

인터넷을 이용한 효율적인 공학 실험실습교육을 위한 가상 실험실 개발

김동식, 이용순*

순천향대학교 공과대학 정보기술공학부

*고려대학교 대학원 전기공학과

(2000. 4. 25. 접수)

Development of a Virtual Lab System using Internet for Efficient Engineering Experiment Education

Kim, Dongsik, Lee, Yongsoon*

Division of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University

**Department of Electrical Engineering, Korea University*

(received April. 25. 2000)

국문요약

본 논문에서는 인터넷을 이용하여 전기전자 기초실험을 웹상에서 수행할 수 있는 가상 실험실을 개발하였다. 전기전자분야의 기본적인 이론이나 법칙을 학습자가 웹상에 구현된 회로를 이용하여 간단한 마우스 조작을 통하여 가상적으로 실험함으로써 전기전자분야의 기본 이론이나 원리를 쉽게 습득하도록 하였다.

제안된 가상 실험실은 실제 실험과 거의 같은 상황을 묘사하도록 프로그램되어 학습자는 실제 실험과 거의 유사한 실험 결과를 얻을 수 있다. 또한 개발된 가상 실험실은 웹상에서 구현되었기 때문에 학습자가 인터넷을 통하여 언제 어디서나 접속할 수 있으며 실제 실험을 하거나 보조학습 매체로 사용함으로써 그 교육 효과가 클것으로 기대된다.

Abstract

Recently, internet applications for efficient cyber education have drawn much interests. The world-wide web provides new opportunities for cyber education over the internet.

This paper presents a virtual lab system which can be used on the world-wide web. The proposed virtual lab system provides the improved learning methods which can enhance the educational efficiency in engineering experiments. If the students enter

the virtual lab system on the web, they can make an experiment on basic electrical and electronic principles through simple mouse manipulation. Since proposed virtual lab system is implemented to describe the actual lab system, the students can obtain similar experimental data through it. Several sample Java applets are illustrated as examples.

I. 서 론

정보 교환을 목적으로 만들어진 인터넷은 보급 된 지 불과 10여년 만에 이제 주변에서 일어날 수 있는 모든 상황을 재현하는 새로운 가상 공간으로 자리하고 있다. 인터넷의 적용범위가 이처럼 확대 됨에 따라 인터넷을 교육목적으로 활용하는 움직임도 최근 활발해지고 있다. 또한 최근에 분산 환경은 급속하게 발전하고 있으며, 초고속 통신망 등 분산 환경을 지원해 줄 기반 시설도 계속해서 발전하고 있어 이를 교육에 활용할 수 있는 여건이 조성되고 있다. 이 같은 움직임에 맞추어 학교 교육에 있어서도 교육 정보화의 일환으로 교육용 컴퓨터가 대량 보급되고 있고 보급된 교육용 컴퓨터를 활용하기 위한 교육용 소프트웨어도 대량 제작되고 있다.

인터넷을 교육용으로 활용한 초기의 WWW(World-Wide Web)을 이용한 교육방법은 HTML(Hyper Text Markup Language)를 이용하여 강의 내용을 작성한 후 학습자들은 웹브라우저를 이용하여 학습내용을 검색하는 방법으로 진행되었다. 그러나 이와 같은 방식의 교육방법으로는 교육자와 피교육자간의 상호작용을 기대하기가 매우 어려우며, 웹 페이지의 구성자체가 정적으로 이루어져 사실상 관련 과목의 강의 노트를 웹서버에 올려놓는 것에 불과하다. 이러한 웹의 단점을 보완할 수 있는 언어가 JAVA이다. JAVA와 JAVA 애플릿을 포함하고 있는 웹페이지의 능력은 광범위한 것으로, 애플릿은 애니메이션, 멀티미디어의 표현, 실시간 비디오게임, 멀티 유저 네트워크 게임과 실질적인 상호작용들을 생성할 수 있을 뿐만 아니라, 이러한 상호 작용을 활용하여 학습자들이 이해하기 힘든 내용을 효과

적으로 전달할 수 있게 되었다.

