

자바 애플릿을 이용한 웹 기반 디지털 논리회로 가상실험키트

김동식\* 김기운\* 박상운\* 서삼준\*\*  
 \*순천향대학교 정보기술공학부 \*\*안양대학교 전기전자공학과

A Web-based Virtual Experiment Kit for Digital Logic Circuits Using Java Applets

Kim, Dongsik\* Kim, Kiwoon\* Park, Sangyun\* Seo, Samjun\*\*  
 \*Division of Information Technology Engineering, Soonchunhyang University  
 \*\*Department of Electrical and Electronic Engineering, Anyang University

Abstract

In this paper, we developed an efficient virtual experiment kit with creative and interactive multimedia contents, which can be used to enhance the quality of education in the area of digital logic circuits. Since our virtual experiment kit is implemented to describe the on-campus laboratory, the learners can obtain similar experimental data through it. Also, our web-based virtual experiment kit is designed to enhance the efficiency of both the learners and the educators. The learners will be able to achieve high learning standard and the educators save time and labor.

The virtual experiment is performed according to the following procedure: (1) Circuit Composition on the Bread Board (2) Applying Input Voltage (3) Output Measurements (4) Checkout of Experiment Results. Furthermore, the circuit composition on the bread board and its corresponding online schematic diagram are displayed together on the virtual experiment kit for the learner's convenience.

Finally, we have obtained several affirmative effects such as reducing the total experimental hours and the damage rate for experimental equipments and increasing learning efficiencies as well as faculty productivity.

1. 서론

현재 사회는 인터넷의 급속한 보급과 네트워크의 발전으로 인해 인터넷 기반 정보화 사회라고 할 수 있을 정도로 인터넷은 사회생활의 중요한 요소가 되었다. 인터넷의 영향력이 커진 만큼 새로운 업무나 사회전반의 기술 등 그 범위가 확대되어 가고 있는 추세이며, 더욱이 인터넷은 우리 주변에서 일어날 수 있는 모든 상황을 재현할 수 있는 새로운 가상공간으로 자리하게 되었다. 예를 들어 특정한 교육용 사이트에 가입을 하거나 특정 개인 사이트에게 문서화된 강좌를 보면서 해당 사이트에서 제공하는 교육을 받게 될 것이다. 그런데 교육용 전문 사이트에서 제공하는 콘텐츠가 단순히 학습자들에게 텍스트나 이미지를 보여주는 데 치중한 강좌들이 대부분이며 학습자와 교수자간의 능동적이고 상호작용적인 학습참여가 부족한 실정이다. 또한 실제로 전기, 전자분야 등에 관련된 강좌들 역시 실험실습의 형태가 아닌 문서화된 강좌로 추상적으로 구성되어 학습자 입장에서 해당 내용을 구체화하기가 어려운 실정이다. 이런 문제들을 해결하기 위한 방법은 교과과정을 비롯한 실험내용 그리고 실험진행 방법 등에 대해 전반적으로 개선하는 방법 외에 그 해결책이 없다고 해도 과언은 아닐 것이다. 그러나 국내대학이 처해 있는 실험진행 환경의 열악성은 부인할 수 없는 사실이며, 실험진행과정에 대한 교과과정의 개발도 미진한 형편이므로 효율적인 실험실습교육을 위한 보조 교육도구로서의 실험진행에 있어서 동적인 요소를 가미한 새로운 형식의 디지털 콘텐츠의 개발이 매우 필요하다는 것을 절감하였다.

따라서 본 논문에서는 효율적인 디지털 논리회로 실험/실습교육에 있어 실제 실험실에서 이루어지고 있는 디

지탈 논리회로 가상실험키트를 웹상에서 소프트웨어적으로 구현하여 실제 실험에 임하기 전에 학습자로 하여금 간단한 마우스 조작을 통해 흥미로운 예비실험을 진행할 수 있도록 하는 가상실험환경을 구축하였다. 학생들은 이러한 가상실험환경에 접속하여 기존의 텍스트기반 학습 형태에서 탈피하여 보다 진일보된 웹상의 가상공간에서 실험을 진행함으로써 실험원리 및 실험내용에 대해 보다 명확하게 이해가 가능하도록 하였다.

