

플래시를 이용한 디지털 논리회로 교육 콘텐츠

Virtual Lecture for Digital Logic Circuit Using Flash

임동균*, 오원근**, 조태경***,
한양사이버대학교 컴퓨터학과*, 순천대학교 정보통신공학부**,
상명대학교 컴퓨터시스템공학과***

Dong-kyun Lim(eiger07@hycu.ac.kr)*, Won-Geun Oh(owg@sunchon.ac.kr)**,
Tae-Kyung Cho(tkcho@smu.ac.kr)***

요약

본 논문에서는 IT분야에서 가장 기본적인 교과목중의 하나인 “디지털 논리회로”를 온라인상에서 효과적으로 교육할 수 있는 콘텐츠를 개발하였다. 교과목의 특성상 ‘디지털 논리회로’에서 다루는 학습 내용은 실험적 성격이 강하기 때문에 각 단원에 대한 가장 효과적인 실습을 선정하고 이를 바탕으로 콘텐츠를 개발하였다. 또한 강의 내용에는 산업현장의 요구를 반영하여 ORCAD의 사용법과 디지털 시계를 제작과정을 넣어 종합적인 응용능력을 배양하도록 하였으며, Flash를 이용하여 가상 실험실을 제작하여 가상의 회로를 설계하고 동작시켜볼 수 있도록 하였다. 제작된 가상실험실은 사실적인 그래픽을 사용하여 현장감을 높였을뿐만 아니라 회로도도 동일한 핀 배치를 가지면서도 가상의 브레드 보드에 삽입할 수 있는 새로운 소자의 모델을 개발하여 학습효과를 높였다.

■ 중심어 : | 사이버강의 | 디지털논리회로 | 멀티미디어 | 플래시 |

Abstract

In this paper, we developed an online lecture for digital logic circuit which is a basic course in electric/electronic education. Because of importance of the laboratory experiences in this course and to reflect industrial requests, we have selected most effective experimental examples in each chapter and inserted instructions for basic usags of ORCAD and digial clock design. Moreover, we developed cyber lab to design students' own circuit using Flash animation. Two features of this cyber lab are real-like graphics for devices and breadboards to improve reality and patented new IC chip objects for easy experiments, which help the students understand digital logic easily.

■ Keyword : | Cyber Lecture | Digital Logic | Multimedia | Flash |

1. 서론

사이버 교육의 효율성은 학생들에게 제공되는 콘텐츠

의 질과 밀접한 관계가 있다. 즉, 학습자가 주도적이
고 발견적으로 학습할 수 있는 양질의 콘텐츠를 확보하
는 것이 사이버 교육의 성패를 좌우한다고 할 수 있으

* 본 연구는 2003년도 교육인적자원부 한국교육학술정보원의 지원에 의하여 수행되었습니다.

접수번호 : #050425-001

접수일자 : 2005년 04월 25일

심사완료일 : 2005년 05월 12일

교신저자 : 오원근, e-mail : owg@sunchon.ac.kr

며, 그렇기 때문에 여러 사이버 교육기관에서는 다양한 교육공학적인 이론을 적용함과 동시에 수요자(학생 및 산업체)의 요구를 수용한 양질의 콘텐츠 개발에 총력을 기울이고 있다. 이와 같은 사이버 교육 콘텐츠는 최근에 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][3].

본 논문에서는 IT분야에서 가장 기본적인 교과목중의 하나인 “디지털 논리회로”를 온라인상에서 효과적으로 교육할 수 있는 콘텐츠를 개발하였다. 주 교육 대상을 디지털 논리회로에 아무런 사전 지식을 가지고 있지 않은 대학 저학년으로 설정하고, 여기에 초점을 맞추어 학습의 편의성, 주제 구성의 적절성, 난이도의 적절성, 상호 작용의 적절성 등의 여러 측면을 고려하였다. 특히 디지털 논리회로에서 다루는 학습 내용은 실험적 성격이 강하기 때문에 각 단원에 대한 실험을 통해 적절한 데이터를 수집하여 이를 바탕으로 콘텐츠를 개발하였다.

