웹기반 원격 제어 및 계측 시스템 개발

°진길주*, 이명일*, 허 석* 곽문규**

Web-Based Remote Control & Measurement Systems

Gil Ju Jin, Myong Il Lee, Seok Heo and Moon Kyu Kwak

Abstract

This paper is concerned with the development of remote control and measurement systems system using the internet. Recently, various techniques are developed based on the advance of the internet environment. In this study, we developed the remote control and measurement system using the internet server programming technique, stepper motor control and the data acquisition programming techniques. Hence, we can perform measurement and control remotely. The feasibility of the system is validated using the experimental setup. A personal computer is equipped with the stepping motor controller which control the weight and the A/D board which measures the strain of the beam. server program was then installed on the PC and can be accessed through internet.

1. 서 론

인터넷은 이제 우리에게 친숙한 것이 되었다. 요즘 학생들은 정보의 많은 부분을 인터넷을 통해 얻고 있으며 e-mail은 우리에게 필수적인 것이 되었다. 현재 인터넷은 교육, 의료, 방송, 오락 등 모든 분야에서 상당한 영역을 차지하고 있으며 이러한 추세는 점점 가속화될 것이다. 이러한 환경을 이용하여 인터넷을 이용한 원격계측 및 제어가시도 되고 있으며 실용화가 되고 있는 것들도 있다. 현재 공과대학의 교육은 열악한 실습 환경으로 인해 이론으로 치우치는 경향이 있다. 이에 대한 대안으로 원격 계측 및 제어를 이용한 실험실습을 제안하고 있다. 이런 실험 실습 방법을 다양한 시각효과를 줄뿐만 아니라 시간과 장소에 구애를 받지 않고 경제적, 시간적 비용을 절감할 수 있다. 이러한 경향이 가상 실험실습실이라는 형태로 나타나고 있는데, 원격 실험 실습 교육의 가능성과 가상 기기 시뮬레이터의 구현이다. 특히 곽등의 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 개발된

*, 동국대학교 기계공학과 대학원
** 동국대학교 기계공학과 교수

경우 현재 전자, 전기 및 기계 공학교육의 걸림돌이 되고 있는 실험 실습 교육이 획기적으로 발전될 것으로 예상된다. 본 연구에서는 작동의 연구[3]에서 개발된 기술을 이용하여 원격 계측 시스템을 구현해 보았다. 실험 실습의 궁극적인 교육 목적인 이론적인 내용을 계측 및 실험을 통하여 그 개념을 이해하고 실습을 통해서는 현장 적응력을 높이는 교육매체가 될 수 있을 것이다. 또한 현장에서 직접 인력이 투입되지 않더라도 여러 가지 측정 및 점검 등을 인터넷상에서 많은 부분 할 수 있다면 또한 많은 비용절감 효과를 볼 수 있으며, 특히 방범시스템 및 홈 제어장치들이 인터넷과 연동되면 어느 곳에서든지 볼 수 있고 제어할 수 있는 등 응용방법은 무궁무진하다고 볼 수 있다.

2. 제어 및 계측기기 인터페이스 및 구성

본 연구에서는 DAQ 보드와 웹캠을 PC에 장착하고 장치를 원격으로 제어하여 스트레인 계측을 시도하였다. DAQ 보드는 ACL-9111DG제품을 사용하였으며 스트레인게이지를 부착한 외팔보와 센서 값을 출력해주는 wheatstone bridge 회로, 그리고 구동부로 구성되어있다.

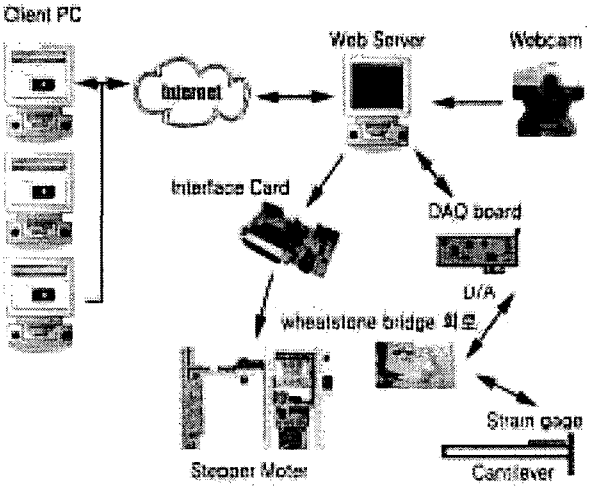

Fig 1. 제어 및 계측장치 흐름도

원격 계측 및 제어를 하기 위한 흐름도(Fig. 1)와 실제 실험장치의 모습이다.(Fig. 2)

