

자바를 이용한 가상 전자 회로 실험 구축에 관한 연구

박 준 용, 차 정 훈, 김 동 식, 허 원
공주대학교 공과대학 전기·전자·정보공학과

A Study on the Development of a Basic Electronic Virtual Lab System Using JAVA

Jun-Yong Park, Jeong-Hun Cha, Dongsik Kim, Won Ho
Department of Electrical • Eletronic • Information Engineering,
College of Engineering,
Kongju National University

Abstract - The current educational software usually has limitations of accessing and mutual communication. Networking Technology can overcome these limitations. Using Internet, students can access the educational resources easily and learning process can be monitored.

In this study a virtual experiment program is developed for students to practice the basic electronic experiment, which is a fundamental subject in electronic department curriculum. Students can understand the basic theory and rules easily by simulated experimental process. Almost the same result is obtained as in real experiment because this program is made to simulate the real experiment.

The virtual experiment site can be accessed easily by Internet and an experiment is performed based on individual basis without restriction of location and time. This program can be used as fully the real experiment substitution or supplementary educational materials. In both case, it provides many benefits in education.

1. 서 론

1. 연구의 필요성 및 목적

최근 분산 환경은 급속하게 발전하고 있으며, 초고속 통신망 등 분산 환경을 지원해줄 기반 시설도 계속해서 발전하고 있어 이를 교육에 활용할 수 있는 여건이 조성되고 있다.

본 논문은 학습자가 네트워크를 통하여 프로그램을 실행한 후, 회로 각 부분의 전압 또는 전류 위상 등을 즉 정해 봄으로써 전자 이론에서 배운 반도체 소자, 증폭회로, 디지털 회로 등의 특성이나 증폭도, 위상 관계를 쉽게 이해할 수 있게 하였다. 그리고 개발한 프로그램은 WWW상의 서버에 설치하고, 학생들은 웹 브라우저를 구동시켜 서버에서 제공하는 프로그램을 실행시키면 된다. 이와 같은 웹을 이용한 가상 실험은 많은 장점을 제공한다.

첫째, 전통적인 학습 방법보다 더 흥미로운 수업을 경험할 수 있다.

둘째, 학습에 있어서 다양성과 융통성이 있으며, 학습자와 컴퓨터간에 상호 작용적인 학습을 제공한다.

셋째, 시간과 거리에 구애받지 않고 학습자가 학습할 수 있다. 넷째, 가상 실험을 통해 회로의 원리를 이해하는 물론 실험실, 실험 실습 기자재, 실험 재료 등이 없어도 실험이 가능하다. [1][3][6]

2. 연구의 내용 및 범위

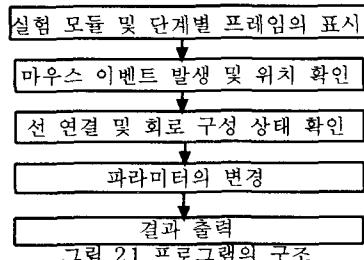
본 논문은 웹에서 전자회로 가상 실험실을 운영할 수 있도록 개발하였다. 가상 실험에서는 위의 내용을 전자

회로의 기본이 되는 반도체 소자와 증폭회로의 실험을 통해서 이해하도록 하였다. 가상 실험 프로그램의 내용은 다이오드 소자의 특성과 정류회로, 클리핑 클램프 회로, 트랜지스터의 특성, 이미터 접지 증폭회로, 이미터 폴로워, JFET의 특성, JFET증폭(CS)회로, JFET증폭(CD)회로, 차동 증폭기, 상보 Push-pull, 연산증폭기의 반전, 비반전, 가산기, 비교기, 시미트 트리거, 적분기, 미분기에 관한 실험으로 구성되어 있다.

2. 본 론

2.1 가상 전자 기초 실험 프로그램의 설계

가상 전자 기초 실험 프로그램은 기존의 CAI 프로그램의 단점을 보완하고 네트워크를 이용한 실험을 위하여 JAVA를 이용하여 개발하였다. 본 논문에서 개발한 가상 전자 기초 실험 프로그램의 구조는 그림 2.1과 같다.



2.2 가상 전자 기초실험 프로그램의 구현

가상 전자 기초실험 프로그램은 모두 14개로 되어있으나 크게 두 가지 유형으로 나눌 수 있다. [8][9][10]

첫째, 도표에 단계별로 data값을 입력하여 그래프로 나타내고 확인해 보는 유형.