본 논문에서 제시된 웹 기반 디지털 논리회로 가상실험키트는 교수-학습 자료를 자바애플릿 및 멀티미디어를 이용하여 구현한 새로운 접근방법의 디지털 콘텐츠이며, 기존의 면대면 교육방식과 융화하여 운영된다면 매우 큰 교육효과를 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

2. 디지털 논리회로 가상실험키트

2.1 디지털 논리회로 가상실험키트 화면구성

본 논문에서 제안한 디지털 논리회로 가상실험키트는 학습자들이 웹상에서 논리회로 실험을 간단한 마우스 클릭을 통해 진행할 수 있는 환경을 구축한 것으로 그림 1에 디지털 논리회로 가상실험 키트의 실행화면을 도시하였다. 그림 1에서 표시된 바와 같이 디지털 논리회로 가상실험키트는 전원을 인가할 수 있는 '전원 인가 부', 결선된 회로에 디지털 신호를 인가할 수 있는 '입력 부', 클럭 펄스 인가 부, 디지털 논리회로의 출력을 LED로 표시하는 '출력부', 논리회로 결선을 위한 '브레드 보드', 브레드 보드에 결선되는 상황을 표시하는 '온라인 맵핑 공간' 그리고 IC 소자를 선택할 수 있는 'IC 소자 공간'으로 구성되어 있다.

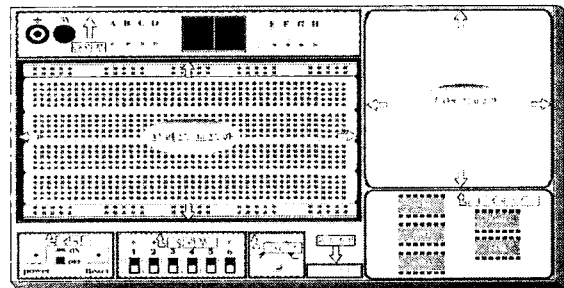


그림 1. 디지털 논리회로 가상실험키트

2.2 가상실험키트의 세부구성요소

2.2.1 전원 인가부

학습자가 그림 1의 화면 중앙에 보이는 브레드 보드에 필요한 디지털 논리회로의 결선을 하여 해당 입력에 대한 출력을 측정하고자 하기 위해서, 먼저 가상실험키트의 전원을 인가하여 가상실험 키트가 동작될 수 있도록 POWER 버튼을 마우스로 클릭 한다. 그림 2에 전원인가 후 활성화 된 화면을 도시하였다

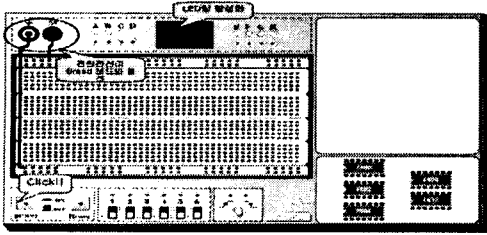


그림 2. 전원인가 후 활성화된 화면

### 2.2.2 IC 소자 게이트 선택하기

전원을 인가하면 가상실험키트 우측 하단에 있는 IC 소자 중에서 어떤 것을 선택할 것인지를 결정해야 한다. 그림 3은 IC 소자가 위치한 영역에서 소자 중에서 하나를 선택하기 위해 학습자가 원하는 IC 소자에 마우스 커서를 가져다 놓으면 해당 위치에 핸드 커서로 바뀌게 되어 마우스로 클릭 하여 선택하라는 의미로 구현되어 있다.

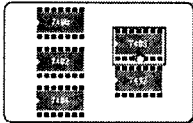


그림 3(a). IC 소자영역

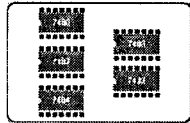


그림 3(b). IC 소자의 선택

### 2.2.3 브레드 보드 상에 IC 소자 고정

학습자가 선택한 IC 소자를 브레드 보드에 고정시키기 위해서는 IC 소자 영역에서 자신이 원하는 IC 소자를 선택하여 클릭 한 상태에서 드래그를 하게 되면 브레드 보드 영역에 게이트 소자가 위치할 영역이 표시되게 된다. 예를 들어 학습자가 마우스로 7408 IC 소자를 선택하여 드래그 하면 그림 4와 같이 빨간색으로 된 영역이 브레드 보드 상에 표시되는데 그 위치에서 마우스를 놓으면 IC 소자가 브레드 보드에 위치하게 된다.

