

# 멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현

김 동 식, 최 관 순, 이 순 흠  
순천향대학교 공과대학 정보기술공학부  
(2002. 1. 3. 접수)

## Implementation of A Web-based Virtual Laboratory For Digital Logic Circuits Using Multimedia

Kim, Dongsik, Choi, Kwansun, Lee, Sunheum

*Division of Information and Technology Engineering,  
Soonchunhyang University*

(Received January 3, 2002)

### 국문요약

최근에 멀티미디어 기술과 결합된 공학교육용 가상 웹사이트가 다양한 형태로 출현함에 따라 공학 교육의 인터넷 응용에 많은 관심이 모아졌다. 그러나 단방향성 통신, 단순한 텍스트나 이미지 기반의 웹 문서 그리고 동기부여가 없는 지루한 교육진행과정 등은 가상공간에서의 교육의 효율성을 저하시켜왔다.

따라서 본 논문에서는 학습과정에 있어서 효율성을 극대화하기 위한 가상실험시스템을 제안한다. 제안된 디지털 논리회로 가상실험시스템의 웹의 멀티미디어 능력을 증대시킬 수 있는 상호작용적인 학습 환경을 제공한다. 제안된 가상실험실은 실제 대학에서의 실험실 환경과 유사하게 구현하였기 때문에 학습자들은 가상실험실을 통해 유사한 실험결과를 얻을 수 있다. 제안된 가상실험실은 원리이해 학습실, 모의실험 학습실, 가상실험 학습실 그리고 관리시스템의 4가지로 구성되어 있다. 이러한 혁신적인 교수-학습환경하에서 학습효율은 물론 교수의 생산성을 크게 향상시킬 수 있을 것으로 생각된다.

### Abstract

Recently, according to the appearance of various virtual websites using multimedia technologies, the internet applications in engineering education have drawn much interests. But unidirectional communication, simple text/image-based webpages and tedious learning process without motivation, etc. have made the lowering of educational efficiency in cyberspace.

This paper presents a virtual laboratory system which can be creating efficiencies in the learning process. The proposed virtual laboratory system for digital logic circuits provides interactive learning environment under which the multimedia capabilities of world-wide web can be enhanced. The virtual laboratory system is implemented to describe the on-campus laboratory, the learners can obtain similar experimental data through it. The virtual laboratory system is composed of four important components : principle classroom, simulation classroom, virtual experiment classroom and management system. Learning efficiencies as well as faculty productivity are increased in this innovative teaching and learning environment.

## 1. 서론

공학은 자연현상의 이론을 물리법칙이나 원리를 이용하여 추상적으로 이해한 다음 이를 실제 실험을 통하여 구체화 시켜 그에 대한 응용능력을 배양해야 하는 학문이라 할 수 있을 것이다. 그러나 국내대학이 처해 있는 실험실 환경의 열악성은 부인할 수 없는 사실이며 실험진행과정에 대한 교과과정의 개발도 미진한 형편이다. 그동안 대학교육 현장 일선에 있는 교육자의 한사람으로서 실험실습교육을 진행하면서 느꼈던 점은 학생들이 실험 전에 교수에게 제출하는 예비보고서가 너무나도 형식적인 틀에 얽매어 있기 때문에 예비보고서를 제출하고 난 후에 실제실험에 임하여도 전체적인 실험 내용을 정확하게 이해하는 학생들이 많지 않았다는 사실이다. 이에 대하여 여러 가지 측면에서 원인 분석을 해 본 결과 실험책에 나열된 정적인 내용만을 가지고는 실제 실험 상황을 상상하기가 무척 어렵기 때문에 정확한 실험내용의 이해가 불가능하다는 결론에 도달하여 효율적인 실험실습교육을 위한 새로운 형식의 디지털 콘텐츠의 개발이 매우 필요하다는 것을 절감하였다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문에서는 실제 실험실과 동일한 상황의 가상실험실을 소프트웨어적으로 구현하여 실제실험에 임하기 전에 학생들로 하여금 간단한 마우스 조작을 통해 실험내용을 가상적으로 인터넷 환경에서 실행해 볼 수 있도록 가상실험실을 제안하였다. 이렇게 함으로써 실험교재에 나열되어 있는 내용을 단순히 복사

