

# 인터넷을 이용한 원격 계측 시스템 개발

°곽문규\*

## Development of Remote Vibration Measurement System Using the Internet

Moon Kyu Kwak

### Abstract

This paper is concerned with the development of remote vibration measurement system using the internet. Recently, various techniques are developed based on the advance of the internet environment. In this study, we developed the remote vibration measurement system using the internet server programming technique, the client programming technique, the GPIB programming, and the A/D, D/A programming techniques. Hence, we can control the measurement devices remotely. The feasibility of the system is validated using the experimental setup. The output of the D/A is connected to the small exciter and the piezoceramic sensor is connected to the A/D port. By sending out the exciting signal to the structure, we can collect the response. The experiment shows that the proposed idea works well. Another experiment consists of the function generator and the low-pass filter circuit. The wave form, amplitude, and the frequency of the function generator is controlled by the GPIB program and the output of the circuit is collected by the A/D port. The output is then displayed in HTML format.

### 1. 서론

기계진동의 계측은 가속도계와 FFT 장비를 이용하여 주파수 특성을 계측하는 것이 일반적이다. 이를 위해서 진동계측장비를 진동이 발생하는 위치로 이동시키고 가속도계를 구조물에 부착하여 진동을 계측하게 된다. 구조물의 안전진단을 위해서는 정기적으로 진동을 계측하여 진동변위의 이상 조짐을 사전에 예측하는 것이 바람직하다. 그러나 현실적으로 진동계측 전문가가 정기적으로 방문하여 구조물을 점검하는 데는 경제적, 시간적 어려움이 뒤따르게 된다. 현장에서 일하는 엔지니어를 교육하고 간편한 진동계측장비를 구입하여 이러한

문제를 해결하려는 노력이 있으나, 현장에서는 이러한 투자마저도 주저하고 있다. 따라서 지속적인 진동계측과 안전진단을 좀더 저렴하게 수행할 수 있는 방법의 모색이 필요하다. 본 연구에서는 이러한 요구를 충족하기 위해서 급격하게 성장하고 있는 인터넷 환경을 이용하여 원격 진동계측의 가능성을 타진해 보았다. 현재 JAVA, Perl, DHTML 등 웹 프로그래밍을 이용하여 여러 가지 원격계측 방법이 제시되고 있으나 본 연구에서는 좀더 간편하게 기계공학 전공자들이 사용할 수 있는 방법을 모색하고자 하였다.

구조물 진동을 원격으로 계측하기 위해 본 연구에서는 계측 장비를 웹프로그래밍 기법을 이용하여 제어하는 방법을 도입하였다. 타당성 조사를 위해

\*동국대학교 기계공학과 교수

A/D, D/A 포트를 가지고 있는 기본적인 Data Acquisition 보드를 이용해 입출력을 제어할 수 있는지를 시험하였다. 고가의 함수발생기나 FFT 신호분석기는 기본 사양으로 GPIB를 지원하기 때문에 웹상에서의 GPIB 제어를 시도해 보았다.

연구 결과 인터넷을 이용한 원격 계측이 가능함을 확인할 수 있었는데 이와 같은 원격 계측 시스템의 구축은 현장의 진동을 원거리에서 계측할 수 있는 기회를 제공할 뿐만 아니라 기타 다른 계측 기기의 제어에 적용할 수 있는 방법을 제공한다고 말할 수 있다. 예를 들어 공과대학의 실험 실습 기기를 학생들이 학교의 실험 실습실에 오지 않고도 실험할 수 있음을 확인할 수 있었다. 이러한 방법을 사용하면 계측 및 실험 실습의 궁극적인 교육 목적인 이론적인 내용을 계측 및 실험을 통하여 그 개념을 이해하고 실습을 통해서 현장 적용력을 높이는 교육매체로도 사용할 수 있을 것으로 판단된다.

