

웹기반 기초전기회로 가상실험실

김 동 식, 최 관 순, 이 순 흠

순천향대학교 공과대학 정보기술공학부

(2001. 10. 14. 접수)

A Web-based Virtual Laboratory for Basic Electrical Circuits

Kim, Dongsik, Choi, Kwansun, Lee, Sunheum

*Division of Information and Technology Engineering,
Soonchunhyang University*

(Received October 14, 2001)

국문요약

본 논문에서는 학습자와 교수자간의 상호작용을 극대화하여 웹 상에서 효과적인 학습이 일어날 수 있도록 하는 기초전기회로 가상실험실을 자바 애플릿을 이용하여 구현하였다. 제안된 가상 실험실은 크게 실험원리학습실, 모의실험학습실, 자바가상실험학습실 및 가상실험실 관리 및 평가시스템으로 구성되어 있어 학습자로 하여금 흥미를 유발하여 전기회로실험을 간단한 마우스 조작만으로 수행하여 예비실험 결과를 데이터베이스에 저장하여 PHP를 이용하여 예비보고서 형태로 작성하여 학습자로 하여금 출력하여 프린트할 수 있도록 하였다.

본 논문에서 구현된 효율적인 기초전기회로 가상실험실은 수많은 방법중의 하나로써 향후 많은 수정과 보완이 이루어지리라 기대하며 기존의 교육시스템에서 발생하는 문제를 상당부분 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

Abstract

This paper presents a virtual laboratory system which can be creating efficiencies in the learning process. The proposed virtual laboratory system for electrical 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.

In the proposed virtual laboratory system, every activity occurred in the virtual laboratory will be recorded on database and printed it out on the preliminary report form. The database connectivity is made by PHP and the virtual laboratory environment is set up slightly differently for each learner.

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 한 사람으로서 실험실습교육을 진행하면서 느꼈던 점은 학생들이 실험 전에 교수에게 제출하는 예비보고서가 너무나도 형식적인 틀에 얽매어 있기 때문에 예비보고서를 제출하고 난 후에 실제 실험에 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 적혀 있는 내용을 단순히 복사하여 제출하는 단계에서 탈피하여 학생들 스스로 가상

실험에 흥미를 가지고 참여할 수 있도록 유도하는 것이 가능하리라 생각한다. 그러나 인터넷을 교육용으로 활용한 초기의 웹기반 교육방법은 HTML을 이용하여 강의내용을 작성한 후 학습자들은 웹 브라우저를 이용하여 학습내용을 검색하는 방법으로 구성되어 학습자로하여금 능동적인 학습참여를 유발하고 있지 못한 실정이다. 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 위한 새로운 접근 방식의 교수-학습자료를 자바를 이용하여 개발하여 교육현장에서 교육자료로 활용될 수 있도록 웹기반 기초전기회로 가상실험 시스템을 구현한다.

2. 웹기반 기초전기회로 가상실험실

2.1 가상실험실 전체구성

본 논문에서 제안하는 웹기반 전기회로 가상실험실은 실험원리학습실, 모의실험학습실 그리고 자바가상실험학습실의 3개의 학습실로 구성되어 있으며, 이들 학습실들의 효율적인 관리 및 가상실험 데이터 처리를 위해 데이터 베이스를 PHP를 이용하여 웹에서 연동하여 총괄적인 관리 및 평가를 수행할 수 있도록 하였다. 그림 1에 제안된 가상실험실의 초기화면을 도시하였으며 여기에는 전기회로에 대한 여러 가지 가상실험실이 구비

되어 있고 실험을 위한 공지사항, 질문과 답변등이 나타나있다. 또한 개개의 학습자마다 개인계정을 주어 로그인하여 해당 가상실험을 수행하도록 구성하였다. 표 1에 전기회로 가상실험 애플릿의 전체 리스트를 도시하였다.

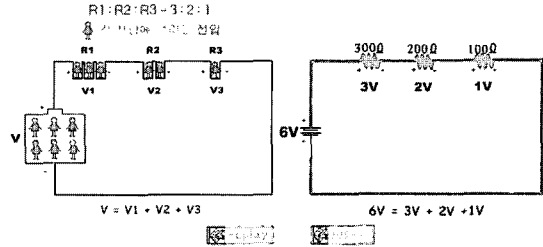


그림 2. 키르히호프 전압법칙에 대한 플래시화면

하는 개념학습형 콘텐츠가 플래시를 이용한 동화상의 형태로 구비되어 있다. 따라서 학습자는 간단한 마우스 조작을 통하여 플래시를 실행함으로써 개념이나 원리를 쉽게 시각적으로 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 키르히호프 전압법칙의 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 2에 키르히호프 전압법칙을 이해하기 위한 플래시 동화상중의 한 개 프레임 도시하였다.

