

회로구성이 가능한 인터넷 기반의 원격 실험실 구축에 관한 연구

정성훈, 김호성
 중앙대학교 전자전기공학부

Development of Web-Based Circuit-Constructible remote Laboratory

Soung Hun Joung, Ho Seong Kim
 School of Electrical and Electronic Engineering, Chung-Ang University

Abstract - In this paper, we introduce the concept and construction of a web-based bidirectional remote laboratory system. In this configuration, students build and test circuits using internet at home, and the circuit components and experimental equipments at the school are interconnected following student's design. This means that it is possible to choose components, build circuits, connect experiment equipments, control the equipment, and receive measurement results at home in real-time. Labview and Java are used to control this system efficiently and to provide user-friendly environments. Computer-based function generator, DMM, and oscilloscope are used and switch module is used to change interconnections. It was found that a system adopting computer-based instruments, which include PXL/CompactPCI modules and PC plug-in board, provide better performance than that adopting stand-alone instruments connected with GPIB. It is believed that, if this system is installed, the real experiments, not the virtual experiments based on simulation, can be done at home effectively, resulting in revolutionary change in engineering education.

는 이상적인 환경에서 측정된 이론값만을 인터넷상에서 경험할 수 있다. 따라서 본 연구에서는 실제의 실험실습 소자 및 기자재가 컴퓨터에 연결되어 잡음 및 소자의 오차까지를 포함한 결과가 인터넷을 통해 전달되며 회로에 연결된 계측기를 집에서 조정할 수도 있고 나아가서는 회로를 구성할 수도 있는 쌍방향 원격실험실습이 가능한 인터넷 기반 실험실습환경을 구축하고자 하였다. 기존의 사이버 실험에서는 대부분 회로가 주어져 있거나 주어진 회로에서 소자의 값을 변경할 경우 그 결과만을 보여주고 있다. 그러나 지적재산권이 대단히 중요한 현대 기술 사회에서는 학생들의 설계능력과 창의력을 고양시키는 교육이 필수적이므로 학생들이 회로를 설계하고 구성할 수 있는 재택 실험실습시스템을 구성하여야 한다. 이를 위하여 본 연구에서는 스위치모듈을 제안하였다.

본 연구에서 구축한 시스템, 즉 실험실습 장비 및 회로가 실제 컴퓨터에 연결되어 있고 인터넷을 통해 원격 실험실습이 가능한 인터넷 기반 실험실습시스템의 구성도를 그림 1에 도시하였다. PC와 실험장비와의 통신에 관한 제어 프로그램은 NI사의 LabView를 사용하였는데, LabView는 graphical programming language로써 산업현장이나 연구소에서 데이터를 획득하거나 기기를 제어하는 프로그램으로써 상당히 많이 쓰이고 있다 [3].

1. 서 론

최근 들어 인터넷과 함께 초고속 통신망이 급속히 보급되면서 인터넷을 기반으로 한 다양한 응용분야들이 개발되고 있다. 특히 교육분야에서는 그 활용도가 높아 여러 대학에서 가상강의, 재택강의 형식으로 시스템을 구축하고 있는 실정이다. 하지만 현재 재택강의 라는 것이 학생들이 집에서 인터넷을 통하여 서버에 접속한 후 '일반물리학', '수치해석' 등의 강의 위주의 과목에 대해 CD에 저장된 강의 TP나 강의 내용을 다운받아 보기 때문에 일반적으로 주입식 교육으로 흐르는 경향이 있다. 더욱이 공과 대학의 경우 실험실습이라는 과목이 있어 실험실에서 계측장비를 직접 다루어야 하기 때문에 이러한 방식에는 한계가 있다. 실험실습의 경우 계측 및 실험실습 장비의 사용법 및 그 기능에 대해서 알아야 한다. 이런 일련의 과정을 인터넷을 통해서 미리 학생들이 알아 온다면, 현재 일주일에 4시간 정도 배정되어 있는 실험시간을 더욱 효과적으로 사용할 수 있을 것이다. 이미 외국에서는 가상장비관련기술이나 원격측정, 분산시스템 등을 이용해 쌍방향 교육환경을 개발하여 전통적인 교습방식이나 실험실습 환경을 대체하고 있다[1]. 가상실험실은 실제실험실을 만드는 것 보다 훨씬 적은 가격으로 구성할 수 있고[2], 많은 학생들이 동시에 이를 이용할 수 있다는 장점이 있다. 하지만 개발된 사이버 실험은 대부분 가상공간에서 시뮬레이션에 의한 결과만을 볼 수 있으며 실제적으로 장비가 동작하는 것은 아니므로 현실과는 아주 다른, 즉 오차가 없는 이상적인 전자 전기 소자로 이루어진 이상적인 회로를 잡음이 전혀 없