기존에 제작되었던 ‘디지털 논리회로’ 사이버 교재로는 [4][5][6]등이 있다. 본 논문에서 개발한 콘텐츠가 가장 초점을 맞춘 부분은 디지털 회로에 경험이 없는 학습자가 실무에 최대한 빨리 적용할 수 있도록 강의를 구성하는 것이었다. 기존의 가상강의 교재가 이론 중심이거나 실험을 하더라도 단편적인 IC 자체의 특성을 다루기 때문에 학습자가 이론적으로 배운 내용을 실제 설계에 어떻게 응용하는지 이해하기 어려운 실정이다. 이러한 점을 극복하기 위해서 본 논문에서 고려한 사항은 다음과 같다. 첫째, 기초과정을 마친 후 본격적인 회로 설계에 들어가기 이전에 ORCAD 사용법을 강의함으로써 이론적으로 설계한 회로를 손으로 그리는 것이 아니라 CAD를 사용해서 그리도록 하였다. 둘째는 이론적인 내용을 공부한 후 실제 회로설계 과정에 대한 절차를 알 수 있도록 하기 위해서 기본 IC 만을 사용하여 디지털시계를 설계 제작하기로 하고 마지막 2차시를 디지털시계 설계와 디지털시계 제작으로 선정하였다. 이러한 과제 선정은 학습자들이 일상적으로 쉽게 접하는 디지

털시계를 설계하고 제작하는 과정을 통해 최대의 교육적 효과를 얻을 수 있을 것으로 생각된다. 셋째는 가상 실험을 기존의 사이버 강의와는 달리 매우 현실감 있게 할 수 있도록 만들었다. 이를 위해서 브레드 보드와 사용되는 소자의 객체를 플래시 애니메이션을 사용하여 매우 사실적으로 묘사하였으며, 학습자가 직접 부품을 배치하고 결선한 후 스위치를 동작시키는 과정을 마우스를 이용해서 실습할 수 있도록 제작하였다. 특히 기존의 가상강의에서는 소홀하게 다루었던 저항기와 전원선을 필수적으로 연결하도록 함으로써 현장 적용력을 높였다. 네 번째 특징은 회로도도 동일한 핀 배치를 가지면서도 실제 IC처럼 가상의 브레드 보드위에 삽입할 수 있는 새로운 객체를 사용한 것이다. 이렇게 함으로써 회로도상의 부품의 핀 배치와 실제 IC 패키지의 핀 배치가 다른데서 생기는 혼란을 없애고 초보자가 회로도만을 보고도 용이하게 실습을 할 수 있도록 하였다.

이상에서와 같이 본 논문에서 제안한 디지털 회로 콘텐츠는 실무적인 부분에 초점을 맞추어 개발하였으며, 이론적인 내용뿐 아니라 멀티미디어를 이용한 가상의 실험을 통해서 현실감 있는 실습이 가능하기 때문에 디지털 회로를 처음 접하는 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 교육 콘텐츠

1. 전체 구성 및 기획

본 콘텐츠는 초보자가 디지털 하드웨어의 실무에 빨리 적용할 수 있도록 하는 것을 목표로 각 내용별 이론적인 내용과 그에 따른 가상 실험을 제작하였으며, 전체 강의 내용과 그에 따른 기획 설계의도를 표 1에 보였다. 내용은 크게 3단계로 구성되어 있다. 기초편에서는 기본적인 디지털 회로에 대한 기본 개념을 학습하는 부분으로 모든 내용을 학습자가 마우스를 이용해서 동작시키면서 논리회로와 논리소자에 대한 기본 개념을 익히

도록 하였다. 응용편에서는 논리 회로의 설계 및 ORCAD의 사용법에 대한 강의이며 학습자가 가상실험실을 통해서 설계한 내용을 실험해 볼 수 있도록 하였다. 고급단계인 가상실험에서는 지금까지 배운 내용을 flash로 작성된 가상 실험실에서 회로를 구성하고 마지막으로 디지털 시계를 설계해 보는 과정으로 구성되어 있다.