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 조건 하에서 입출력관계를 확인해 볼 수 있기 때문에 교육효과를 높일 수 있을 것이다. 그림 3에 직병렬 회로에 대한 pSpice를 이용한 모의실험 결과의 샘플화면을 도시하였다.



그림 1. 전기회로 가상실험실의 초기화면

<표 1> 전기회로 가상실험 애플릿리스트

주 별	전기회로 가상실험 애플릿
1주	멀티미터를 이용한 저항측정실험
2주	오실로스코프 및 신호발생기 사용법
3주	옴의 법칙(Ohm's Law) 실험
4주	키르히호프 제 1 법칙 (전류법칙) 실험
5주	키르히호프 제 2 법칙 (전압법칙) 실험
6주	저항의 직렬, 병렬 및 직병렬회로 실험
7주	배율기/분류기를 이용한 전압/전류측정 실험
8주	중간고사
9주	평면 브리지(휘스톤 브리지) 실험
10주	테브난/노턴의 정리 실험
11주	최대전력전달 실험
12주	중첩의 원리 및 가역정리 실험
13주	커패시터 및 인덕터 특성 실험
14주	RL 및 RC 교류회로 실험
15주	RLC 직병렬회로 실험
16주	기말고사

2.2 실험원리 학습실

실험원리 학습실에서는 전기회로 전반에 걸친 중요한 개념이나 원리를 쉽게 이해할 수 있도록

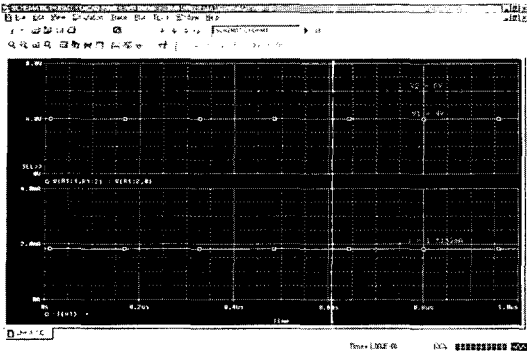


그림 3. 직병렬회로에 대한 모의실험 결과화면

2.4 자바가상실험 학습실

자바가상실험 학습실은 실제 실험실 환경과 거의 유사하게 자바 애플릿의 형태로 구현되었으며, 실제 실험시에 진행될 내용을 학습자가 미리 웹상에서 간단한 마우스 조작을 통하여 가상적으로 실험을 해볼 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 회로도에 대한 정보도 함께 저장하도록 한다. 유사한 실험을 회로소자값을 변경함으로써 몇 번 반복하도록 하였으며 회로소자값은 회로소자부분을 마우스로 더블클릭하면 나타나는 작은 윈도우에서 변경할 수 있도록 하였다. 이와 같이 지시된 대로실험을 모두 수행한 학습자는 그때까지의 실험결과데이터를 회로도과 함께 프린트하여 출력 할 수 있는데 여기에는 학습자의 학번 및 이름 등에 대한 간단한 정보가 나타나도록 하여 예비보고서를 대신하여 제출할 수 있도록 하였다. 가상실험의 결과는 접속자마다 모두 약간씩 다른값으로 나타날 수 있도록 가상실험 애플릿을 구성하였으며 타인의 보고서를 복사하여 제출할 수없도록 학습자마다 고유한 코드를 부여하여 처리하였다.

그림 4에 나타난 바와 같이 오옴의 법칙에 대한 가상실험을 학습자는 간단한 마우스조작을 통해 실험보고서 버튼을 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 5에 가상실험 결과데이터를 저장하기 위한 보고서 양식을 도시하였다.