이러한 경향이 가상 실험실습실이라는 형태로 나타나고 있는데, 원격 실험 실습 교육의 가능성[1,2]과 가상 기기 시뮬레이터의 구현[3]이다. 특히 연구[3]에서는 Data Acquisition Board를 통한 기기의 제어 문제 연구와 인터넷을 이용한 원격 제어 기법의 개발, 가상 기기 구현에 관한 연구를 수행하였다. 원격 계측 및 가상 실험 실습 장비가 개발될 경우 현재 전자, 전기 및 기계 공학교육의 걸림돌이 되고 있는 실험 실습 교육이 획기적으로 발전될 것으로 예상된다. 본 연구에서는 연구[3]에서 개발된 기술을 이용하여 원격 진동계측 시스템을 구현해 보았다.

본 연구에서 개발된 원격 진동계측 시스템 구축 기술은 원격 안전 진단의 한 방법으로 사용될 수 있을 것으로 기대되며 열악한 실험 실습 환경을 가지고 있는 공과대학의 실험 실습 문제에 대안을 제시할 수 있을 것으로 기대된다. 원격 진동 계측 시스템을 사용하면 공장 및 구조물의 안전성을 원격으로 진단할 수 있게 되어 경제적, 시간적 비용을 절감하게 될 것으로 예상된다.

## 2. 원격계측시스템의 설계

원격 계측에 사용할 전자 계측 기기들을 원격 서버에 설치한 후 원격지에서 인터넷 또는 LAN을 통해 사용자가 조작할 수 있는 원격 계측 시스템의 모형은 Fig. 1과 같다.

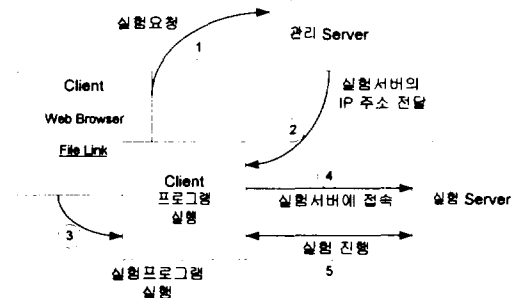


Fig. 1. 원격 계측 시스템 모형

여기서 원격 계측의 원활한 관리를 위해서 관리 프로그램에서 허락이 있을 때만 클라이언트가 계측 실험 서버에 접속할 수 있다. 실험 수행 과정은 Fig. 1에서와 같이 우선 클라이언트가 웹상에서 실험 수행을 선택하면(①) 관리서버에서 실험서버의 IP 주소를 넘겨준다(②). 클라이언트는 IP 주소를 가지고 클라이언트 프로그램을 실행하여 서버에 접속한다(③,④). 실험 서버에 접속이 되었으면 스트림 방식으로 데이터를 교환하면서 원격지에서 계측 장비를 제어할 수 있고, 결과를 볼 수 있다(⑤). 이에 대한 상세한 내용은 참고문헌 [4]에서 알 수 있다. 따라서 원격 계측을 위해서는 관리 프로그램, 서버 프로그램, 클라이언트 프로그램이 필요하다. 본 연구에서는 관리 프로그램은 삭제하고 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램에 주력하였다.

원격 계측을 실시간 주식시작 변동을 보여주는 스트림 방식으로 수행할 것인지, 아니면 일정시간의 데이터를 화면에 보여주는 방식으로 할 것인지에 대해서는 이견이 있다. 스트림 방식은 보다 심도깊은 웹프로그래밍 기법을 필요로 하기 때문에 원격 진동 계측을 위해서는 일정시간의 데이터를 간헐적으로 보여주는 방식을 선택하였다.

### 3. 계측기기 인터페이스

본 연구에서는 DAQ 보드와 GPIB 카드를 PC에 장착하고 이를 원격으로 제어하여 진동 계측을 시도하였다. DAQ 보드는 ACL-8112DG 제품을 사용하였으며 계측 장비의 제어를 위하여 기본적으로 IEEE 488이 지원되고 IEEE 488.1 및 IEEE 488.2와 호환되며 DOS 및 Windows 프로그램이 가능한 GPIB(HP-IB) 카드를 구입하여 사용하였다.

원격 계측의 타당성을 조사하기 위하여 두가지 실험이 수행되었는데, 첫번째 실험은 DAQ보드, 가진기, piezo 감지기, 보구조물로 Fig. 2와 같이 구성되었다.