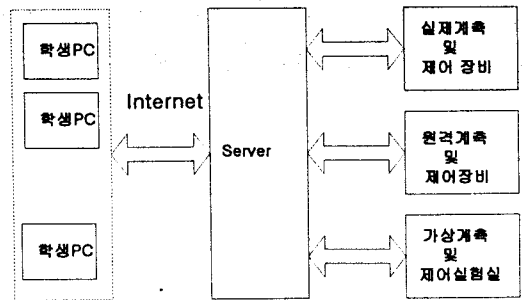


그림 1 양방향 원격실험실의 구성도

2. 본 론

2.1 원격실험실 구축에 필요한 시스템

본 연구에서는 계측기와 컴퓨터간의 통신을 효율적으로 하기 위해서 computer-based measurement instruments(이하 CBMI)를 사용해서 서버쪽 시스템을 구성하였다. 그림 2와 같이 독립된 측정장비를 서버쪽 시스템에서 GPIB통신을 이용[4], 하여 실험한 결과 handshaking에 의한 데이터통신에서 클라이언트쪽이 실시간성을 획득하기가 어려웠으므로 CBMI를 사용하였다. CBMI는 그림 3과 같이 컴퓨터의 PCI슬롯에 직접 장착하여 사용하므로 측정시스템의 속도가 독립된 계측기나 장비를 GPIB로 제어할 때 보다 50배 이상 향상되

어 거의 실시간으로 원격 실험을 할 수 있었다. 가격 면에서도 상당히 저렴하게 시스템을 구축할 수 있고 뿐만 아니라 다른 여러 장비들과 동기화를 시키는 것도 훨씬 수월했으며 하나의 컴퓨터에 여러대의 측정장비를 연결할 수 있어서 전체 시스템의 부피를 줄일 수 있다. 단점으로는 CBMI는 독립된 계측장비보다 속도가 느린데 예를 들어 CBMI형 오실로스코프의 경우 가장 빠른 것이 15MHz까지 측정할 수 있다. 하지만 학부과정의 실험 특히 기초 전자전기회로 실험에서는 문제가 없을 것으로 판단된다. 본 연구에서는 시스템을 구성하는 CBMI로 NI(national instrument)사의 오실로스코프(NI 5102), 함수발생기(NI 5401), DMM(NI 4060)을 구입하여 사용하였다.

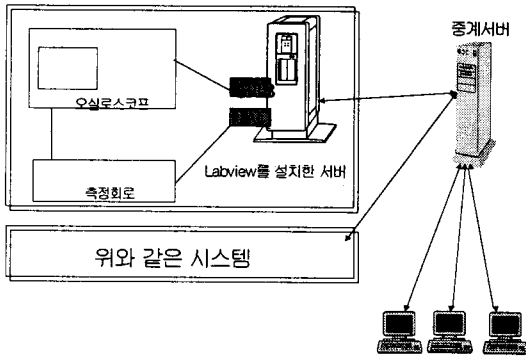


그림 2 GPIB를 이용한 구성도

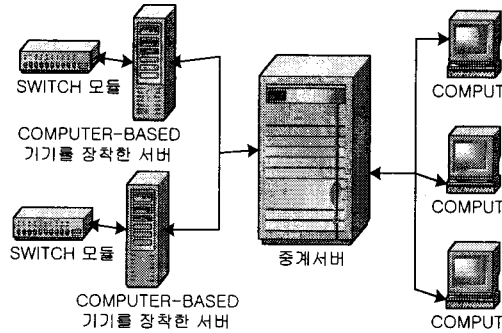


그림 3 Computer-based instruments를 이용한 구성도

2.2 원격실험실의 서버쪽 환경

인터넷을 통해서 학생들은 먼저 시스템의 중계서버에 접속하게 된다. 중계서버는 한정된 실험 시스템을 여러 사용자간에 공유하게 하기 위한 시스템으로 실험 시스템과 클라이언트를 연결해주는 역할을 하는데, 클라이언트가 접속하는 웹 서버에서 구동된다. 즉, 중계서버는 하드웨어를 제어하는 서버와 실제 사용자에게 보여지는 클라이언트 사이에서 위치하여, 실험 시스템을 사용자에게 할당하고, 실험 시스템으로부터의 결과를 클라이언트에 전달한다. 중계 서버에서 제공되어야 할 기능들은 다음과 같다.