또한 그림 6에는 최대전력전달에 관련된 가상실험 애플릿의 실행화면을 도시하였으며 그림 4-5에

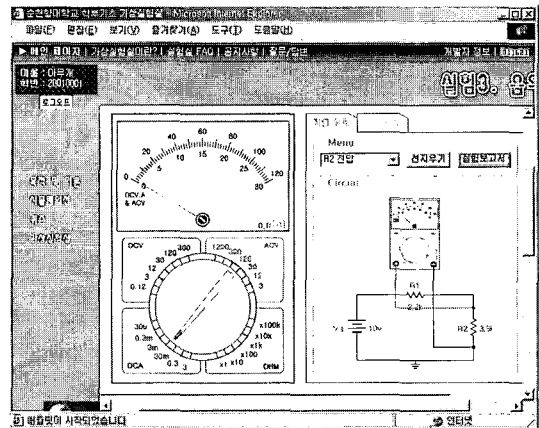


그림 4. 오옴의 법칙에 대한 가상실험애플릿

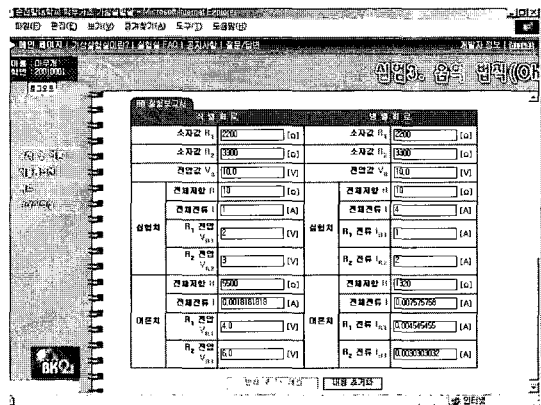


그림 5. 가상실험 결과보고서양식

서 나타난 바와 같이 가상실험 결과데이터를 웹페이지상에 출력할 수 있도록 하였다.

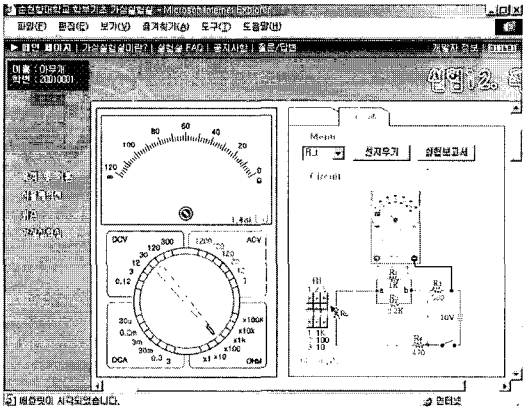


그림 6. 최대전력전달에 대한 가상실험애플릿

2.5 가상실험실 관리시스템

가상실험실 관리시스템에서는 가상실험 결과데이터들은 데이터베이스에 저장하여 필요시 PHP를 이용하여 웹과 연동할 수 있도록 하였다. PHP는 기존의 HTML과 같은 문서를 확장하여 스크립트화 한 것으로서, 이를 서버차원에서 클라이언트 각각의 요청에 대해 동적으로 웹페이지를 만들 수 있도록 하는 기술을 의미한다. PHP를 사용하여 웹페이지를 구성하게 되면 웹페이지의 중요한 자원을 서버에 둬서서 각기 접속되어진 클라이언트들은 웹페이지의 자원에 임의로 접근할 수 없으므로 기존의 HTML에서의 문제점인 보안성을 강화할 수 있다. 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. 그리고 실제 실험실 환경에서 실험데이터는 근사치이고 실험하는 사람에 따라 조금씩 차이가 있을 수 있기 때문에 가상실험실에서 얻는 실험데이터는 학습자마다 조금씩 차이가 나도록 자바애플릿 개발시 소프트웨어적으로 처리하였다. 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 학습자에게 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. 웹서버로서 리눅스 기반의 아파치 웹서버를 선택하였고, Web 서버와 데이터베이스 서버를 동일 서버 시스템으로 사용하여 데이터베이스로의 접근속도를 높이려 시도하였으며, 그림 7에 애플릿과 DB연동 가상실험시스템의 구성도를 클라이언트/서버개념을 이용하여 도시하였다.



그림 7. 애플릿과 DB연동 가상실험시스템의 구성도

3. 웹기반 기초전기회로 가상실험실의 구현사례

3.1.1 멀티미터를 이용한 가상실험실

멀티미터가 가지고 있는 모든 기능을 플래시를 이용하여 제작하였으며 그림 8에서와 같이 좌측단에 메뉴로 표시하였다. 메뉴에서 해당 항목을 마우스로 클릭하여 멀티미터의 기능에 대한 부연설명과 사용법을 애니메이션으로 학습할 수 있도록 제작하였다. 그림 8은 멀티미터의 다양한 기능 중에서 다이오드 검사루틴에 대한 플래시 애니메이션을 도시하였으며, 다이오드 검사를 위해 필요한 측정 단추, 다이오드 검사하기 위한 리드선의 설정을 보여주고 있다.