둘째, 실험의 입력 값에 따라 파형의 변화를 관찰하고 파형을 입력 받는 유형.

아래 14개의 단계에서 첫째 유형의 프로그램은 ①④⑦이고, 두 번째 유형은 ②③⑤⑥⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭이다.

- ① 반도체 다이오드의 특성 실험
- ② 다이오드 정류회로 실험
- ③ 다이오드 클리퍼 클램프 회로 실험
- ④ 트랜지스터 특성 실험
- ⑤ 이미터 접지 증폭기 실험
- ⑥ 이미터 폴로워 실험
- ⑦ FET 특성 실험
- ⑧ FET 증폭기 실험
- ⑨ CD 증폭기 실험
- ⑩ 차동 증폭기 실험
- ⑪ 상호 대칭형 푸시-풀 증폭기
- ⑫ 연산증폭기 실험
- ⑬ 연산증폭기 응용1 실험
- ⑭ 연산증폭기 응용2 실험

2.3 가상 전자 기초실험 프로그램의 구현

가상 전자 기초실험 프로그램의 구현은 두 가지 유형이 있다. 여기에서는 각 유형의 대표적인 프로그램으로 첫 번째, 반도체 다이오드 특성 프로그램(2.3.1)을 소개하고자 한다. 그리고 두 번째 유형인 클리핑 클램프 회로의 프로그램(2.3.2)을 소개하고자 한다.

2.3.1 반도체 다이오드 특성 프로그램

반도체 다이오드 특성 실험 프로그램을 실행하면 그림 2.3.1과 같다. 다이오드는 일반적으로 순방향바이어스와 역방향 바이어스를 갖는다. 따라서 학습자는 단계1 버튼을 클릭하여 다이오드의 순방향 특성 실험(그림 2.3.2) 프레임의 순서에 따라 다이오드를 마우스로 드

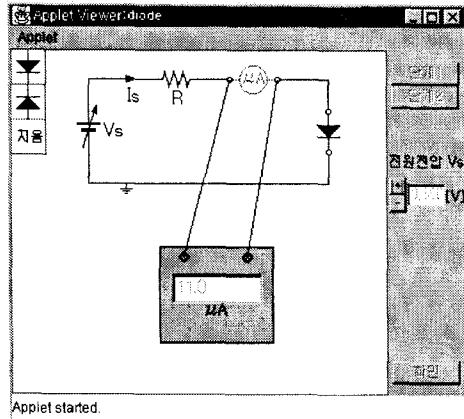


그림 2.3.1 반도체 다이오드 특성

래그 하여 회로를 결선 한 다음 계기의 단자를 클릭하여 회로의 측정부위와 연결을 한다. 그리고 전원 전압 Vs를 +,-로 변화시켜 표의 값과 같게 하고, 측정값을 읽어 표의 빈칸에 기록한다. 표가 완성되면 그래프 버튼을 클릭 하여 조사된 값과 실제 특성곡선 사이에 어떤 차이가 있는지 아래 그래프로 확인한다. 실험을 수행 한 다음 종료 버튼을 클릭하여 프레임을 닫아준다.

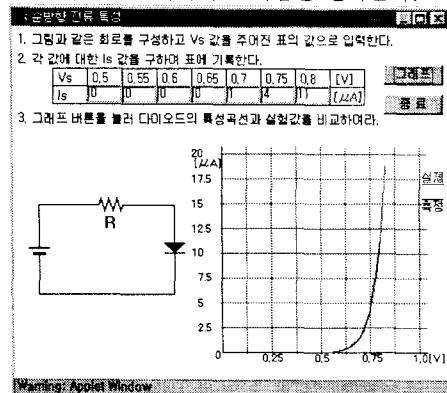


그림 2.3.2 다이오드 순방향 실험

다음 단계로 학습자는 단계2 버튼을 클릭하여 다이오드의 역방향 특성 실험(그림 2.3.3)의 프레임의 순서에 따라 다이오드를 마우스로 드래그 하여 회로를 결선 한 다음 계기의 단자를 클릭 하여 회로의 측정부위와 연결을 한다. 그리고 전원 전압 Vs를 +,-로 변화시켜 표의 값과 같게 하고, 측정값을 읽어 표의 빈칸에 기록한다.