표 1. 각 주차별 강의주제 및 기획 설계 방향

주차	단계	강 의 내 용	기획 설계 제작
1	기초	디지털 시스템의개요	코드 변환 과정에 학습자 주도로 학습 내용이 전개 되도록 제작
2		기본 논리소자	기본 전기 회로와 연동하여 AND, OR, NOT의 논리 연산의 개념 정립
3		조합 논리회로	마우스로 입력 파형과 출력 파형의 변화를 실험
4		부울 대수	집합을 이용하여 부울 대수의 법칙과 규칙을 설명
5		카르노 도표	간략화 과정을 액션 처리하여 마우스로 포인팅하면 결과 값이 산출되도록 제작
6	응용	Or CAD	GUI 프로그램을 개발하여 학습자가 쉽게 습득할 수 있도록 제작
7		조합 논리회로의 설계	설계 절차를 단계별로 변화하도록 제작
8		중간고사	
9		연산회로와 논리장치 1	설명 과정을 GUI 처리하여 흥미 유발, 마우스로 포인팅하면 결과 값이 산출되도록 제작
10		연산회로와 논리장치 2	
11	가상 실험	기본 논리게이트 실험	
12		응용 논리게이트 실험	멀티미디어기법을 이용하여 사이버 실험실 구축
13		디지털 시계 설계 1	
14		디지털 시계 제작 2	
15		기말고사	

“디지털 논리설계”는 과목의 특성상 실험 실습이 중요한 과목이므로 대부분의 대학에서는 이를 내용 강의와 병행해서 실시하고 있다. 하지만 온라인상에서 이루어지는 사이버강의에서는 이와 같은 실습을 직접 할 수 없기 때문에, 본 논문에서는 가상의 실험실을 구성하여 실제와 최대한 유사한 경험을 할 수 있도록 콘텐츠를 제작하였다. 즉, Flash Animation을 이용하여 디지털

회로 실험에 사용되는 소자와 기판 등을 실제와 매우 비슷하게 작성하고, 마우스를 이용하여 배치 및 동작을 시킬 수 있도록 함으로써 학습자가 실제로 실험하는 것과 최대한 유사한 경험을 얻을 수 있도록 하였다. 본 논문에서 제작한 콘텐츠의 특징을 요약하면 다음과 같다.

- 6주차 강의에서 ORCAD의 사용법을 넣었다. 이것은 기초 과정에서 논리회로에 대한 기초지식을 쌓은 후 본격적인 회로 설계법을 배우기 이전에 CAD의 사용법을 익힘으로써 이후에 설계하는 회로를 CAD를 이용해서 직접 그려 볼 수 있도록 하기 위한 것이다.
- 강의의 후반부에 프로젝트 형식으로 디지털 시계를 제작하는 실험을 할 수 있도록 하였다. 제작 과정을 기초부터 설명함으로써 학습자는 조합논리회로, 순차논리회로, 타이머, 카운터, 그리고 응용회로의 설계법에 이르기까지 종합적으로 기본 지식을 정리해가면서 완성품을 제작했다는 만족감을 얻을 수 있도록 하였다.
- 가상실험실은 일반적인 실험실에서와 같이 브레드보드에 부품을 삽입해서 회로를 구성하는 과정을 최대한 유사하게 구현하였다. 이를 위해서 실제 소자와 유사한 객체를 플래시로 제작하여 현실감을 높였으며, 기존의 다른 가상강의에서 소홀히 하였던 저항기 및 전원의 결선을 필수적으로 하도록 하였다.
- 회로도상의 기호와 실제 부품의 핀 배치를 동일하게 만든 새로운 객체를 제작하였다. 이렇게 함으로써 초보자가 설계도와 실제 부품간의 핀 배치에 혼란을 겪지 않으면서도 브레드보드를 이용한 실험을 할 수 있도록 하였다.