그림 9(a)는 그림 5의 실험 Play버튼을 누르면

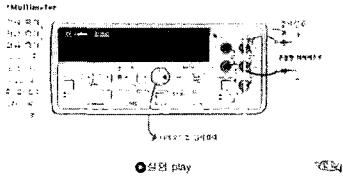


그림 8. 다이오드의 검사에 대한 플래시 초기 화면

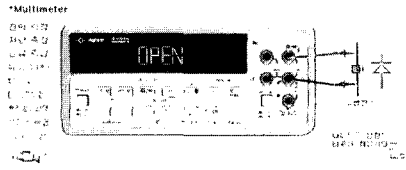


그림 9(d). 다이오드 검사과정 4

다이오드 검사하기 위해 전원을 켜는 동작을 수행하도록 안내하는 확대그림을 사용자가 마우스로 클릭하여 다음단계로 진행한다. 그림 9(b)-그림 9(c) 다이오드 검사하기 위한 측정과정을 안내하는 모습을 보여주고 있으며, 그림 9(d)는 다이오드 검사하는 방법과 다이오드 상태를 보여준다.

다이오드가 역방향으로 측정되었으므로 현재 OPEN된 것으로 표시하고 있으므로 다이오드의 방향을 바꾸어 검사해보도록 권고하며 해당권고 항목을 클릭하면 순방향으로 측정하는 과정이 보이게 된다.

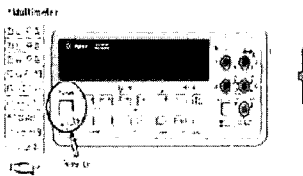


그림 9(a). 다이오드 검사 과정 1

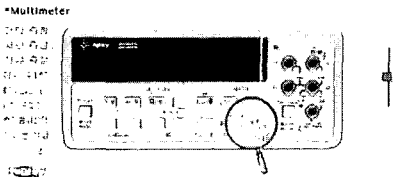


그림 9(b). 다이오드 검사 과정 2

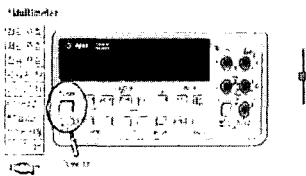


그림 9(c). 다이오드 검사과정 3

3. 1. 2 신호발생기를 이용한 가상실험실

신호발생기와 디지털 오실로스코프를 연결하여 주파수와 진폭의 변화를 오실로스코프로 측정하는 과정을 플래시 애니메이션으로 구현하였다. 그림 10는 신호발생기와 오실로스코프를 연결한 초기 화면이다.

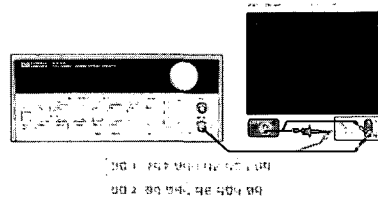


그림 10. 신호발생기와 오실로스코프를 연결한 초기 화면

그림 11(a)는 주파수가 2kHz일때의 정현파 모양을 오실로스코프에 잡은 화면을 도시하였으며, 메뉴를 선택하면 주파수 설정동작을 안내하고, 주파수 설정이 완료되면 오실로스코프에 측정된 파형이 나타난다. 또한 그림 11(b)는 주파수가 2kHz일때의 정현파 모양이 1kHz일 때의 모양으로 바뀐 것을 보여준다.

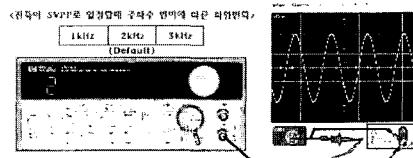


그림 11(a). 주파수 2kHz일 때 정현파 모양

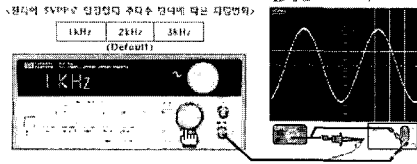


그림11(b). 주파수 1kHz일 때 정현파 모양

3. 1.3 RLC 직렬회로에 대한 가상실험실

RLC 직렬 회로 실험은 멀티미터 실험과 오실로스코프 실험으로 나뉘어져 있다. 멀티미터로는 오실로스코프로 측정하기 어려운 값을 측정하는데 사용되며 오실로스코프는 각 소자에 인가되는 전압의 위상차를 측정할 때 사용된다.