하여 제출하는 단계에서 탈피하여 학생들 스스로 흥미로운 가상실험을 통해 준비된 상태로 실제 실험에 참여할 수 있게 할 수 있을 것이다. 그러나 인터넷을 교육용으로 활용한 초기의 웹기반 교육 방법은 HTML을 이용하여 강의내용을 웹에 게시한 후 학습자들이 웹 브라우저를 이용하여 학습내용을 검색하는 방법으로 구성되어, 학습자의 흥미를 유발하지 못하거나 능동적인 학습참여를 이끌어 내지 못한 것이 사실이다. 이런 어려움을 극복하기 위해서는 무엇보다 먼저 제작비용이 저렴하면서도 학습자와 교수자간의 상호작용을 극대화하여 웹 상에서 효과적인 학습이 일어날 수 있도록 하는 양질의 교육용 콘텐츠의 제작이 필수적이라 할 수 있다.

이에 본 논문에서는 공학교육효과를 극대화하기 위해 새로운 접근 방식의 교수-학습자료를 JAVA를 이용하여 개발하여 교육현장에서 교육자료로 활용될 수 있도록 멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험 시스템을 구현한다.

## 2. 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실

### 2.1 가상실험실 전체구성

본 논문에서 제안하는 웹기반 디지털논리회로 가상실험실은 실험원리학습실, 모의실험학습실 그리고 자바가상실험학습실의 3개의 주요 학습실로 구성되어 있으며, 이들 학습실들의 효율적인 관리 및 가상실험 데이터 처리를 위해 데이터 베이스를 웹에서 연동하여 총괄적인 관리 및 평가를 수행할

수 있도록 하였다.

그림 1에 제안된 논리회로 가상실험실의 초기화면을 도시하였으며 여기에는 논리회로에 대한 여

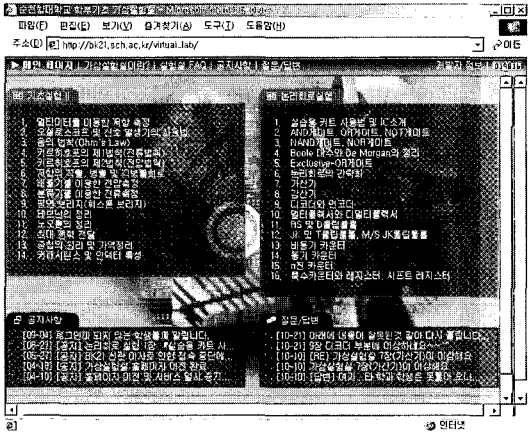


그림 1. 제안된 논리회로 가상실험실의 초기화면

러 가지 가상실험실이 구비되어 있고 실험을 위한 공지사항, 질문과 답변 등이 나타나있다. 또한 개개의 학습자마다 개인계정을 주어 로그인하여 해당 가상실험을 수행하도록 구성하였다. 표 1에 디지털 논리회로 가상실험 콘텐츠의 전체 리스트를 도시하였다.

## 2.2 실험원리 학습실

실험원리 학습실에서는 디지털논리회로 전반에 걸친 중요한 개념이나 원리를 쉽게 이해할 수 있도록 하는 개념학습형 콘텐츠가 플래시를 이용한 동화상의 형태로 구비되어 있다. 따라서 학습자는 간단한 마우스 조작을 통하여 플래시 애니메이션을 실행함으로써 개념이나 원리를 쉽게 시각적으

<표 1> 디지털 논리회로 가상실험 콘텐츠의 전체 리스트

주 별	디지털 논리회로 가상실험 애플릿
1주	실습용 키트 사용법 및 IC소개
2주	AND게이트, OR게이트, NOT게이트 실험
3주	NAND게이트, NOR게이트 실험
4주	Boole 대수와 De Morgan의 정리 실험
5주	Exclusive-OR게이트 실험
6주	논리회로의 간략화 실험
7주	가산기 실험
8주	감산기 실험
9주	디코더와 인코더 실험
10주	멀티플렉서와 디멀티플렉서 실험
11주	RS 및 D플립플롭 실험
12주	JK 및 T플립플롭, M/S JK플립플롭 실험
13주	비동기 카운터 실험
14주	동기 카운터 실험
15주	n진 카운터 실험
16주	특수카운터와 레지스터, 시프트 레지스터 실험

로 이해할 수 있으며, 이를 통하여 학습자들은 기존의 전통 교과서에서는 볼 수 없었던 동적인 화면 구성을 통하여 흥미롭게 자율학습에 임할 수 있을 것으로 생각된다.