표가 완성되면 그래프 버튼을 클릭 하여 조사된 값과 실제 특성곡선 사이에 어떤 차이가 있는지 아래 그래프로 확인한다. 실험을 수행 한 다음 종료 버튼을 클릭하여 프레임을 닫아주고 확인 버튼을 눌러 데이터를 저장

한다음 프로그램을 끝낸다.

앞에서 실행한 단계1과 단계2를 같이 생각해 보면 그림 2.3.4와 같은 다이오드 특성곡선이 완성됨을 알 수 있다.

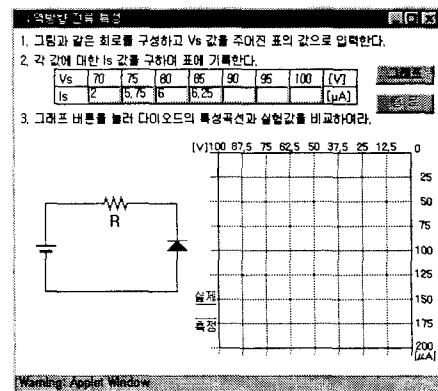


그림 2.3.3 다이오드 역방향 실험

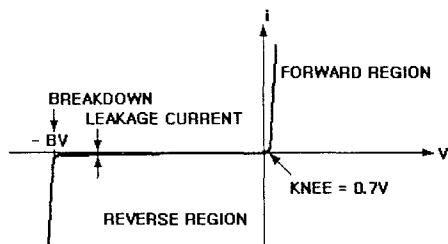


그림 2.3.4 다이오드 곡선

2.3.2 클리핑 클램프

(1) 양의 리미터

신호의 양(+)의 부분을 제거하는 양의 리미터(보통 클리퍼라고도 한다)를 보면 출력전압은 양의 반주기가 모두 제거된 상태이다. 이 회로의 동작은 다음과 같다. 입력전압의 양의 반주기 동안에는 다이오드가 도통된다. 이상적으로, 따지면 출력전압은 0이 되고, 두 번째 근사 해석으로는 약 +0.7V가 된다. 반면에 음의 반주기 동안에는 다이오드가 역으로 바이어스 되어 개방상태와 같이 보인다. 대부분의 리미터에서 부하저항은 양의 리미터 저항보다 적어도 100배 이상 크므로 전원은 고정적이고 음의 반주기에서 출력에 나타난다.

(2) 병렬 클리퍼 회로 실험 프로그램

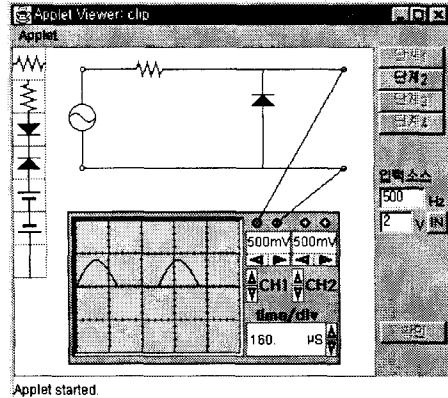


그림 2.3.5 클리퍼 회로 실험 (병렬 클리퍼)

클리퍼 회로 실험 프로그램을 실행하면 그림 2.3.5와 같다. 학습자가 병렬 클리퍼 회로 실험을 하기 위해 단계1 버튼을 클릭하면 병렬 클리퍼 회로 실험 프레임이

열리고 이곳의 지시에 따라 실험을 진행하면 된다. 그림 3.21에 나타나 있는 회로와 같이 클리퍼 회로 실험 프로그램(그림 3.20)에서 저항과 다이오드를 마우스로 드래그 하여 소자를 배치하고 입력 소스를 500Hz 2V로 한 다음 IN 버튼을 클릭하여 입력한다. 그리고 오실로스코프의 단자를 클릭 하면 회로에 연결점이 나타나며 이 연결점을 마우스로 클릭 하면 단자가 선으로 연결되

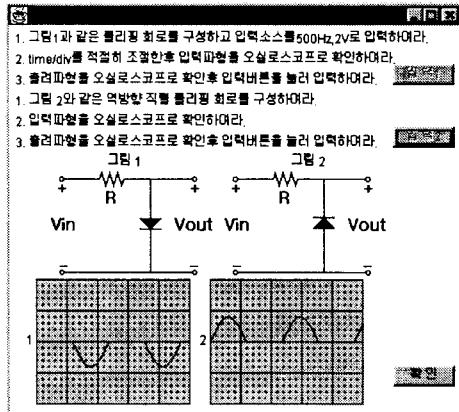


그림 2.3.6 병렬 클리퍼 회로 실험

고 오실로스코프의 화면에 파형이 나타나게 된다. 이 파형을 확인하였으면 적절히 조절하여 알맞은 상태로 만든 뒤 실험 프레임(그림 2.3.6)에서 입력 버튼을 클릭하여 파형 데이터를 받는다. 실험을 순서에 의해 끝냈으면 확인 버튼을 클릭하여 실험 프레임을 닫는다.