본 논문에서는 비현실적인 교육여건을 고려하여 교육효과를 극대화하기 위한 새로운 접근 방식의 교수-학습자료를 JAVA를 이용하여 개발, 이를 실제 교육현장에서 활용될 수 있도록 웹기반 가상 실험실을 구현한다. 이론적으로만 배운 지식을 실제 활용해 볼 수 있도록 하기 위해 실제 실험실 환경과 동일하게 구축된 가상 실험실에서 학습자가 실제 실험시에 진행될 내용을 미리 간단한 마우스 조작을 통하여 가상적으로 실험할 수 있도록 구성하였다. 이렇게 웹상에서 학습자 스스로 마우스 조작을 통하여 직접 실험내용을 이해함으로써 이론 교육과 실험 실습 교육이 병행 가능하여 체계적이고 내실있는 교육이 될 수 있을 것으로 판단된다. 또한 구현된 가상 실험실 개념은 기존의 실험 예비 보고서의 작성이라는 형식적인 틀에서 벗어나 새로운 접근 방식으로써 기존의 실험 실습 교육의 진행 방법의 획기적인 전환이 가능하리라 예상된다.

II. 웹기반 가상 실험실

본 연구에서는 웹 브라우저상에서 가상 실험실

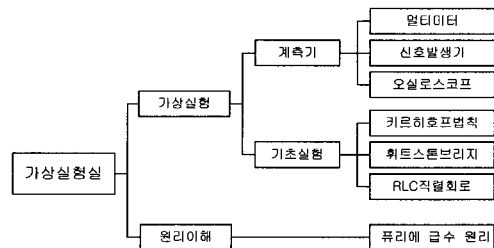


그림 1. 가상 실험실 전체 구성도

을 운영할 수 있도록 개발하여 학습자는 웹상에 구축된 가상 실험실에서 실제 실험과 동일한 방법으로 실험을 진행하게 되고 거기에서 얻은 실험값을 보고서에 작성한 다음, 측정값과 이론값을 비교함으로써 실험후에 자신의 실험결과를 확인할 수 있도록 하였다. 개발된 가상 실험실은 그림 1과 같이 구성되어 있다.

2.1 멀티미터의 구현

멀티미터는 디지털 멀티미터와 아날로그 멀티미터가 있다. 디지털 멀티미터의 경우에는 사용자가 특별한 지식이 없어도 사용이 가능하지만 아날로그 멀티미터의 경우 디지털 멀티미터와 달리 쉽게 측정값을 얻을 수 없다. 따라서 본 연구에서는 아날로그 멀티미터의 사용법을 학습할 수 있는 실험을 제공하였다.

그림 2에서와 같이 멀티미터 실험 화면은 두가지로 구성되어 있다. 왼쪽은 멀티미터가 오른쪽은 실험대가 위치한다. 실험자는 오른쪽 상단에 있는 4개의 탭중에서 하나를 선택하여 실험을 할 수 있다. 4개의 탭은 아날로그 멀티미터로 측정할 수 있는 저항측정, 교류전압, 직류전압, 직류전류등이 제공된다.

실험자는 4개의 실험중에 하나를 선택하여 결선을 하고 왼쪽에 위치한 멀티미터의 손잡이를 마우스로 드래그하여 측정하기 알맞은 배율에 위치한 뒤 바늘이 가리키는 값을 읽어 측정값을 입력하고

결과를 확인한다. 실험자가 측정한 값의 결과는 곧바로 알 수 있도록 하였고, 만약 틀렸을 경우에는 다시 측정할 수 있는 기회를 2회 제공한다.

저항 실험의 경우 표준 저항값이 측정할 때마다 변경되어 실험자는 실험때마다 다른 값을 측정하게 되고, 나머지 실험의 경우에는 회로에 주어진 소자의 값을 실험자가 임의로 바꾸어 측정값을 변경할 수 있다.

2.2 신호 발생기의 구현

신호 발생기 실험은 신호 발생기와 오실로스코프를 연결하여 신호 발생기에서 출력되는 파형을 오실로스코프로 측정하여 실제 출력값과 측정값을 비교하는 실험이다.

그림 3에서와 같이 신호 발생기 실험은 왼쪽에 신호 발생기가 오른쪽에는 오실로스코프가 위치한다. 실험자는 왼쪽에 위치한 신호 발생기와 오실로스코프를 결선한 뒤 신호 발생기의 주파수 조절 나사와 출력 전압의 크기 조절 나사를 마우스로 드래그 하여 적절한 값으로 고정한뒤에 오른쪽에 위치한 오실로스코프를 이용해 출력 파형을 측정하게 된다.