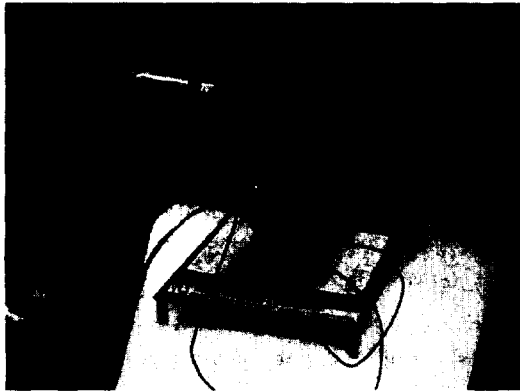
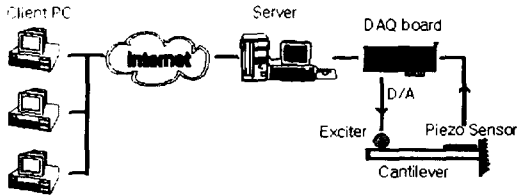


Fig. 2. 원격 진동 계측 실험

호출기에 사용하는 편심모터를 사용하여 외팔보를 가진시키고, 압전감지기를 사용하여 진동을 계측하였다. ACL-8112DG 보드에 사용되는 DLL 파일을 이용하여 C 프로그램을 작성하고 이 C 프로그램과 웹프로그램을 연동하여 데이터를 획득하였다.

두 번째 실험은 DAQ 보드, GPIB 카드, 함수 발생기, 방판에 설치한 저주파수통과 필터회로로 Fig.

3과 같이 구성되었다. 이 실험은 고가의 FFT 장비와 같이 GPIB를 지원하는 계측장비를 원격으로 제어하여 분석할 수 있는 환경을 시험하기 위해서 구축되었는데 함수발생기의 출력이 회로에 연결되고 회로의 출력이 A/D에 연결되었다. 그림에서는 원격으로 LED를 점등하는 실험장치를 동시에 보여주고 있다.

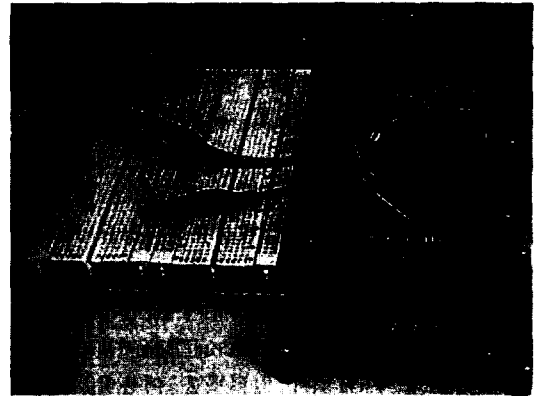
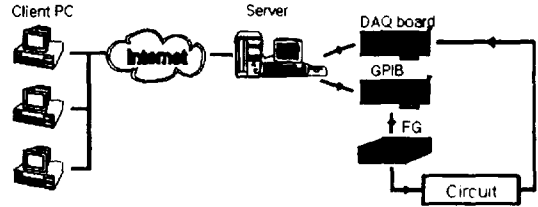


Fig. 3. 저주파수 통과 필터 회로 계측 실험

GPIB에 대해 간단히 설명하면 GPIB는 계측의 자동화를 위해 컴퓨터와 측정기를 포함하는 기계와 기계 사이의 데이터 전송을 규정하는 버스, 8개의 신호선으로 된 데이터 버스, 3개의 신호선으로 된 제어 버스, 5개의 신호선으로 된 관리 버스로 이루어지며, 제어 버스에 의한 핸드셰이크(handshake)에 의해 데이터를 주고받는다. 버스에 접속되는 기기는 Controller, Listener, Talker 중 하나 이상의 기능을 가지고 있으며 IEEE 488 버스와 동등하다. GPIB의 초기 형태는 1965년에 Hewlett-Packard사에서 자사의 컴퓨터와 계측장비 간의 연결을 위해서 Hewlett-Packard 인터페이스 버스 (HP-IB)를 설계하였는데 1Mbytes/s의 전송 속도로 널리 사용하게 되었다. 1975년에 IEEE에서

IEEE 488로 표준안을 받아들였고, 1987년에 IEEE 488.1로 확장하였고, 1987년에 IEEE488.2로 확장하였다. 이를 GPIB라 하여 널리 사용되고 있다.