(3) 바이어스 리미터

바이어스 리미터에서는 클리핑 레벨이 $V + 0.7$ 이 된다. 입력전압이 $V + 0.7$ 보다 작을 때는 다이오드가 개방되어 회로가 전압 분배기 된다. 여기서 부하저항이 클리퍼의 직렬저항보다 훨씬 커야 전원이 고정적이고 모든 입력전압이 출력에 나타나게 된다.

(4) 바이어스 병렬 클리퍼 회로 실험 프로그램

학습자가 바이어스 병렬 클리퍼 회로 실험을 하기 위해 그림 2.3.5의 단계2 버튼을 클릭 하면 바이어스 병렬 클리퍼 회로가 클리퍼 회로 실험 프로그램에 나타나며 바이어스 병렬 클리퍼 회로 실험 프레임이 열리고 이곳의 지시에 따라 실험을 진행하면 된다. 그림 3.23에 나타나 있는 회로와 같이 클리퍼 회로 실험 프로그램(그림

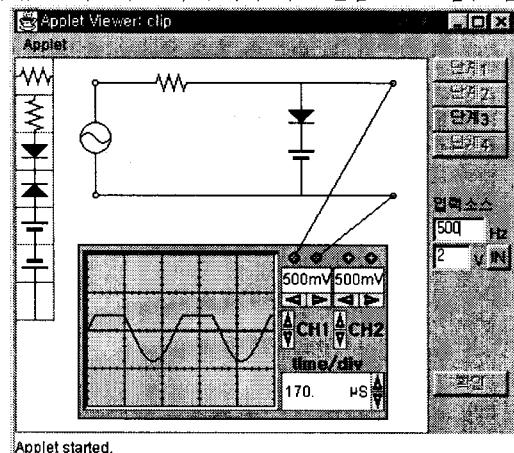


그림 2.3.7 클리퍼 회로 실험 (바이어스 병렬 클리퍼)
2.3.7)에서 저항과 다이오드를 마우스로 드래그 하여 소자를 배치하고 입력 소스를 500Hz 2V로 한 다음 IN 버튼을 클릭하여 입력한다. 그리고 오실로스코프의 단자를 클릭 하면 회로에 연결점이 나타나며 이 연결점을 마우스로 클릭 하면 단자가 선으로 연결되고 오실로스코프의 화면에 파형이 나타나게 된다.

또의 화면에 파형이 나타나게 된다.

이 파형을 확인하였으면 적절히 조절하여 알맞은 상태로 만든 뒤 실험 프레임(그림 2.3.8)에서 입력 버튼을 클릭하여 파형 데이터를 받는다. 실험을 순서에 의해 끝냈으면 확인 버튼을 클릭하여 실험 프레임을 닫는다.

(5) 결합 리미터

바이어스 된 양의 리미터와 음의 리미터를 결합하면 양의 클리핑 레벨보다 큰 입력전압에서 다이오드 D_1 은 도통이 되고, 음의 클리핑 레벨보다 더 작은 입력전압에서는 다이오드 D_2 가 도통이 된다.

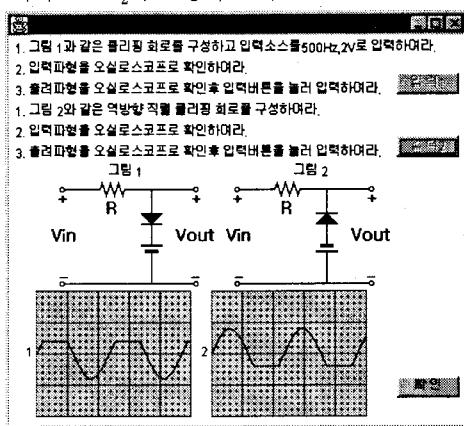


그림 2.3.8 바이어스 클리퍼 회로 실험

입력신호가 매우 커서 V_p 가 클리핑 레벨보다 훨씬 클 때 출력신호는 구형파에 가깝게 된다.