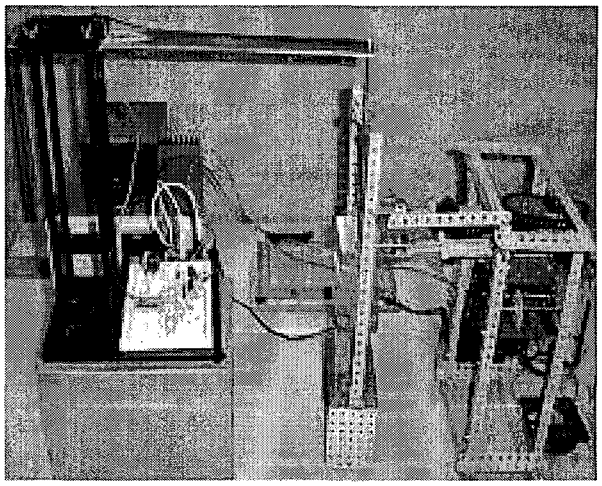

Fig 2. 원격제어 및 계측장치

원격제어 실험장치는 크게 제어부와 계측부로 나눌 수 있다.

(가) 제어부(step moter 제어)

클라이언트에서 원격으로 무게를 설해주면 step motor를 사용하는 2축의 로버트 팔이 추(개당 80g)를 선택한대로 알맞게 이동시켜 외팔보의 끝단에 처짐을 발생시킨다. 프로그램은 C언어를 사용하였으며 open loop제어방법을 취하였다. 상/하, 좌/우 2축을 제어하여 Stepper Motor모터에 의해 정밀하게 추의 위치를 이동시킨다.

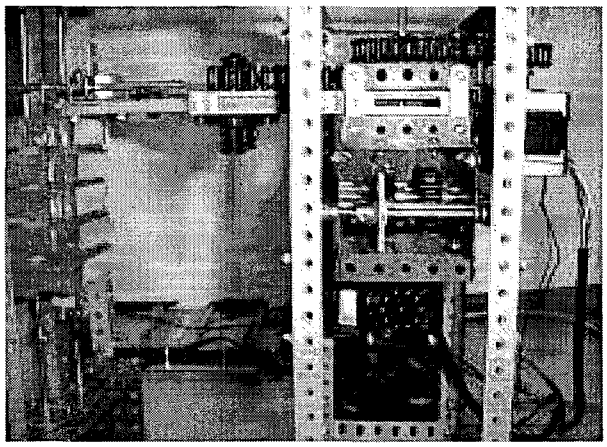

Fig 3.구동부(Stepper Motor를 사용한 2축제어)

Fig 3은 Stepper Motor를 사용한 2축을 제어하여 추를 들어올리는 모습이다. Stepper Motor의 발열을 막기위해 방열팬을 사용해 냉각효과를 주고 있다.

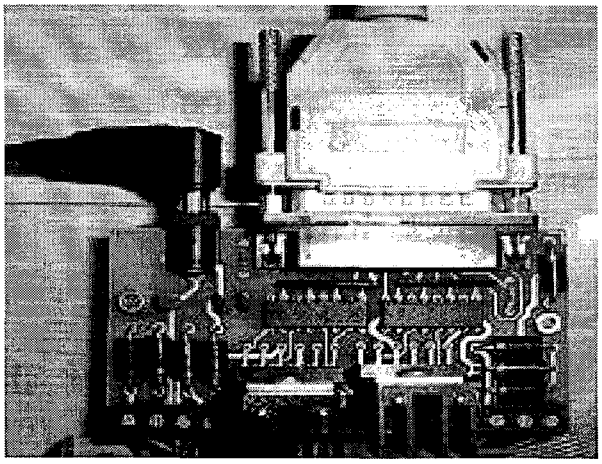

Fig 4. stepper motor Interface Card

Fig. 4는 Stepper Motor 구동을 위한 Interface Card이며 동시에 2축을 제어할 수 있다. 컴퓨터와의 통신은 Parallel 포트를 사용하며 전원은 DC 12V를 사용한다.