2. 가상실험실

본 콘텐츠의 기초 및 응용과정에서는 학습자의 빠른 이해를 돕고 효과적인 학습이 가능하도록 플래시를 이용한 다양한 애니메이션을 사용하고 마우스를 이용한 액션을 통해서 동작을 확인할 수 있도록 제작하였다. 이러한 과정이 끝난 후에 학습자가 자신만의 회로를 설계

하고 스위치 조작을 통해서 그 동작을 확인해 볼 수 있도록 가상실험실을 제작하였다.

2.1 가상실험환경

강의의 모든 내용은 가상 실험실을 통해서 회로를 구성하고 실험할 수 있도록 하였다. 가상 실험실은 실제 실험실 환경과 가장 유사한 경험을 하는 것을 목표로 하였으며, 플래시 애니메이션을 이용하여 브레드 보드에 각 부품을 삽입하고 전선으로 연결하는 과정을 실습할 수 있도록 제작하였다.

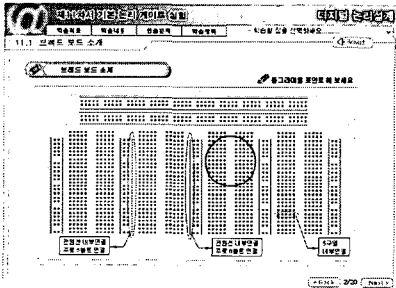


그림 1. 브레드보드의 구조와 사용법

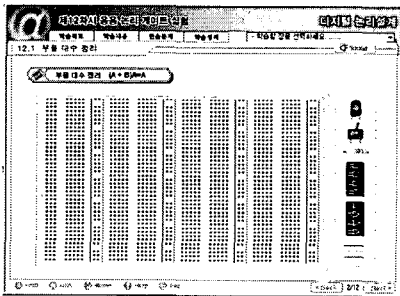


그림 2. 가상실험초기화면



그림 3. 가상실험에 사용된 소자들의 모양

[그림 1]은 브레드 보드의 구조와 사용방법에 대한 강의 화면이며, [그림 2]는 가상실험실의 초기화면을 보인 것으로 브레드보드의 우측에 해당 강의에서 필요한 소

자들이 배치된다. 학습자는 마우스의 끌어놓기동작 (drag and drop)을 이용해서 브레드보드상에 각 부품을 배치하고 전선으로 연결하여 회로의 동작을 실험할 수 있도록 하였다. [그림 3]은 가상실험에서 사용하는 소자를 보인 것이며 실제 부품의 모습과 최대한 유사하게 제작하여 현실감을 높이도록 하였다. 기존의 유사한 디지털 논리회로의 가상 실험에서는 일반적으로 회로도에서 사용되는 기호를 이용해서 회로를 구성했기 때문에 학습자의 흥미가 떨어지고 현장감이 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 빨리 적응할 수 있다는 장점이 있다.

2.2 가상실험에 사용되는 새로운 gate IC 객체

디지털 회로에 사용되는 각종 소자들은 여러 개의 논리 게이트(gate)를 하나의 패키지에 넣은 집적회로로 만들어진다. 이러한 디지털 집적회로를 직접 이용해서 실험 실습을 하는 경우, 책에서 본 회로도나 실제 부품의 형태와 핀 배치가 다르기 때문에 처음에 당황하는 경우가 많다. 예를 들어 자주 사용되는 소자중의 하나인 7400의 경우에 실제 패키지의 모양은 [그림 4] (a)에 나타난 바와 같이 DIP (Dual In-Line Package) 타입의 형태로 4개의 NAND 게이트가 내장되어 있다. 하지만 회로도에서는 각 게이트를 분리하여 1개씩 따로 그려지고 있기 때문에 처음 브레드보드와 실제 소자를 사용하여 실험하는 초보자의 경우 혼란스럽게 한다.