GPIB 장비는 인터페이스 시스템을 통해서 장비와 무관한 메시지와 인터페이스 메시지를 보내면서 통신을 한다. 통신과 무관한 메시지는 데이터 또는 데이터 메시지라고 하며, 프로그램 명령이나 측정 결과, 장비의 상태 등의 정보로 구성되어 있다. 또한 인터페이스 메시지는 명령 또는 명령메시지라고 하며, 버스를 관리한다. 즉, 버스를 초기화하거나 어스레싱을 한다. 일반적으로 GPIB 장비는 Talkers, Listeners, Controllers로 구성되어 있다. Talkers는 데이터 메시지를 보내고, Listeners는 데이터 메시지를 받는다. Controllers는 대부분 컴퓨터로써 정보 흐름을 관리한다.

GPIB를 이용하여 제어 시스템을 구축하는데 있어 제한 조건은 두개의 장비가 4m이내로 있어야 하며 전체 케이블의 길이가 20m이내여야 한다는 것이다. 최대 15개의 장비를 연결하여서 사용할 수 있다. 이 경우 2/3이상의 기기가 전원이 켜있어야 한다. 고속으로 시스템을 사용할 때(3 wire IEEE 488.1 handshake : T1 delay=350ns) 장비를 1m에 한대씩 연결할 때 케이블 길이는 최대 15m이내로 축소된다. 이 경우는 모든 장비의 전원이 켜있어야 한다.

GPIB를 이용하여 제어 시스템을 구축할 경우의 장점은 기기의 증설이 쉬우며 커넥터 규격이 통일되어 있고 접속할 기기의 전송속도를 가리지 않는다. 따라서 빠른 기기나 느린 기기나 동시에 접속할 수 있다. 또한 프로그램 작성에 필요한 커맨드 체계가 통일되어 있고 전송 속도가 빠르다(1Mbytes/s). 그러나 단점으로는 전체적인 기능이 복잡하기 때문에 이해하기까지가 힘들며 총 케이블 길이가 20m이내 이여야 하고 기기의 증설 대수는 15대까지로 제한되어 있다는 점과 전송 속도가 늦다는 것이다. 또한 기기를 쉽게 증설할 수 있기 때문에 통신이 정상적으로 이루어지지 않을 때 원 인규명이 곤란하다.

GPIB를 이용한 원격 계측 구성도는 다음 그림과 같다. 계측 장소의 관찰을 위한 CCD 카메라가 옵션으로 연결될 수 있다.

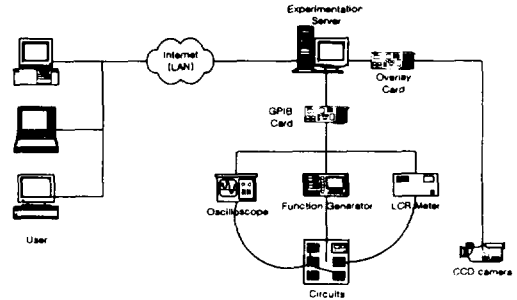


Fig. 4. GPIB이용 원격 계측 시스템

#### 4. 원격계측시스템 실험 결과

본 연구에서 개발한 원격 진동 계측 시스템을 구동한 결과가 다음 그림과 같다. 이 HTML 파일에서 실행을 클릭했을 경우 원격 계측 프로그램이 구동되어 가진기를 구동시키고 압전감지기의 신호를 받아 그래프로 보여주게 된다.

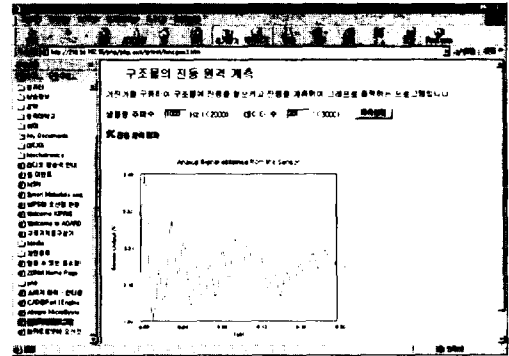


Fig. 4. 원격 진동 계측 실험 홈페이지

다음 그림은 저주파수 통과 필터 회로에 특정한 입력파를 주었을 경우 그 출력이 어떻게 되는지 보여주고 있다. 아래 그림에서는 20Hz, 2Vpp의 사각파를 입력했을 경우의 회로 출력력을 보여주고 있다. 저주파수 통과 필터의 특성으로 인해 사각파에 변형이 일어났음을 알 수 있다. 사용한 A/D, D/A 보드가 Multiplex 방식으로 데이터를 수집하기 때문에 입출력을 동시에 보여주기는 곤란하다.