1. 사용자 로그인을 통한 수감자 인증
2. 실험 시스템 환경을 사용자에게 할당
3. 사용자의 실험 요청을 실험 시스템에 전달하고, 실험

4. 사용자의 실험 요청을 스케줄링 하여 동시에 여러 사용자가 실험할 수 있는 환경을 제공

이와 같이 중계서버는 원격실험의 원활한 관리를 위해서 꼭 필요하다. 중계서버의 구현에 있어서는 시스템 호환성을 위하여 자바를 이용하여 구현했고, 클라이언트 프로그램은 자바 애플릿을 사용했다. 그리고 실험 시스템과의 통신은 TCP를 이용하여 안정된 통신을 수행하도록 만들었다.

중계서버에 연결된 서버쪽 컴퓨터에는 학부실험에 필요한 측정장비가 CBMI형태로 장착되어있다. 본 연구에서는 NI(national instrument)사의 오실로스코프(NI 5102), 함수발생기(NI 5401), DMM(NI 4060)을 사용하였다. 측정장비의 관리 및 제어, 스위치 제어부분은 그래픽 프로그래밍 언어인 Labview(그림 4 참조)로 프로그래밍 하였다.

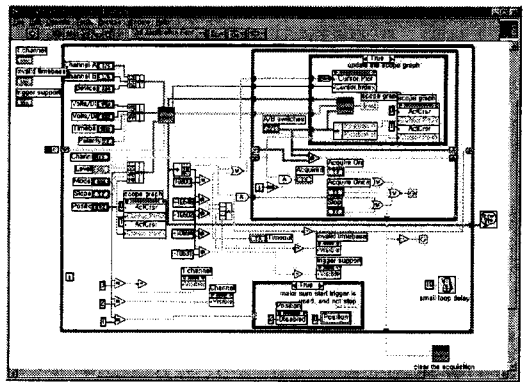


그림 4 Labview의 오실로스코프 블럭다이어그램

실제 회로를 구성하게 되는 부분인 스위치모듈(그림 5 참조)은 SCXI방식으로 PLD(Programmable Logic Device)처럼 격자 형태의 스위치를 이용하여 각종 계측장비 및 전자소자를 연결해 주게 된다. 이 시스템에서 고려해야 할 것은 장비나 소자를 보호하기 위해 잘못된 연결이 시도될 경우 이러한 명령을 무시하고 에러신호를 보내주는 장치를 마련하는 것이며 하나의 실험이 끝나면 모든 연결이 초기화되는 장치를 구현하는 것이다.

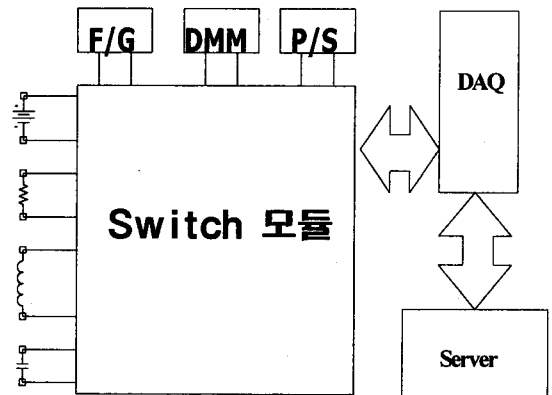


그림 5 스위치모듈의 구성도

2-3 원격실험실의 클라이언트쪽 환경

인터넷을 통해 서버에 접속한 학생들은 일단 필요한 소자들을 선택하여 드래그 앤 드롭형식으로 간단히 회로를 구성한다. 그리고 측정에 필요한 장비를 선택 실행시

키고 측정할 대상에 연결하여 측정한다. 회로가 틀리게 구성되었을 경우나 계측기를 오동작 하였을 경우 경고신호를 서버로부터 받아 표시하여 장비 및 전자, 전기소자의 파괴를 미연에 방지한다. 학생들은 별도의 프로그램 없이 Web browser(MicroSoft internet explorer, Netscape Navigator)만 있으면 원격제어가 가능하도록 하였다.

그림 6은 학생들이 선택하면 나타나는 함수발생기의 프론트패널로서 실제 계측기가 가지고 있는 모습과 유사하다. 파형으로서 정현파, 사각파, 삼각파, RAMP 파형을 선택할 수 있다. 주파수는 0 Hz부터 16 MHz까지로 노브를 돌려서 선택할 수 있고 직접 숫자로 입력할 수도 있다. Amplitude와 DC offset 역시 주파수와 동일하게 제어 할 수 있다. 종료시에는 stop를 누른다.