또 다른 예로 [그림 5]의 74138을 살펴보자. (a)는 회로도상의 기호이며 (b)는 실제 부품의 핀 배치이다. 회로도에서는 이해를 쉽게 하기 위해 일반적으로 소자의 좌측에 입력핀, 우측에 출력핀을 배치하는 것이 관례이다. 하지만 실제 부품은 입출력 핀이 혼재되어 있기 때문에 초보자의 경우 회로도나 대응시켜서 생각하는 것이 쉽지 않을 뿐만 아니라 실제 부품의 핀 배치대로 결선하려면 브레드 보드상에서 배선이 복잡해지는 단점이 있다.

그뿐만 아니라 대부분의 집적회로에는 우측 상단 및 좌측 하단에 배치된 전원핀에 직류 5V(Vcc)와 0V(GND)를 각각 인가하게 되어 있는데, 통상적으로 전원은 회로도 상에서 표시하지 않기 때문에 이 역시 회로도만 보고 공부한 학습자에게 혼란을 초래하게 되는 문제점이 있다. 본 논문에서는 상기와 같이 제안된 문제점을 해결하기 위하여 [그림 4] (b), [그림 5] (c)와 같이 회로도상과 동일한 핀배치를 가지는 가상의 객체를 만들어서 가상 실험을 수행하도록 하였다. 이렇게 회로도상과 동일한 입출력이 되도록 집적회로의 핀 배치를 변경 구성한 새로운 객체를 사용함으로써, 사용자가 이해하기 쉬울 뿐만 아니라 가상의 브레드 보드상에서 배선이 간단하게 되어 용이하게 실험을 수행할 수 있도록 하였다. 또한 전원 핀을 집적회로의 하단에 배치하여 소켓 보드에 구성할 때 집적회로에 자동적으로 해당 전원이 인가될 수 있도록 함으로써 전원 배선의 중요성을 인지할 수 있도록 하였다.

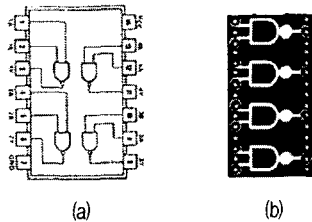


그림 4. 7400 (a) 실제 패키지의 모양 (b) 가상실험에서 사용되는 객체

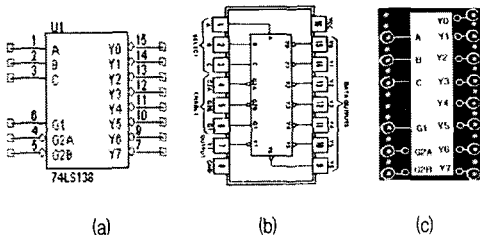


그림 5. 74138 (a) 회로도 상의 기호 (b) 실제 패키지의 모양 (c) 가상실험에서 사용되는 객체

III. 콘텐츠 구현 예제

본 장에서는 구현된 콘텐츠 중에서 몇 개를 예시함

으로써 개발된 콘텐츠의 효율성을 보이고자 한다. 제시된 내용은 기본 논리게이트의 동작, ORCAD 사용법, 논리 회로, 그리고 디지털 시계의 설계과정이다.

1. 기본 논리게이트의 실험

[그림 6]은 OR 게이트의 동작을 실습하는 것을 보인 것으로서 필요한 각 소자들을 브레드보드의 적절한 위치에 삽입한 후 선을 연결한 직후의 상태를 보인 것이다. (a)에서 보듯이 연결 직후 스위치의 상태는 모두 OFF로 되어 있으며, LED가 켜지지 않은 것을 확인할 수 있다. 학습자는 스위치 위에서 마우스를 클릭함으로써 스위치를 ON상태로 만들 수 있고 스위치의 상태에 따라서 LED에 불이 켜지도록 제작되어 있다. 그림(b)는 스위치 1개를 ON함으로써 LED에 불이 들어오는 것을 보인 것이다. 이와 같은 스위치 조작을 반복함으로써 학습자는 각 게이트에 대한 동작원리를 이해할 수 있게 된다.