신호 발생기의 주파수 조절부에는 최소값이 0.004, 최대값이 4인 조절 나사와 실제 출력 주파수를 표시하는 창으로 구성되어 있다. 신호발생기의 중앙의 상단에는 MODE부가 있는데 이는 출력 파형을 사인파, 구형파, 삼각파로 조절할 경우

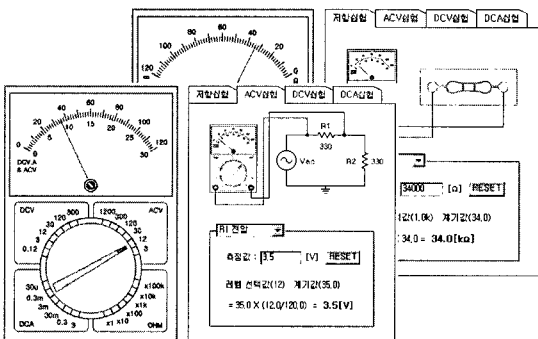


그림 2. 멀티미터 실험

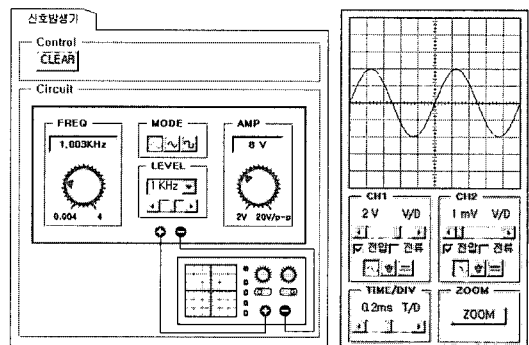


그림 3. 신호 발생기 실험

사용된다. 중앙 하단에 위치한 LEVEL부는 주파수 조절 나사에서 결정된 값과 LEVEL부에서 지정한 값이 곱해진 값으로 실제 출력 파형의 주파수를 얻을 수 있게 된다. 신호 발생기 우측에 위치한 크기 조절 나사는 출력값의 전압의 크기를 최소 2V에서 최대 20V/p-p값을 조절하는데 사용된다.

2.3 오실로스코프의 구현

오실로스코프는 실험에 있어서 가장 많이 쓰이는 만큼 매우 중요한 계측기이다. 본 연구에서 구현된 오실로스코프는 두가지인데 출력값의 크기와 주파수만을 확인할 수 있는 간단한 기능을 가진 오실로스코프와 좀더 자세한 값을 얻기 위해 많은 기능을 제공하는 오실로스코프이다. 작은 오실로스코프는 실험의 초기화면에서 확인할 수 있으며, 큰 오실로스코프의 경우는 그림 4와 같이 작은 오실로스코프의 우측 하단에 위치한 'ZOOM' 버튼을 클릭하면 나타난다.

2.3.1 Marker

Marker는 실험자가 Control부에 있는 CH1, CH2의 버튼을 클릭하면 마우스에 나타나게 되며 회로도에는 그림 4에서와 같이 Marker가 위치할

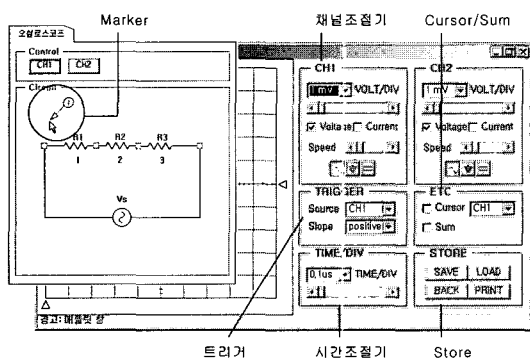


그림 4. 오실로스코프 전체 구성도

수 있는 표시가 나타나게 된다. 실험자는 Marker를 이용하여 측정하고자 하는 위치에 클릭하면 Marker가 위치한 곳의 전압, 전류, 주파수의 정보가 오실로스코프에 나타나게 된다.

2.3.2 채널 조절기

오실로스코프는 두 개의 채널로 구성되어 있다. 각 채널에는 전압 크기의 배율을 최소 1mV/DIV부터 최대 50 V/DIV까지 조절하는 전압 조절기와 Marker가 위치한 곳의 전압 파형이나 전류 파형을 볼 것인지에 대한 여부를 선택할 수 있는 부분이 있다. 또한 파형의 시간축에 대해 이동할 수 있는 스크롤바가 있고 입력 파형을 3가지(AC, GND, DC) 모드로 볼 수 있는 기능도 제공하고 있다.