(6) 결합 클리핑 회로 실험 프로그램

학습자가 결합 클리퍼 회로 실험을 하기 위해 그림 2.3.9의 단계3 버튼을 클릭 하면 결합 클리퍼 회로 가 클리퍼 실험 프로그램에 나타나며 결합 클리퍼 회로 실험 프레임(그림 2.3.10)이 열리고 이곳의 지시에 따라 실험을 진행하면 된다.

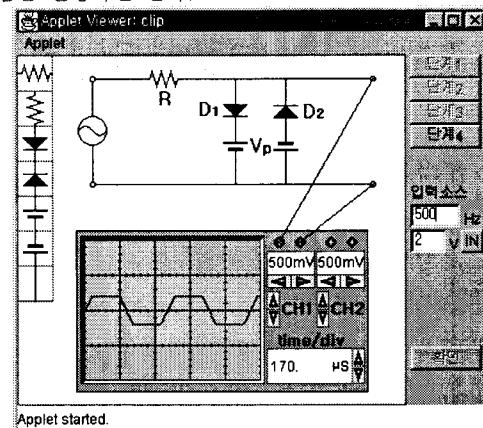


그림 2.3.9 클리퍼 회로 실험 (결합 클리퍼)

그림 2.3.10에 나타나 있는 회로와 같이 클리퍼 회로 실험 프로그램(그림 2.3.9)에서 저항과 다이오드를 마우스로 드래그 하여 소자를 배치하고 입력 소스를 500Hz 2V로 한 다음 IN 버튼을 클릭하여 입력한다. 그리고 오실로스코프의 단자를 클릭 하면 회로에 연결점이 나타나며 이 연결점을 마우스로 클릭 하면 단자가 선으로 연결되고 오실로스코프의 화면에 파형이 나타나게 된다.

이 파형을 확인하였으면 적절히 조절하여 알맞은 상태로 만든 뒤 실험 프레임(그림 3.25)에서 입력 버튼을 클릭하여 파형 데이터를 받는다. 실험을 순서에 의해 끝냈으면 확인 버튼을 클릭하여 실험 프레임을 닫는다.

(7) 양의 클램퍼 (positive clamper)

양의 클램퍼 회로의 동작 특성을 알아보면 입력전압의 첫 번째 음의 반주기 동안은 다이오드는 도통상태가 되며, 콘덴서는 음의 피크 값에서 V_p 까지 충전하게 된다.

음의 피크 값은 조금 지나면 다이오드가 off 상태가 된다. 시 정수는 입력신호의 주기 T보다 훨씬 크다. 이

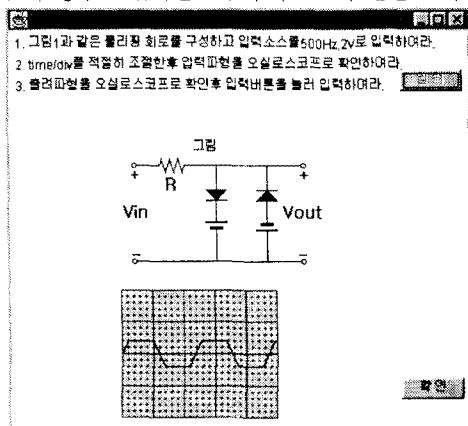


그림 2.3.10 결합 클리퍼 회로

때문에 콘덴서는 다이오드의 off 시간 동안에도 거의 충분한 충전을 하고 있는 상태에 있게 된다. 첫 번째 균사 해석 방법에 의하면 콘덴서는 V_p 볼트의 전전지처럼 동작하게 되고 이 때문에 출력전압은 양으로 클램퍼 된 신호를 나타낸다. 다이오드가 도통되면 다이오드에 0.7V의 전압강하가 나타나므로 콘덴서전압은 정확히 V_p 에 이르지 못한다. 이 때문에 클램핑은 완전치 못하고 음의 피크가 0.7V가 된다.

(8) 음의 클램퍼 (negative clamper)

다이오드 극성을 반대로 하면 콘덴서전압의 극성이 반대로 되어 음의 클램퍼 회로가 된다. 양이나 음의 클램퍼는 둘 다 널리 쓰인다. 예를 들어 텔레비전 수상기에서는 비디오신호에 직류전압을 부가시키기 위해 직류 클램퍼를 이용한다.