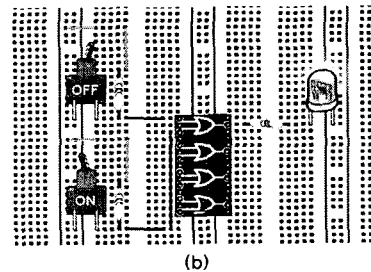
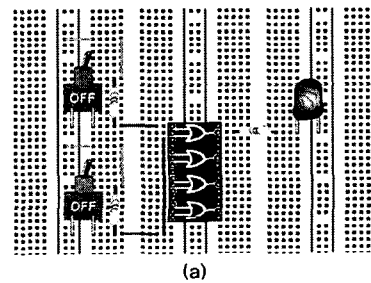


그림 6. OR 게이트 동작 실험 (a)LED off 상태 (b) LED on 상태

[그림 6]에서 주목할 점은 스위치와 LED에 연결된 저항의 존재이다. 기존의 많은 디지털논리의 가상 실험에서는 이와 같은 저항을 제외하고 논리게이트 자체의

동작에만 중점을 두어 구성된 예가 많았다. 하지만 실제 회로를 구성하는 경우 LED나 스위치에는 저항이 필요한 경우가 대부분이기 때문에 본 논문과 같이 저항을 삽입해야 동작하도록 강제하여 실제 실험실과 동일한 경험을 할 수 있도록 배려하였다.

2. ORCAD 강의

기초과정을 마친 후 논리회로 설계에 대한 강의를 하기 이전에 ORCAD에 대한 내용을 삽입하였다. 이와 같은 내용은 일반적인 디지털 회로 강의에서는 없거나 실제적인 회로도 이해 및 회로도 작성에 필요한 가장 기초적인 지식을 알려주기 위해서 넣은 것이다. 학습자는 논리회로를 설계하여 CAD를 이용하여 그려봄으로써 회로도 작성법 및 타 회로도를 보는 방법을 습득할 수 있을 것이다.

[그림 7]에 단계별로 도면을 작성하는 과정을 학습하는 화면을 보였다 ORCAD의 콘텐츠는 메뉴의 구성 및 회로 그리는 방법에 대해 필수적으로 알아야 할 내용 위주로 구성되어 있다. 간단한 전가산기 회로를 그리는 과정을 순서대로 한 단계씩 따라서 하도록 구성되어 있으며, 강의에서 지시하는 대로 따라하다 보면 CAD를 처음 접해본 학습자라도 쉽게 ORCAD의 기본적인 기능을 습득할 수 있도록 하였다.

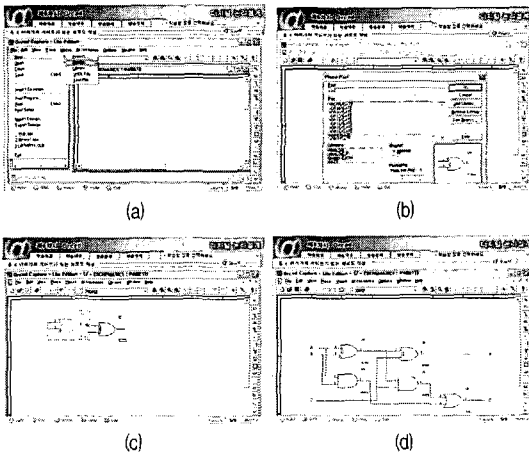


그림7. ORCAD 사용법 실습 화면

(a)메뉴선택 (b) 소자선택 (c)도면작성 (d)완성된 전가산기

3. 부울대수식의 실험

학습자가 부울 대수식을 실험하는 과정을 순서대로 보였다. 실험할 식은 $(A+B)A = A$ 이다.