2.3.3 트리거

트리거 조절기는 두가지로 구성되어 있는데 트리거로 사용할 Source를 결정하는 부분과 트리거의 기울기를 조절하는 Slope 부분으로 나뉘어져 있다. 트리거를 할 위치는 화면의 x축과 y축에 위치한 삼각형을 마우스로 원하는 위치에 그림 5에 보여진 것처럼 드래그하여 결정하게 된다.

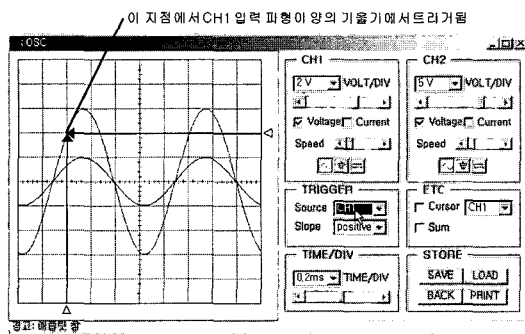


그림 5. 트리거

2.3.4 시간 조절기

시간 조절 기능은 전압 조절 기능과 함께 오실로스코프에서 가장 많이 사용되는 기능이다. 시간 조절부는 전압 조절부와 동일한 환경을 제공한다. 선택 박스를 이용하여 시간의 배율을 조절할 수 있도록 하였으며 스크롤바를 이용해도 같은 효과를 얻을 수 있다. 시간 조절 배율은 최소 0.1us에서 최대 0.5s이다.

2.3.5 Cursor/sum 와 기타 기능

Cursor 기능은 오실로스코프에는 없는 기능이다. Cursor 기능을 이용하면 두 개의 채널로 입력된 파형의 위상차를 알고자 할 때 쉽게 측정할 수 있는 편리한 기능이다. 두 파형에 대한 위상차를 얻기 위해서는 입력 파형의 주기와 길이를 이용해 위상차를 계산해야 하는데 Cursor를 이용하면 기준이 되는 파형이 입력되는 채널을 선택하고 위상차를 측정할 곳을 마우스로 드래그 하여 각각 위치시키면 위상차가 몇도가 되는지를 표시해 준다.

Sum기능은 두 개의 파형을 더했을 때 나타나는 파형을 관찰하고자 할 경우에 사용한다. 기타 기능에는 현재 파형을 저장하는 기능과 저장된 파형을 불러오는 기능, 현재 화면에 관측된 파형을 프린트하는 기능을 제공한다.

2.4 저항의 직·병렬 회로 실험

저항의 직·병렬 실험은 기본 계측기를 이용한 전기전자분야의 기초 실험이다. 저항의 직·병렬 회로에 대하여 옴의 법칙 및 키르히호프 법칙의 성립 여부를 실험을 통해 확인하게 된다.

전체 구성은 그림 6에 보인 바와 같이 2.1에서의 멀티미터 실험과 유사하다. 좌측에는 멀티미터가 우측에는 실험대가 위치한다. 실험자는 우선 직렬 회로와 병렬 회로중에서 하나를 선택하게 된다. 선택된 회로는 Circuit부에 나타나게 되고 실험

자는 측정하고자 하는 요소를 Control부에 있는 선택 박스에서 선택하게 된다. 다음에는 결선하기 버튼을 클릭하여 원하는 요소의 결선 여부를 확인한 뒤 멀티미터를 이용하여 측정값을 읽게 된다.

측정값은 실험 보고서에 기록하게 되어있는데 실험자는 실험 보고서 버튼을 클릭하여 그림 7에서와 같이 보고서를 작성하게 된다. 보고서에는 단계적으로 실험자가 수행해야 할 내용이 포함되어 있으므로 실험자는 보고서에 지시된 내용에 따라 실험을 하고 그 결과를 확인할 수 있다.