예를 들어 인코더 및 디코더의 원리를 이해하는데 있어 플래시 동화상으로 구성된 동적인 화면을 통해 학습자가 시각적으로 직접 확인함으로써 정적이면서 고정된 틀만을 제공하는 전통교과서에서는 이해하기 어려웠던 내용을 쉽게 이해할 수 있도록 하였다. 그림 2와 그림3에 디코더/인코더의 개념을 이해하기 위한 플래시 동화상의 주요 프레임임을 도시하였다.

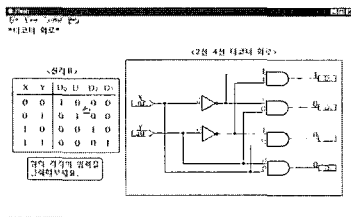


그림 2(a) 디코더에 대한 플래시 동화상

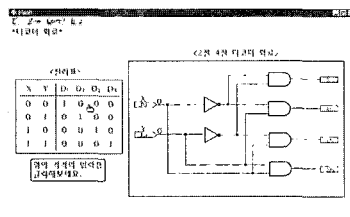


그림 2(b) 디코더에 대한 플래시 동화상

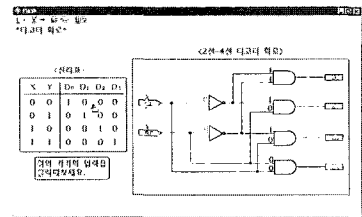


그림 2(c) 디코더에 대한 플래시 동화상

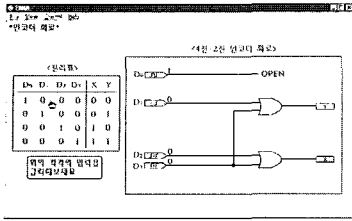


그림 3(a) 인코더에 대한 플래시 동화상

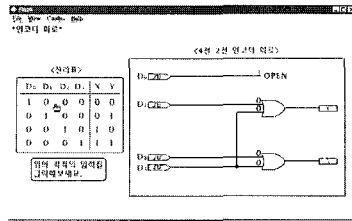


그림 3(b) 인코더에 대한 플래시 동화상

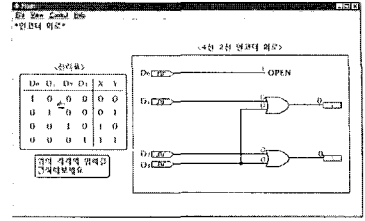


그림 3(c) 인코더에 대한 플래시 동화상

### 2.3 모의실험 학습실

모의실험 학습실에서는 실제 실험할 내용을 범용의 회로 시뮬레이터인 pSpice를 이용하여 실험한 결과를 웹상에 제시하여 학습자로 하여금 실제 실험에 임하기 전에 관련 내용을 시뮬레이션하여 그 결과를 웹에서 확인해 볼 수 있도록 하였다. 그러므로 모의실험 학습실에서는 실험원리 학습실에서 플래시 동화상을 통해 학습한 내용을 직접 시뮬레이터를 이용하여 여러 가지 다양한 조건하에서 입출력관계를 확인해 볼 수 있기 때문에 교육효과를 높일 수 있을 것이다. 그림 4와 그림 5에 비동기 업카운터 및 다운카운터에 대한 pSpice 모의실험 결과의 샘플화면을 도시하였다.

### 2.4 자바가상실험 학습실

자바가상실험 학습실은 실제 실험실 환경과 거

의 유사하게 자바 애플릿의 형태로 구현되었으며, 실제 실험시에 진행될 내용을 학습자가 미리 웹상에서 간단한 마우스 조작을 통하여 가상적으로 실험할 수 있도록 실험에 필요한 각종 소자 및 계측장비 컴포넌트를 소프트웨어적으로 구현하여 실험에 대한 흥미와 이해도를 높이도록 하였다. 자바가상실험 학습실에서는 학습자가 웹에 접속하여 소프트웨어적으로 구현된 각종 계측장비를 이용하여 주어진 회로에 대한 실험을 수행한다. 실험결과데이터는 실험을 마친 후 버튼을 클릭하여 데이터베이스에 저장하도록 하며 이때 실험시에 설정된 회로소자의 값과 회로도도에 대한 정보도 함께 저장하도록 한다. 이와 같이 지시된 대로 실험을 모두 수행한 학습자는 그때까지의 실험결과데이터를 회로도와 함께 프린트하여 출력할 수 있는데 여기에는 학습자의 학번 및 이름 등에 대한 간단한 정보가 나타나도록 하여 예비보고서를 대신하여 제출할 수 있도록 하였다. 가상실험실실험실에 접속한 학습자마다 고유한 코드를 부여하여 처리하였기 때문에 타인의 보고서를 복사하여 제출할 수 없도록 하였다.