- 1 단계 : 처음 화면에는 [그림 2]와 같이 빈 브레드 보드와 사용할 부품이 나타난다.
- 2 단계 : 마우스를 이용해서 부품을 배치하고 선을 연결한다.[그림 8]

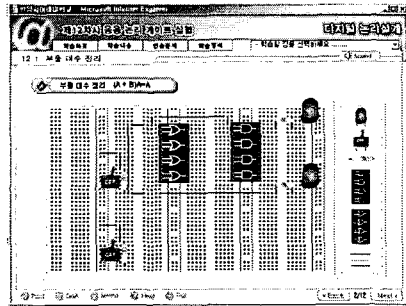
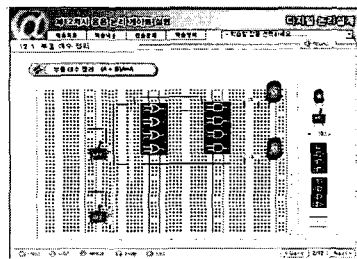
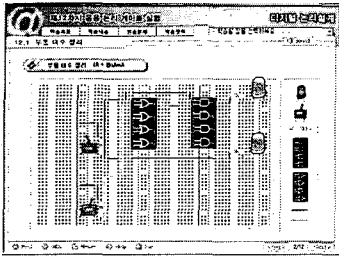


그림 8. 부품의 배치 화면

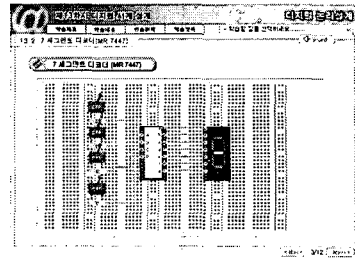
- 3단계 : 마우스를 클릭해서 스위치를 ON, OFF 시키면서 LED의 상태를 확인한다. 편의상 스위치와 LED를 위에서부터 A, B라고 하자. [그림 9] (a)~(d)에 스위치의 상태에 따른 LED의 동작을 보였다. 스위치 A가 OFF일때 LED A가 꺼지고 [그림 9] (a),(c), 스위치 A가 ON일 때 LED A가 켜지는 것을 알 수 있다.[그림 9] (b),(d) 이와 같은 과정을 통해서 부울 대수식 $(A+B)A = A$ 가 성립함을 실험을 통해서 확인해 볼 수 있다.



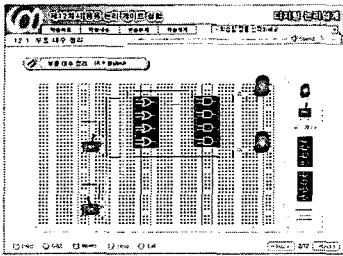
(a) A=B=OFF 상태



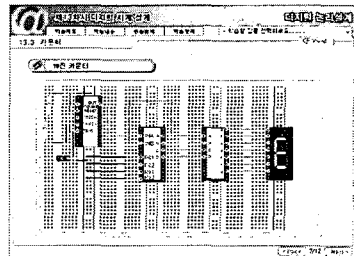
(b) A=ON, B=OFF



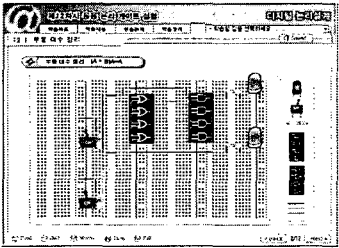
(a)



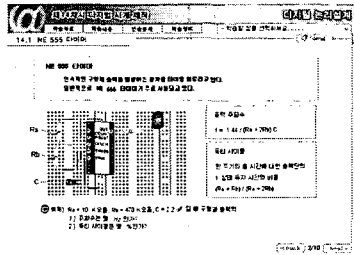
(c) A=OFF, B=ON



(b)



(d) A=ON, B=ON

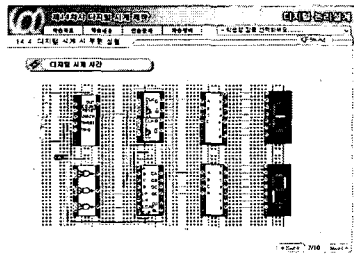


(c)

그림 9. 부울대수식 $(A+B)A=A$ 의 실습화면

4. 디지털시계의 설계

마지막으로 지금까지 배운 내용을 종합해서 흥미있는 회로를 만들고 응용력을 높일 수 있도록 디지털 시계를 제작하는 강의를 넣었다. 디지털 시계를 제작하기 위해서는 555 멀티바이브레이터, 7 세그먼트, 카운터, 디코더, 플립플롭 등에 대한 지식이 필요하기 때문에 단계적으로 각 필요소자에 대한 실습을 마친 후 최종 회로는 학습자가 스스로 제작하도록 하였다.