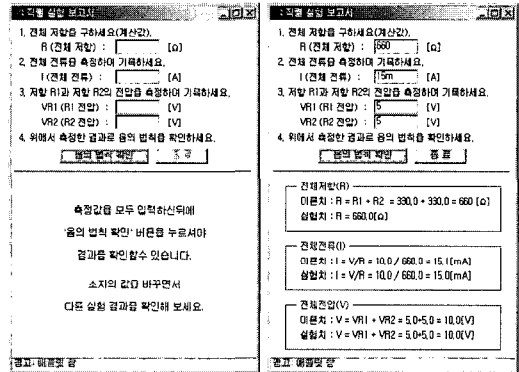


그림 7. 실험 보고서

2.5 휘트스톤 브리지 실험

실험자는 결선하기 버튼을 클릭하면 나타나는 R3의 값을 변화시키면서 전류계에 측정되는 전류의 값을 0으로 하는 R3값을 찾게 된다. 전류의 값

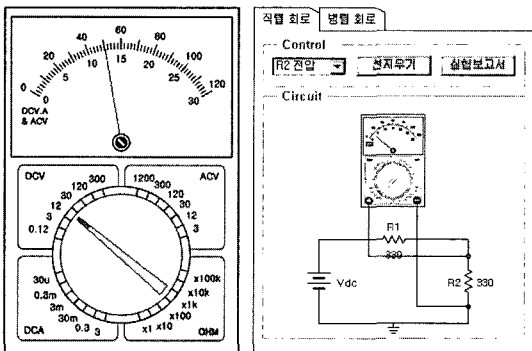


그림 6. 저항의 직·병렬 실험

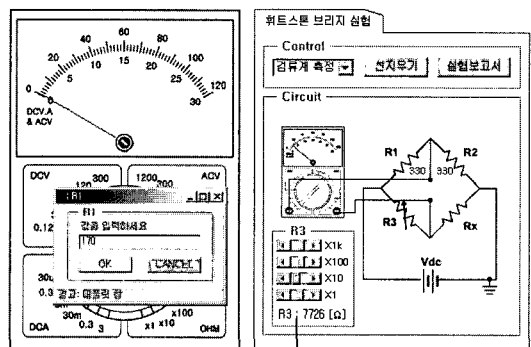


그림 8. 휘트스톤 브리지 실험

이 0이 되게 하는 R3를 찾게 되면 미지의 저항 Rx는 다음 수식을 이용하여 구할 수 있다.

$$R_x = \frac{R_2}{R_1} R_3 \quad (1)$$

그림 8은 전류계의 눈금이 0이 되게 하는 R3값을 찾은 것이다. R3를 위 식에 대입하여 Rx를 구하고 실험자는 이 값을 실험보고서에 작성하여 결과를 확인한다.

미지의 저항 Rx는 R2/R1의 비례값에 의해 범위가 결정되므로 R1과 R2의 값을 더블클릭하여 변화시키면서 실험을 진행 할 수 있다.

2.6 RLC 직렬 회로

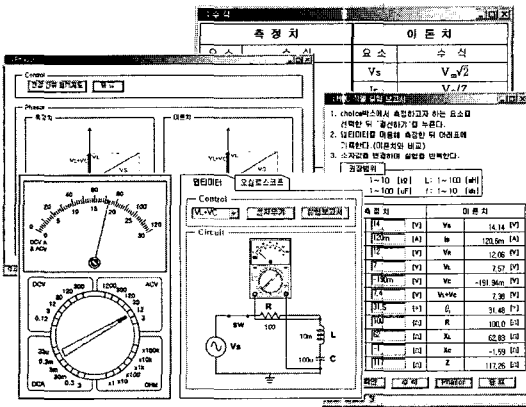


그림 9. RLC 직렬 실험

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.

실험 진행 방법은 앞에서 설명한 내용과 유사하다. 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 9에 보인 바와 같이 Phasor 버튼은 측정된 결과값을 Phasor로 볼 수 있는 기능을 제공한다. RLC 직렬 실험에서 오실로스코프 실험은 L, C의 소자에 인가되는 전압의 위상차를 측정할 때 사용된다. 그림 10은 입력 전압과 VL+Vc 전압과의 위상차를 Cursor를 이용하여 측정한 결과이다.