그림 6에 나타난 바와 같이 디코더 및 인코더 회로에 대한 가상실험을 학습자는 간단한 마우스 조작을 통해 실험보고서 버튼에 지시된 바와 같이 실험을 진행한 다음 실험보고서 프레임에 있는 결과확인 버튼을 클릭하여 데이터베이스에 전송하면 자동으로 웹페이지상에 학습자가 실험한 실험내용이 나타나도록 되어있다. 더욱이 실험을 모두 마친 다음에는 학습자는 그동안 실험한 결과 데이터를 프린터를 통해 출력하여 예비보고서로 대치할 수 있도록 하였다. 그림 7에 가상실험 결과데이터를 저장하기 위한 보고서 양식을 도시하였다.

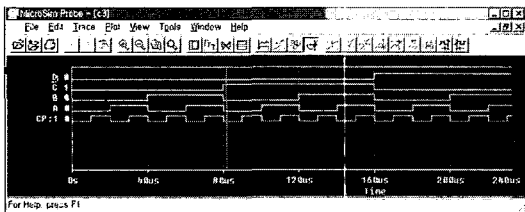


그림 4. 비동기식 업 카운터에 대한 시뮬레이션 결과

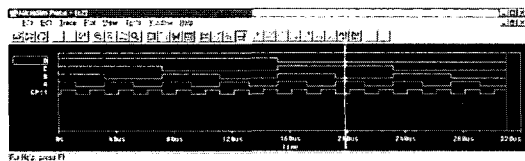


그림 5. 비동기식 다운 카운터에 대한 시뮬레이션 결과

## 멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현

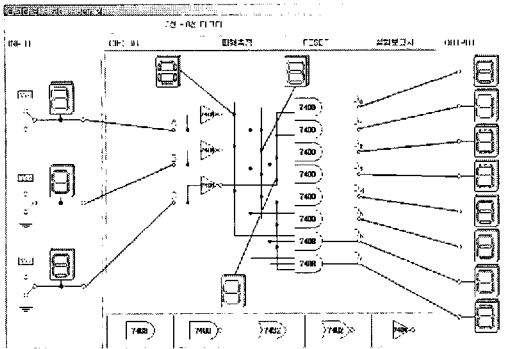


그림 6. 디코더 및 인코더 회로에 대한 가상실험

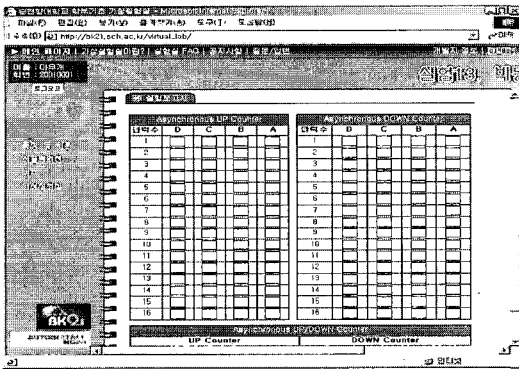


그림 7. 가상실험 결과데이터를 저장하기 위한 보고서 양식

### 2.5 가상실험실 관리시스템

가상실험실 관리시스템에서는 가상실험 결과데이터들은 데이터베이스에 저장하여 필요시 PHP를 이용하여 웹과 연동할 수 있도록 하였다. 따라서 각 학습자들은 데이터베이스에 저장된 내용을 웹상에서 프린트하여 자신의 실험 결과데이터를 프린트하여 실험에 관련된 여러 가지 제반내용들을 확인할 수 있으며 이를 예비보고서로 제출하여 평가를 받을 수 있다. 더욱이 가상실험실에 접속한 학습자마다 고유한 코드를 부여하여 실험한 결과데이터들을 총괄적으로 데이터베이스에 저장하여 관리하기 때문에 타인의 예비보고서를 복사하여 제출하지 못하도록 대비책을 수립하였다. 이와 같이 자바가상실험 학습실에서 얻어진 결과를 평가하여 실험이 올바르게 진행되었는지를 학습자에

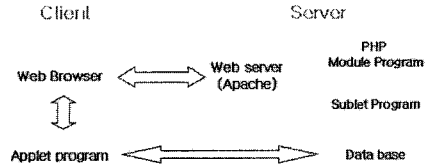


그림 8. 애플릿과 DB연동 가상실험시스템의 구성도

게 전달하여 주는 가상실험결과 평가시스템의 구축이 필요하며, 실제 실험실에서 실험시 발생된 실험결과 데이터를 분석하고 평가함은 물론 총괄적인 관리까지 가능하도록 가상실험실 애플릿과 데이터베이스를 연동할 수 있도록 하였다. 그림 8에 애플릿과 DB연동 가상실험시스템의 구성도를 클라이언트/서버개념을 이용하여 도시하였다.