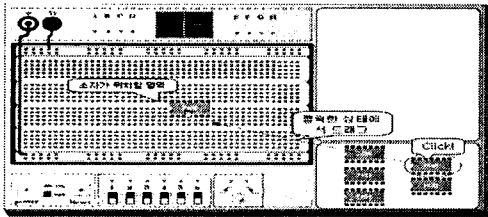


그림 4. IC 소자의 위치고정

### 2.2.4 IC 소자의 설명 프레임 보기

IC 게이트 소자는 처음으로 접하는 학습자 입장에서는 그 소자가 어떤 역할을 하는지 그리고 내부 핀 배치도가 어떤 형태인지 등에 대해 잘 알기가 어렵다. 따라서 본 논문에서는 해당 IC 소자에 대한 상세한 설명이 수록된 프레임을 구현하여 학습자에게 제공함으로써 실험 전반에 걸친 흐름을 잘 이해할 수 있도록 설계하였다.

그림 5에서 보는 것과 같이 IC 소자를 브레드 보드에 위치하게 되면 “결선하기” 버튼이 활성화 되는데 이 버튼을 마우스로 클릭하면 “Detail” 버튼이 생기게 된다. 이 “Detail” 버튼을 누르게 되면 학습자가 선택한 IC 소자의 자세한 설명 프레임이 화면에 나타나게 된다.

그림 6에 같이 설명 프레임에서 학습자에게 소자의 핀 배치도, 진리표 그리고 진리표의 각 입출력에 대한 확인 학습이 제공되어 IC 소자에 대한 여러 가지 기능에 대해 시각적으로 쉽게 학습할 수 있도록 설계하였다. 한편, 그림 6의 중앙부분에 위치한 “one click” 버튼을 한번씩 클릭할 때 마다 입력신호가 이동하면서 출력신호가 우측에 나타나도록 하여 진리표에 제시된 입출력관계를 확인할 수 있다.

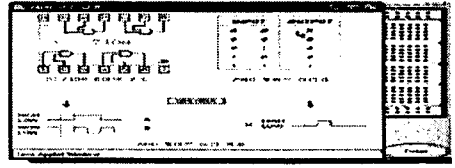


그림 5. IC 소자에 대한 설명 프레임

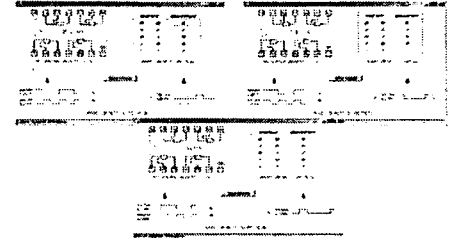


그림 6. IC 소자에 대한 설명 프레임

### 2.2.5 입력 값 인가 와 회로 결선

IC 소자가 브레드 보드에 고정되고 해당 IC 소자에 대한 설명 프레임을 확인하게 되면 회로결선이 이루어져야 한다. 그런데 회로결선을 브레드 보드 상에서 진행하게 되면 회로 소자 수가 증가함에 따라 선의 연결 상태가 점차 복잡해져서 결선이 제대로 이루어졌는지에 대해 확인하기가 어렵게 된다. 이런 문제점을 해결하기 위해 IC 소자가 브레드 보드 상에서 결선되는 상황을 그대로 가상실험키트의 온라인 맵핑 공간에 논리회로 심벌로써 도시될 수 있도록 구현하여 학습자의 편의를 도모하였다. 결선을 위해 IC 소자와 입력 부 및 출력부와와의 회로결선이 필요한데 결선하는 과정은 먼저 IC 소자가 브레드 보드 상에 위치한 후 “결선하기” 버튼을 누르면 결선할 수 있는 영역이 나타나게 되며, 다음으로 그 영역에 마우스 커서가 놓여지면 핸드커서로 바뀌면서 학습자로 하여금 클릭 하여 회로를 결선할 수 있도록 2단계로 설계되어 있다.