(나) 계측부(외팔보의 처짐 측정)

실험방법은 폭 50mm, 길이 300mm, 두께 3mm인 알루미늄 외팔보를 사용한다. 외팔보에 부착된 Strain gage가 변형을 입으켜 미소 저항변화가 발생하고, 그 값을 wheatstone bridge와 INA125를 포함한 회로에서 받아 전압으로 바꾸어 출력하면 아날로그 값이 DAQ 보드의 아날로그 Input 단자로 입력된다. 그리고 컴퓨터에서 처짐으로 발생한 전압 값과 일련의 실험과정을 WebCam을 이용하여 웹 화면을 통해 보여주게 된다. Strain gage의 원리를 보면 신축함으로써 저항값이 변화하는 금속의 성질을 이용한 것이다. Strain gage는 금속 저항소자의 저항치 변화에 따라, 피측정물의 표면의 변형을 측정하는 것이다. 일반적으로 금속재료의 저항치는 외부로부터의 힘에 따라 늘어나면 증가하고 압축되면 감소하는 성질을 가지고 있다. 예를 들면 최초의 길이 ℓ의 물체가 $\Delta\ell$만큼 늘어났다 하고 최초 R이었던 저항치가 ΔR만큼 했다고 하면 다음과 같은 관계가 성립된다.

$$\Delta R/R = Ks.\varepsilon$$

Ks는 Gage율이고, Strain gage의 감도를 나타내는 계수이고, 일반용의 Strain gage에 이용되고 있는 동, 니켈계, 니켈과 크롬계 합금에서는 2에 가깝게 값이 되어 있다. 또한 처짐 변위를 전압으로 변환해주는 Wheatstone Bridge 회로는 Fig. 5과 같다.

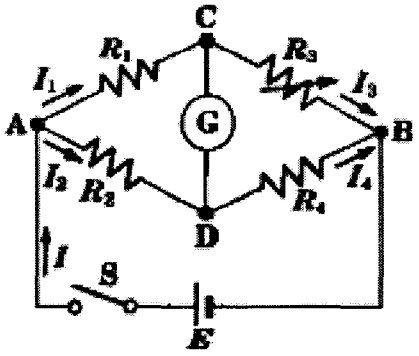

Fig. 5. Wheatstone Bridge

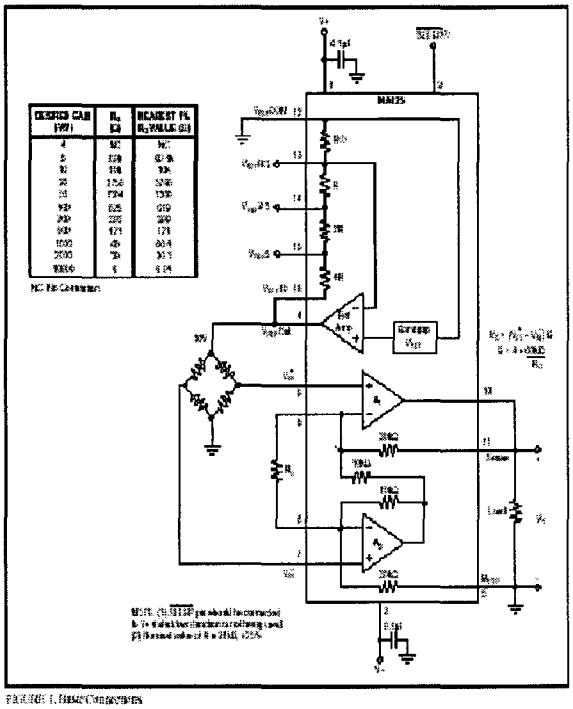

Fig. 6. INA125 칩의 회로도

R1, R2, R3, R4의 동일한 저항 중 하나의 저항이 값이 변하면 A와 B사이에 출력전압이 달라지게 된다. 그 차이를 계산하여 보의 처짐을 알 수 있다. 여기서는 BURR-BROWN사의 INA125칩을 사용하여 가변저항을 통해 저항값을 임의로 변화시켜 Gain값을 조절할 수 있도록 하였다.