## 3. 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현사례

### 3.1 전가산기(Full Adder) 가상실험

디지털 논리회로에 있어서 매우 중요한 전가산기 회로에 대한 가상실험을 진행하는 과정을 아래 그림 9에 도시하였다. 가상실험실 환경은 상단부에 필요한 메뉴를 마련하였으며 크게 입력부분, 회로부분, 출력부분의 3부분으로 분할하여 구축하였다.

가상실험은 (1) 논리회로 결선단계 → (2) 입력인가 및 출력측정 단계 → (3) 실험결과 데이터기록 및 전송 → (4) 예비보고서 출력단계로 진행된다. 먼저 (1) 논리회로 결선단계에서는 그림 9(a)에 도시된 바와 같이 하단에 마련된 논리게이트중에서 필요한 게이트를 선택한 후 마우스로 드래그하여 회로의 적당한 상자부분에 위치시키도록 하여 회로를 결선 하도록 한다. 이때 적절한 게이트를 선택하지 못하면 회로의 결선이 이루어지지 않도록 하였다.

논리회로의 결선이 이루어지면 측정하고자 하는 부분을 선택하여 그 출력결과를 7 세그먼트 디스플레이를 통해 확인할 수 있도록 하였으며 측정이 가능한 부분을 빨간색의 원모양으로 표시하여 그

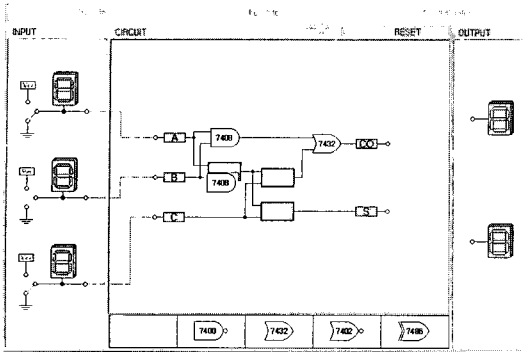


그림 9(a) 논리회로 결선단계

부분을 마우스로 클릭하게 되면 자동으로 7 세그먼트 디스플레이가 연결되어 출력을 확인할 수 있도록 하였다. 또한 입력부분은 접지와 Vcc 를 마우스로 클릭하여 선택하도록 하여 입력을 인가할 수 있도록 하였다.

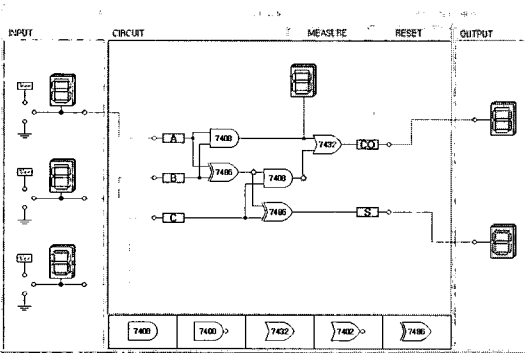


그림 9(b) 입력인가 및 출력측정 단계

입력을 인가한 후 7 세그먼트 디스플레이에 나타나는 출력을 웹상에 구비된 실험 결과테이블에 기록한다. 실험 결과테이블에 주어진 여러 가지 입력조건에 따른 출력값을 가상실험을 통해 결정하여 실험결과 테이블을 모두 채운 후 보고서 제출버튼을 마우스로 클릭하여 결과 데이터를 서버로 전송한다. 서버로 전송된 데이터를 PHP 로 처리하여 지금까지 실험한 내용에 대한 회로도라 접속자에 대한 정보(학번, 이름) 그리고 가상실험결

과 데이터를 예비보고서 형태로 출력할 수 있도록 하였다. 또한 가상실험을 진행하지 않고 적당히 실험결과 테이블을 채워 예비보고서를 출력하려는 것을 방지하기 위해 실험과정중 하나라도 빠뜨리면 예비보고서자체가 출력되지 않도록 하였다.