그림 7에 IC 소자, 입력 부 그리고 출력부를 서로 결선하여 회로가 구성되는 과정을 화면으로 도시하였다. LED 값의 변화가 출력부에 결선되어 나타나도록 하였으며 학습자로 하여금 실제 실험에서 결선을 쉽게 할 수 있도록 하기 위해 가상실험키트에서 미리 선이 결선된 모습을 보여주어 실제 실험이 용이하게 진행되도록 하였다.

### 2.2.6 온라인 맵핑

회로가 브레드 보드 상에 결선되었다면 IC 소자의 연결이 제대로 되었는지를 확인하는 과정이 필수적이다. 그러나 연결되는 IC 소자의 개수가 증가하면 결선이 복잡하게 되어 결선의 정확성을 검토하는데 어려움이 있을 것이다. 따라서 브레드 보드 상에서 결선되는 회로를 가상실험키트 우측에 온라인으로 논리회로 심벌로 맵핑 하여 학습자에게 제공된다면 결선의 정확성을 효과적으로 확인할 수 있어 학습효율의 극대화를 이룰 수 있다. 그림 8에 브레드 보드 상에 논리회로를 결선할 때 논리회로 심벌이 가상실험키트의 온라인 맵핑공간에 나타나지는 과정을 도시하였다.

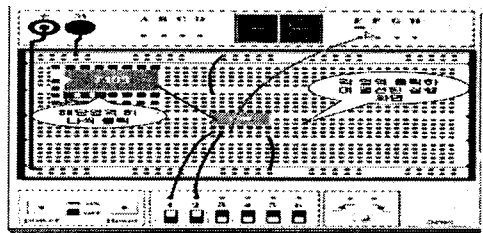


그림 7. 회로가 결선되는 과정을 나타낸 실행화면

IC 소자, 입력부 및 출력부를 결선하여 IC 소자와 결선되어지는 과정을 그림 9에 도시하였다. 이러한 과정을 통해 브레드 보드 결선과 동시에 논리회로 심벌 결선이 온라인으로 맵핑되어 학습자에게 시각적으로 전달되므로 학습자가 실험내용을 쉽게 이해할 수 있기 때문에 회로 출력이 예측한 결과와 다르게 출력되는 경우 브레드 보드 결선을 확인하는 대신 논리회로 심벌결선을 확인함으로써 오류 발견이 매우 쉽게 이루어지게 된다.

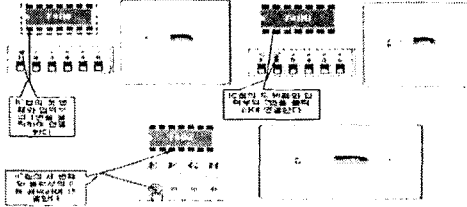


그림 8. 온라인 맵핑 과정

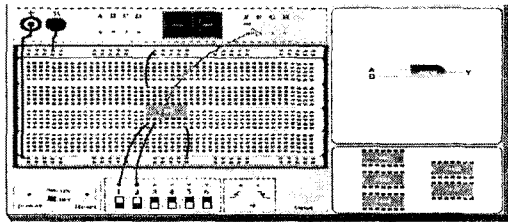


그림 9. IC 소자의 결선과 온라인 맵핑과정 실행화면

### 2.3 가상실험 키트의 프로그램 설계

본 논문에서 제안된 디지털 논리회로 가상실험 키트는 그림 10에 나타낸 바와 같이 실험키트 표시부분, 마우스 이벤트 처리부분, 결선 및 회로구성상태 확인부분 그리고 결과출력의 4개의 단계를 거쳐 프로그램으로 구현되었다.