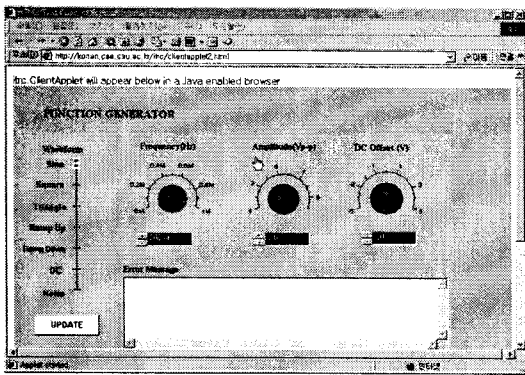


그림 6 함수발생기의 프론트패널

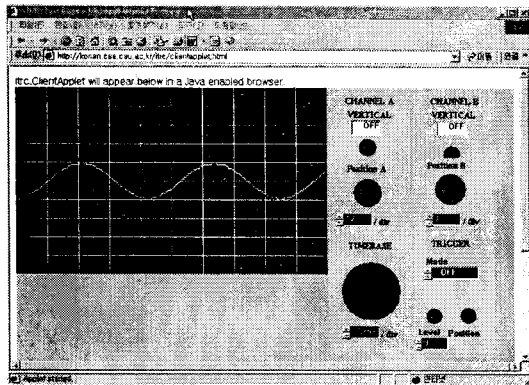


그림 7 오실로스코프의 프론트패널

그림 7은 오실로스코프의 프론트패널로서 역시 실제 계측기와 비슷한 사용자 인터페이스를 가지고 있다. 조작 방법 역시 학생이 실험실에서 실제 오실로스코프 앞에 놓고 조작하는 것과 똑같은 환경을 만들었다. CH1을 사용하려면 창에 보이는 CH1은 ON 시키고 CH1과 CH2를 DUAL로 사용하려면 둘 다 ON을 시키면 된다. Volt/Div과 TIMEBASE는 위의 function generator의 노브들과 같이 조작할 수 있다. Acquire On을 사용하면 오실로스코프에서 나타내는 파형의 값을 스프레드시트로 받아서 분석할 수 있게 하였다.

3. 결 론

네트워크의 성능이 더욱 신뢰할 수 있게 되고 전 세계로 확산되고 있다. 게다가 요즘 기기들의 거의 대부분이 프

로그를 할 수 있는 기능을 가지고 있어서 원격 기기의 제어는 사람들에게 많은 관심을 끌고 있다.[5]

본 연구에서는 학생들이 별도의 클라이언트 프로그램 없이 인터넷에 접속만 하면, 서버에 연결된 계측기를 직접 제어 할 수 있는 환경을 구축하였다. 스위치모듈을 이용해서 실제 회로를 구성하는 시스템은 개발 중에 있으며, 여러 학생들이 동시에 접속했을 때 타임 스케줄링에도 많은 연구가 필요하리라 본다. 이를 위해서 분산 멀티 서버시스템[6]의 도입이 필요하리라 본다.

[참 고 문 헌]

- [1] L. Benetazzo, M. Bertocco, F. Ferraris, A. Ferrero, C. Offelli, M. Parvis, and V. Piuri, "A Web-based Distributed Virtual Educational Laboratory", IEEE. Tr on Instrum. Meas, Vol. 49, NO.2, APRIL 2000
- [2] A. Ferrero, V. Piuri, "A simulation Tool for Virtual Laboratory Experiments in a WWW Environment, IEEE. Tr on Instrum. Meas, Vol.48, NO.3 JUNE 1999
- [3] Robert H. Bishop, "Learning with LabVIEW"
- [4] 광문규, 정경권, 신재호(2000). "인터넷기반의 원격 계측 실험실 구축에 관한 연구", 공학교육연구, 제 3권 2호, 2000년 12월 pp. 14-23
- [5] M. Bertocco, F. Ferraris, C. Offelli, M. Parvis "A Client-Server Architecture for Distributed Measurement Systems" in proc. IMTC 98, Stpaul, MN, MAY 1998, pp. 67-72
- [6] L. Cristaldi, A. Ferrero, and V. Piuri "Programable Instruments Virtual Instruments and Distributed Measurement Systems", IEEE Instrum. MEAS. MAG. vol.2, pp. 20-27, sept. 1999.