2.7 푸리에 급수

이 애플릿은 원리 이해를 목적으로 만들어진 애플릿이다. 푸리에 급수가 전개 되는 과정을 동적으로 표현함으로써 학생들이 이론적인 원리를 이해하

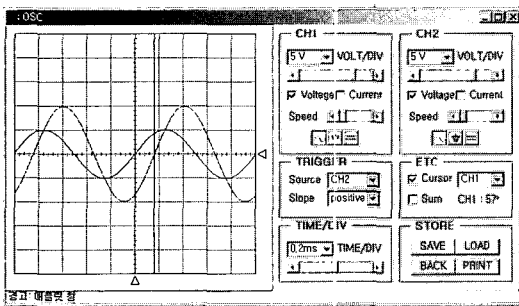


그림 10. 위상차 측정 결과

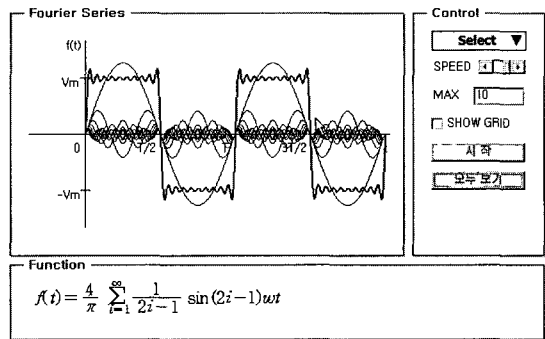


그림 11. 구형과 전개 화면

는데 좀더 효율적인 학습효과를 기대할 수 있다.

학습자는 우측의 Control부의 Select 메뉴에서 원하는 파형을 선택하게 된다. 5개의 제공된 파형 중에서 하나를 선택한 뒤에 시작 버튼을 클릭하게 되면 선택된 파형의 퓨리에 전개가 단계적으로 이루어지게 된다. 단계적으로 이루어지는 속도는 SPEED로 조절할 수 있고 파형이 더해지는 최대 값은 전개 도중에 조절할 수 있게 하였다. 화면의 아래에는 현재 전개되는 파형의 공식이 소개된다. 그림 11에 구형파의 최종 화면이 나타나 있다.

III. 결 론

디지털 혁명에 따른 정보통신 기술과 컴퓨터 테크놀로지의 비약적인 발전과 급속한 확산으로 21세기에는 전 세계적으로 엄청난 변화가 예상된다. 이러한 변화에 따라 기존의 전통적인 교육의 틀과 교육내용에 대한 변화가 요구되어 왔으며 이를 위해 전 세계적으로 교육내용의 다변화가 추구되면서 인터넷을 통한 가상공간에서의 학습이 급속도로 확산되고 있다. 이러한 시대적인 변화에 능동적으로 대처하기 위해서는 우리의 전통적인 교육 시스템의 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 논문에서는 실제실험실에서 이루어지는 실험실습교육을 웹상에서 구현하기 위한 각종 계측장비 컴포넌트와 이를 활용한 몇가지 기초실험에 대한 애플릿을 제시하였다. 개발된 애플릿은 간단한 마우스 조작을 통해 웹상에서 실행되도록 개발되었기 때문에 학습자가 흥미를 잃지 않고 가상실험을 수행하면서 실험전반에 걸친 내용을 이해할 수 있도록 하였다. 개발된 웹기반 가상실험실은 서버-클라이언트 모델로 운용되기 때문에 언제 어디서나 학습자 중심의 능동적인 열린교육이 가능하

게 된다. 뿐만 아니라 개발되어 있는 가상 실험실과 향후 추가될 개념학습형 자바 애플릿을 함께 병행하여 적절히 활용한다면 효율적이며 짜임새 있는 실험실습교육이 가능하리라 생각된다.

본 논문에서 제시한 가상실험실은 구현될 수 있는 여러 방법들중에 하나로써 절대적인 것은 아니며 다양한 접근방법이 가능함을 밝혀둔다. 향후 연구에서는 웹기반 언어인 JAVA의 장점을 고려하여 가상실험실을 웹상에서 구현함은 물론 각 세부분야별로 개념 및 원리이해를 위한 개념 지도학습형 JAVA 애플릿을 개발하여 이를 실제 가상실험전에 학습자에게 제공함으로써 좀더 효율적인 교육이 가능하도록 할 예정이다.

[참고문헌]

- [1] 김동식 외 2명, *자바 가상 실험실 전기 회로 기초 실험*, 동일 출판사, 1999
- [2] 김석정, *JAVA Programming Explorer*, 헤지원, 1997
- [3] 서원정, *Programming JAVA AWT*, 삼각형프레스, 1998
- [4] Cooper, "Mordern Electronic Instrumentation", 대영사, 1992
- [5] John Zukowski, "JAVA 1.2", 삼각형프레스, 1998
- [6] Sun microsystem, <http://www.java-soft.com>
- [7] Stieve Simkin, Neil Bartlett, Alex Leslie, *JAVA Programming Explorer*, The Colriolis Group, Inc.
- [8] Partrick Chan, Rosanna Lee, Douglas Kramer, *The Java Class Libraries Second Edition*, Vol. 1-1, 1-2, 2-1, 2-2, Addison Wesley