(d)

그림 10. 디지털시계 제작과정 (a)7 segment와 디코더 (b)10진 카운터 실습 (c)NE 555 타이머 동작 실습 (d)디지털 시계 시간 표시 부분 실습

IV. 결론

본 논문에서는 디지털 회로를 효과적으로 학습하기 위한 사이버강의 콘텐츠를 개발하였다. 개발된 콘텐츠는 기존의 사이버 강의와는 달리 소자에 현실감 있는 그래픽을 사용하였고, IC의 핀 배치를 회로도과 동일하게 만든 새로운 객체를 사용함으로써 초보자가 쉽게 현장감있는 디지털 논리회로를 실습할 수 있도록 하였다. 또한 저항기의 삽입 및 전원의 연결과 같이 실제로는 중요하지만 기존에는 소홀했었던 내용도 고려하여 현장 적용력을 높인 가상 실험실을 구현하였다. 본 논문에서 구현된 콘텐츠는 현재 실제 사이버 대학에서 수년간 강의에 사용되어 학습자들에게 좋은 평가를 얻고 있다 향후 과제로는 회로상의 각 부분의 과정을 관찰 할 수 있도록 가상의 오실로스코프 기능을 추가하는 것을 들 수 있다.

참고 문헌

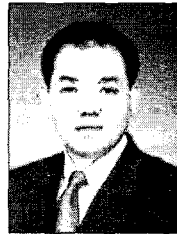
- [1] 산업자원부, e-learning 백서, 한국사이버교육학회, 2003.
- [2] 조성호, 정순영, "e-learning을 위한 동적 콘텐츠 구성 시스템," 정보과학회지, 제22권, 제8호, pp.50-56, 2004.
- [3] 장병철, 나고운, 차재혁, "e-learning 콘텐츠 표준화 동향과 로드맵," 정보과학회지, 제22권, 제8호, pp.29-40, 2004.
- [4] 이진아, 박연식, 성길영, "'디지털 회로' 학습을 위한 웹 코스웨어의 설계와 구현," 한국해양정보통신학회 논문지, 제7권, 제6호, pp.1236-1243, 2002.
- [5] 김동식, 최관순, 이순홍, "멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현," 공학교육연구, 제5권, 제1호, pp.27-33, 2002.
- [6] 김동식, 서호준, "디지털 논리 시스템의 개념학습을 위한 웹기반 자바 애플릿의 개발," 공학교육연구, 제4권, 제2호, pp.35-44, 2001.
- [7] 박송배, 디지털회로 및 시스템, 문운당, 2002.

- [8] C.H.Roth, Jr., Fundamentals of Logic Design, 5th Edition, Thomson, 2004.

저자 소개

임 동 균(Dong-Kyun Lim)

정회원



- 1985년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학사)
- 2001년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)
- 2003년 3월~현재 : 한양사이버대학교 컴퓨터학과 부교수

<관심분야> : 자동제어, 최적제어, e-learning

오 원 근(Won-Geun Oh)

정회원



- 1997년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
- 2001년 2월~2002년 1월 : Brigham Young University (미국) 교환교수
- 1997년 3월~현재 : 순천대학교 정보통신공학부 멀티미디어전공 부교수

<관심분야> : 멀티미디어, 신호처리, e-learning

조 태 경(Tae-Kyung Cho)

정회원



- 1984년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학사)
- 1986년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학석사)
- 2001년 8월 : 한양대학교 전자통신공학과(공학박사)

• 현재 : 상명대학교 정보통신공학과 교수

<관심분야> : 초고속통신망, e-Learning