] C.H.Roth, Jr., Fundamentals of Logic Design, 5th Edition, Thomson 2004

저자소개

임 동 균(DongKyun Lim)



1985년 2월 한양대학교 전자통신공학과 학사
2001년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사

2003년 3월 ~ 현재 한양사이버대학교 컴퓨터학과 부교수

※ 관심분야: e-learning, 멀티미디어 콘텐츠, 디지털회로, 자동제어

오 원 근(Won-Geun Oh)



1989년 2월 한양대학교 전자통신공학과 학사
1991년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 석사

1997년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 박사
1997년 3월 ~ 현재 순천대학교 정보통신공학부 부교수

※ 관심분야: 음향신호처리, e-learning, 지능시스템