멀티미터로 측정할 수 있는 요소는 저항의 크기에서부터 인덕터와 캐패시터의 양단에 인가되는 전압의 크기까지 RLC 직렬회로에서 측정할 수 있는 10가지 요소를 실험자는 선택하여 측정한다. 측정 결과는 실험 보고서에 작성하게 되고 결과를 확인한다. 실험 보고서에는 3개의 기능 버튼이 제공되는데 결과 확인 버튼은 실험자가 측정한 결과가 맞는지에 대한 여부를 확인할 수 있는 결과 값을 얻는데 사용되고, 수식 버튼은 계측기로 측정할 수 없는 요소의 경우 수식에 의해 얻어야 하는데 이를 참고 할 수 있도록 수식을 제공한다.

그림 12에 보인 바와 같이 페이지 버튼은 측정된 결과값을 페이지로 볼 수 있는 기능을 제공한다. RLC 직렬 실험에서 오실로스코프 실험은 L,C의 소자에 인가되는 전압의 위상차를 측정할 때 사용된다. 그림 13은 입력 전압과 VL+VC 전압과의 위상차를 오실로스코프에 의해 제공되는 Cursor기능을 이용하여 측정한 결과이다.

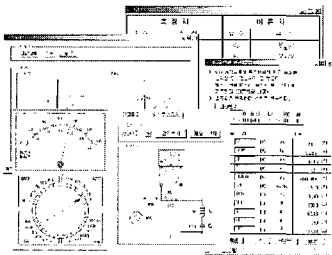


그림 12. RLC 직렬 실험

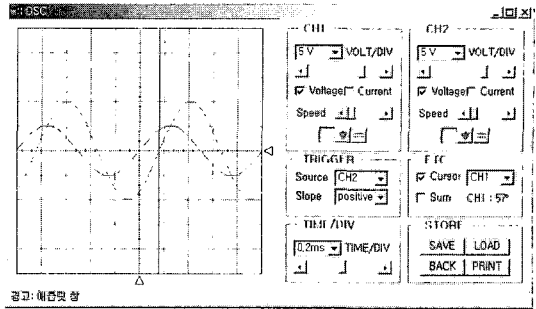


그림 13. 위상차 측정 결과

4. 결론

기존의 전통적인 교육의 틀과 교육내용에 대한 변화에 대한 요구가 증가되면서 전 세계적으로 교육내용의 다변화가 추구되어 인터넷을 통한 가상 공간에서의 학습이 급속도로 확산되고 있다. 이러한 시대적인 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 우리의 전통적인 교육시스템의 고수라는 고정된 사고에서 벗어나 가상공간에서 활용될 수 있는 창의적인 시나리오를 바탕으로 한 양질의 교육용 콘텐츠를 개발하여 이를 실제 교육현장에서의 교육 보조도구로써 적극적으로 활용해야 할 것으로 생각된다. 본 논문에서 기초전기회로 가상실험실의 효율적인 구현을 위해 제시된 방안은 수많은 방법중의 하나로써 향후 많은 수정과 보완이 이루어지리라 기대하며 제안된 방안은 공학분야뿐만 아니라 자연과학분야에까지 확대적용이 가능하여 기존의 교육시스템에서 발생하는 문제를 상당부분 보완할 수 있을 것으로 생각된다.

본 논문에서 제시된 가상실험실은 http://bk21.sch.ac.kr/virtual_lab 라는 사이트에서 실제 학생들의 교육보조도구로서 활용되고 있어 실험교육의 내실화에 크게 기여하고 있다.

[참고문헌]

- [1] 김동식, "효율적인 공학교육을 위한 웹기반 가상교육 강좌 개발방안" 대한전기학회 논문

지, 49권6호, 2000.

- [2] 김현주, “WBI 프로젝트의 분석을 통한 한국형WBI 모델,” 한국컴퓨터교육학회 논문지, 1권1호, 1998.
- [3] 김동식, “사이버강의를 위한 웹기반 전기전자 실험실 구현방안,” 공학교육연구, 4권 1호, 2001.
- [4] 권순창, “하이퍼텍스트를 이용한 데이터베이스 프로젝트 교육을 위한 전자교재의 설계방법,” 한국컴퓨터교육학회, 제2권 제1호, 1999.
- [5] 김동식, “인터넷을 이용한 효율적인 공학실험 실습 교육을 이용한 가상실험실의 개발,” 공학 교육과 기술 논문지, Vol. 3, No.2, 2000.
- [6] 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.
- [7] Dongsik Kim, Hojoon Seo, “A Web-based Virtual Laboratory for Electrical Circuits using Multimedia”, CMC2001, 2001.
- [8] 김동식, “디지털 논리시스템에 대한 웹기반 개념학습형 교육용 애플릿의 개발,” 공학교육 학술대회논문집, 2000.