다이오드의 방향이 위로 향하면(역방향) 양의 직류 클램퍼가 되며, 방향이 아래로 향하면(순방향) 음의 직류 클램퍼가 된다.

3. 결론

본 논문에서는 자바(JAVA)의 장점과 CAI의 장점을 고려하여 가상 실험 프로그램을 제작하였다. 자바를 이용한 CAI 프로그램은 WWW상에서 서버-클라이언트 모델로 운용되기 때문에 인터넷 접속이나 네트워크가 가능한 곳이면 언제 어디서나 학습자 중심의 능동적인 온라인교육이 가능하다. 학습자는 자신의 컴퓨터를 인터넷상에 연결하여 가상 실험 프로그램이 있는 인터넷상의 주소를 통하여 실험을 할 수 있을 것이다. 뿐만 아니라 개발되어 있는 가상 실험 프로그램과 추가될 가상 실험 프로그램 그리고 서버-클라이언트 개념에 의한 실험결과 데이터 전송 및 송수신을 적절히 이용한다면, 전자공학의 기본적인 개념을 설명하기 위한 기초 실험의 목적을 충분히 달성할 수 있다.

본 논문의 가상 실험 프로그램에서는 실험을 가상공간에서 운용하고, 측정되는 결과를 시뮬레이션을 통하여 확인할 수 있으나 서버-클라이언트 개념을 이용하여 학생의 실습상황을 전송해 서버에서 관리 채점할 수 있는 기능은 포함하지 않았다. 앞으로는 학습자가 설계한 회로를 직접 시뮬레이션을 할 수 있으며 서버에서는 결과를 진단하여 학업 성취 여부를 판단하는 전자 기초 실험 종합 평가 시스템을 개발할 계획이다.

(참 고 문 현)

- [1] 금영옥, 정용득, 표성배, "예제를 중심으로한 JAVA 프로그래밍", 글로벌, 1998.
- [2] 김광훈, "자바를 이용한 가상 전기 기초실험 시스템 개발에 관한 연구" 공주대학교 석사학위논문, 1998.
- [3] H.S. Nwana and P. Coxhead, "Towards an Intelligent Tutoring System for a Complex Mathematical Domain", Expert System, Vol.5, No.4, pp 290~299, 1998.
- [4] J.W. Rickel, "Intelligent Computer-Aided Instruction : A Survey Organized Around System Components" IEEE Trans. SMC, Vol.19, No.1, pp.40~57, 1989.
- [5] R.W. Lawler and M.Yazdani, "Intelligent Tutoring System : An Overview", AI and Education, Vol.1, pp.183~201, 1987.
- [6] 허원, "공학 교육을 위한 대화식 교육 시스템의 개발", 공학교육과 기술, 제4권, pp.46~51, 1997.
- [7] Natari Nagarathnam, Brian Maso, Arvind Srinivasan, "JAVA Networking and AWT API Superbible", The Waite Group, 1996.
- [8] 교육부, "전자 공학", 대한교과서 주식회사, 1998.
- [9] 차성태, "전기회로 개념학습 지도를 위한 원도우즈 게임형 CAI 개발", 한국교원대학교 석사학위논문, 1996.
- [10] 조충지, "실험교과에서 CAI 프로그램의 활용방안에 관한 연구", 한양대학교 석사학위논문, 1995.
- [11] 문상욱, "CAI프로그램 개발 및 활용에 관한 연구", 충북대학교 석사학위논문, 1995.
- [12] 박재홍, "Visual J++", 크라운출판사, 1997.
- [13] 최우주, "웹 관리자를 위한 인터넷 전문가 테크닉", 인포북, 1997.
- [14] 유정경, "Hyper text 원리를 적용한 CAI 코스웨어 개발 및 효과 연구" 이화여자대학교 석사학위논문, 1992.
- [15] Laura Lemay and Charles L. Perkins "Teach yourself JAVA 1.1" sams.net, 1997.
- [16] 교육부, "산업 전자", 대한교과서 주식회사, 1998.
- [17] 교육부, "전자 기초 실습", 대한교과서 주식회사, 1994.
- [18] 김영민, "자바를 이용한 마이크로 프로세서 시뮬레이터 개발에 관한 연구" 공주대학교 석사학위논문, 1998.