그림 10. 가상실험 키트의 프로그램 설계

### 2.4 디지털 논리회로 가상 실험키트 실행 예

본 논문에서 제안된 가상실험 키트의 몇 가지 논리회로에 대해 실행한 결과를 샘플로서 제시하였다. 앞서 기술한 바와 같이 논리회로 가상실험 키트를 학습자가 간단히 마우스로 클릭함으로써 해당 가상실험이 진행되기 때문에 쉽게 실험내용을 습득할 수 있도록 설계되었다. 그림 11-12에 전가산기 가상실험과 RS 플립플롭 가상실험 실행 예를 각각 도시하였으며, 각 그림에서 보이는 바와 같이 해당 논리회로에 대한 브레드 보드 결선상태가 우측의 온라인 맵핑 공간에 논리회로 심벌로 시각적으로 도시되는 것을 알 수 있다.

또한, 그림 13에 동기식 카운터 가상실험의 실행 예를 각각 도시하였으며 브레드 보드상의 결선과 논리회로 심벌의 결선이 동시에 제공되므로 실험과정에서 결선상의 오류를 쉽게 발견할 수 있다.

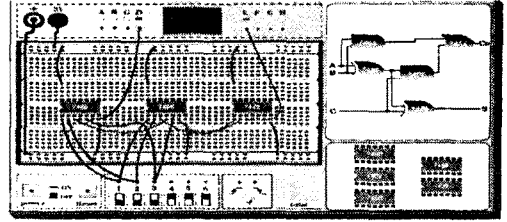


그림 11. 전가산기 가상실험 실행 예

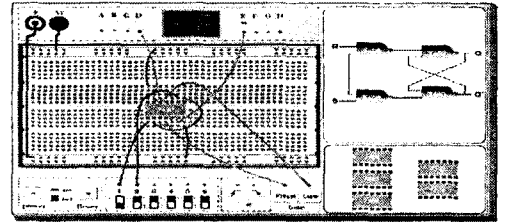


그림 12. RS 플립플롭 가상실험 실행 예

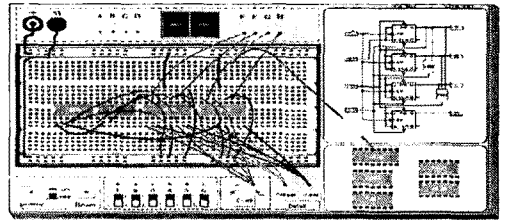


그림 13. 동기식 카운터 가상실험 실행 예

## 3. 결 론

본 논문에서는 전통적인 실험교육시스템의 문제점을 극복할 수 있는 한 가지 방안으로 가상공간에서 디지털 논리회로 가상실험을 수행할 수 있는 웹 기반 디지털 논리회로 가상실험 키트를 개발하였다. 본 가상실험 키트는 학습자들이 실제 실험에 준하는 실험 환경을 미리 웹상에 경험함으로써 그 자체로 실제 실험을 대체하거나 실제 실험의 완성도를 높이는 사전 준비과정으로 활용될 수 있다. 특히 브레드 보드상에서 이루어지는 논리회로 결선을 표준화된 논리회로 심벌결선으로 온라인으로 학습자에게 시각적으로 전달함으로써 학습자가 실험내용을 쉽게 이해할 수 있을 뿐만 아니라 실험 결과 값 분석 시 예측한 결과와 다르게 출력되는 경우 복잡한 브레드 보드 결선을 확인하는 대신 표준화된 논리회로 심벌결선을 확인함으로써 결선오류 발견을 매우 쉽게 할 수 있다는 특징이 있다.

### [ 참고 문헌 ]

- [1] 김 동식, 서 삼준, " 웹기반 전기전자 가상실험실 구현 방안," 공학교육연구, 4권 1호, 2001
- [2] 김 동식, 최 관순, 이 순홍, " 웹 기반 기초전기회로 가상실험실," 공학교육연구, 5권 1호, 2002
- [3] 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.
- [4] 김 동식, " 디지털 논리시스템의 개념학습을 위한 웹 기반 자바 애플릿의 개발," 공학교육연구, 4권 2호, 2001
- [5] 김 동식, " 멀티미디어를 이용한 웹기반 디지털 논리회로 가상실험실의 구현," 공학교육연구, 5권 1호, 2002