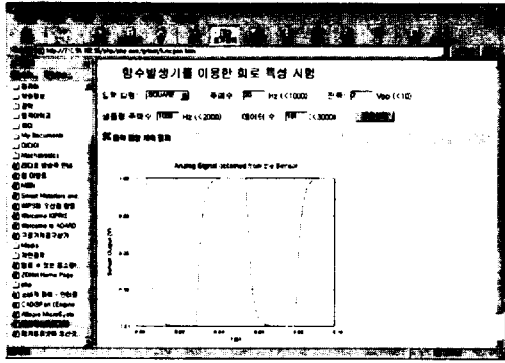


Fig. 5. 원격 GPIB 제어 및 회로응답 실험 홈페이지

## 5. 토의 및 결론

본 연구의 목적은 구조물의 진동을 인터넷 상에서 원격으로 계측이 가능한 시스템의 개발이다. 이를 위해 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램을 개발하고 이를 간단한 진동 계측 실험 장치에 적용하여 그 타당성을 조사하였다.

본 연구에서는 GPIB를 이용하여 계측 장비를 제어하였으며 A/D, D/A 보드를 이용하여 Data Acquisition을 시도하였다. 연구 결과로 부터 원격 진동계측이 손쉽게 구축될 수 있음을 확인할 수 있었다. 진동 계측 데모는 <http://210.94.182.96> 의 원격계측 항목에서 실행해 볼 수 있다. 향후 좀더 실제 상황을 원격으로 계측하는 실험을 수행할 예정이다.

동국대학교 기계공학과에서는 그 동안 이와 비슷한 원격제어 시스템을 이용하여 함수발생기, LCR 미터, 오실로스코프를 컴퓨터에 연결하고 이를 제어하는 클라이언트 프로그램을 개발하였다. 또한 이들 프로그램들을 원격으로 구현하는 서버 프로그램을 작성하였는데 구축된 환경의 타당성 및 교육의 효과를 조사하기 위하여 다이오드 정류 실험, 트랜지스터 증폭 회로 실험, OP-AMP를 이용한 미분기 회로 실험을 수행하였다. 원격 실험 결과 계측 장비를 이용하는 공학 실험 실습 교육이 인

터넷 상에서 충분히 구현 가능함을 알 수 있었으며 앞으로 좀 더 다양한 실험이 개발될 경우 효과적인 교육 매체로서 사용될 수 있을 것으로 예상된다.

앞으로 초기 연구 단계에서 확인된 원격 CCD Camera 기술이 포함된다면 좀더 재미있고 흥미로운 원격 계측 실험실을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 C++ 프로그램을 기반으로 하고 있으나 앞으로 JAVA 나 ASP 기반의 웹 프로그램이 활성화 될 경우 좀더 사용자에게 편리한 환경을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

## 참고 문헌

- [1] 인터넷 가상 실험실 URL :  
([http://www.kangwon.ac.kr/~sericc/sci\\_lab/](http://www.kangwon.ac.kr/~sericc/sci_lab/))
- [2] 호남대학교 사이버 과학 실험실 URL :  
(<http://www.honam.ac.kr/~ywlee>)
- [3] 곡문규, 조형제, 박준영, 이의수, 이호용 (1998) "가상실험 실습실 구현에 관한 연구", 한국공학기술학회 공학교육학술대회, 1998년 11월, pp. 109-114.
- [4] 한상훈, 유성현, 조형제 (2000), "공학용 가상 실험실을 위한 Web용 기반 시스템의 구축", 공학교육 연구, 제 3권 1호, 2000년 6월, pp. 27-41.