실험보고서

진가산기

A	B	C	S	CO
0	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
0	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	0	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	0	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	1	0	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1	1	1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

보고서 전송    내용 초기화

그림 9(c) 실험결과 데이터기록 및 전송

### 3.2 비동기 카운터 가상실험

비동기 카운터(Asynchronous Counter)에 대한 가상실험도 3.1절에서의 가상실험방법과 동일한 과정을 통해 진행되므로 구체적인 설명은 생략하기로 하며 그림 10에 전체적인 가상실험 진행화면을 도시하였다. 그림에서 알 수 있듯이 입력부에 클릭펄스 발생부를 추가하였고 가상실험을 처음 시작할 때 각 플립플롭의 출력과 클릭펄스 입력부를 마우스로 클릭하여 결선 하도록 설계하여 비동기 카운터에 대한 이해도를 높이고자 하였다.

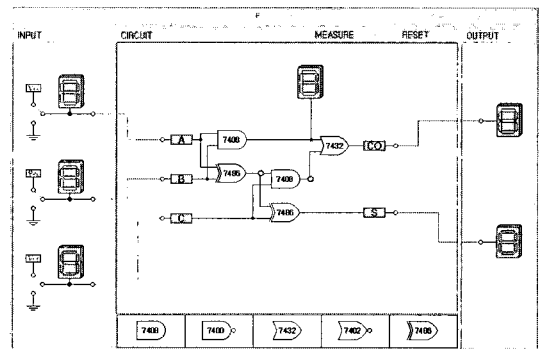


그림 10. 비동기 카운터에 대한 가상실험 실행화면

본 논문에서 구축한 웹기반 논리회로 가상실험실은 실제 대학에서 개설되는 논리회로 실험강좌에 활용하고 있으며 해당 컨텐츠는 <http://bk21.sch.ac.kr>의 초기화면의 좌측하단에 링크되어 있다.

#### 4. 결론

본 논문에서 전통적인 교육시스템의 문제점을 극복할 수 있는 방안으로 가상공간 상에서 양질의 디지털 논리회로 실험을 수행할 수 있는 가상논리회로실험실을 개발하였다. 창의적인 시나리오를 바탕으로 상호 작용이 가능한 본 시스템은 학생들이 실제 실험에 준하는 실험 환경을 경험함으로써 그 자체로 실제 실험을 대체하거나 실제 실험의 완성도를 높이는 사전 준비과정으로 활용될 수 있다. 실제 순천향대학교 정보기술공학부의 정규 실험과정에 삽입되어, 상당수의 학생들에 의해 형식적으로 제출되던 기존의 실험 준비 레포트의 문제점을 상당히 개선할 수 있었으며 실제 실험의 완성도도 높일 수 있었다.

본 논문의 디지털 논리회로 가상실험실은 효율적인 교육을 위해 제시된 수많은 방법중의 하나이나, 실제 정규교육과정에 적용하여 운영한 경험을 바탕으로 향후 수정과 보완할 경우, 공학분야뿐만 아니라 자연과학분야에까지 확대적용이 가능할 것이며 기존의 교육시스템에서 발생하는 문제를 상당부분 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

#### [참고 문헌]

- [1] 김동식, “효율적인 공학교육을 위한 웹기반 가상교육강좌 개발방안” 대한전기학회 논문지, 49권 6호, 2000.
- [2] 김동식, “사이버강의를 위한 웹기반 전기전자 실험실 구현방안,” 공학교육학술대회 논문집, 2000.
- [3] 권순창, “하이퍼텍스트를 이용한 데이터베이스 프로젝트 교육을 위한 전자교재의 설계방법,” 한국컴퓨터교육학회, 제2권 제1호, 1999.
- [4] 김동식, “인터넷을 이용한 효율적인 공학실험 실습 교육을 이용한 가상실험실의 개발,” 공학교육과 기술 논문지, Vol. 3, No.2, 2000.
- [5] Dongsik Kim et al, “Practical Implementation of A Web-based Virtual Laboratory in the Area of Electrical Engineering.” IASTED International Conf. on Computers & Advanced Technology in Education, 2001.
- [6] Dongsik Kim, Hojoon Seo, “A Web-based Virtual Laboratory for Electrical Circuits using Multimedia”, CMC2001, 2001.
- [7] 김동식, “디지털 논리시스템에 대한 웹기반 개념학습용 교육용 애플릿의 개발,” 공학교육학술대회논문집, 2000.