$$V_O = (V_{IN}^{+} - V_{IN}^{-})G$$
$$G = 4 + \frac{60k\Omega}{R_G}$$

DESIRED GAIN (V/V)	R_G (Ω)	NEAREST 1% R_G VALUE (Ω)
4	NC	NC
5	60k	60.4k
10	10k	10k
20	3750	3740
50	1304	1300
100	625	619
200	306	309
500	121	121
1000	60	60.4
2000	30	30.1
10000	6	6.04

Fig. 7. 저항변화에 따른 Gain의 변화량 및 공식

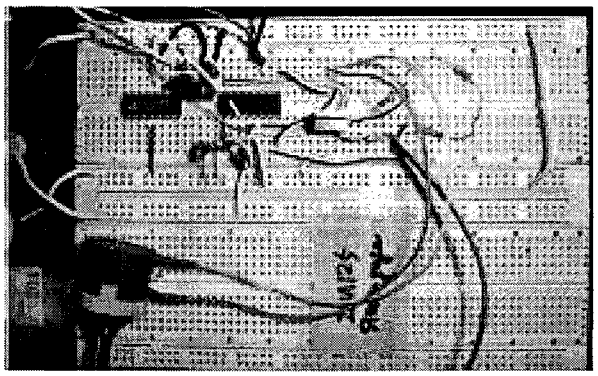

Fig. 8. INA125칩을 이용한 회로도 모습

Fig. 6은 INA125의 회로도이며 Fig. 7은 저항변화를 통으로써 Gain의 변화를 얻을 수 있음을 보여준다. Fig. 8는 회로를 꾸민 전체적인 모습이다.

3. 원격제어 및 계측 시스템의 설계

원격 계측에 사용할 전자 계측 기기등을 원격 서버에 설치한 후 원격지에서 인터넷 또는 LAN을 통해 사용자가 조작할 수 있는 원격 계측 시스템의 모형은 Fig. 9와 같다.

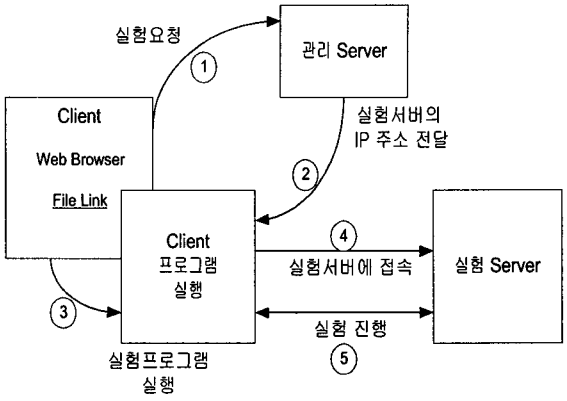

Fig 9. 원격 계측 시스템 모형

우선 클라이언트가 웹 상에서 측정 요청을 하면 (①) 관리서버에서 실험서버의 IP 주소를 넘겨준다.(②) 클라이언트는 IP 주소를 가지고 클라이언트 프로그램을 실행하여 서버에 접속을 한다.(③,④) 실험 서버에 접속이 되었으면 데이터를 교환하면서 원격지에서 계측 장비를 제어할 수 있고, 결과를 CCD 카메라를 이용해 볼 수도 있다. 원격계측의 실시간 변동을 보여주는 스트림 방식과 일정시간의 데이터를 화면에 출력하는 방식 중, 스트림 방식은 고급의 웹 프로그래밍 기법을 필요로 하기 때문에 후자의 방법을 취하였다.

인터넷 제어기반의 시스템의 흐름은 Fig. 10과 같다. 클라이언트에서 관리서버의 홈페이지에 접속을 하여 무게 값을 지정해주면 html의 값을 PHP로 전달하여 C로 작성된 실행프로그램을 구동하여 계측장치가 작동한다. 그 결과로 나온 값을 server에 저장시켰다가 Client에 WebCam영상과 함께 출력을 시킨다. 그러면 접속자는 실험 출력값과 실험과정을 바로 확인할 수 있다.

원격제어 프로그램은 html과 PHP로 이루어져 있으며, PHP로 실행파일(C로 작성됨)을 구동시켜 제어 장치를 구동시키고 결과 값을 읽어드린다. 살펴보면 html 소스 구문을 볼 수 있다. 형태는 form형태를 취하고 있으며, 이름은 "form."으로 정의되어 있고, "post"방법으로 변수값을 전달한

다.

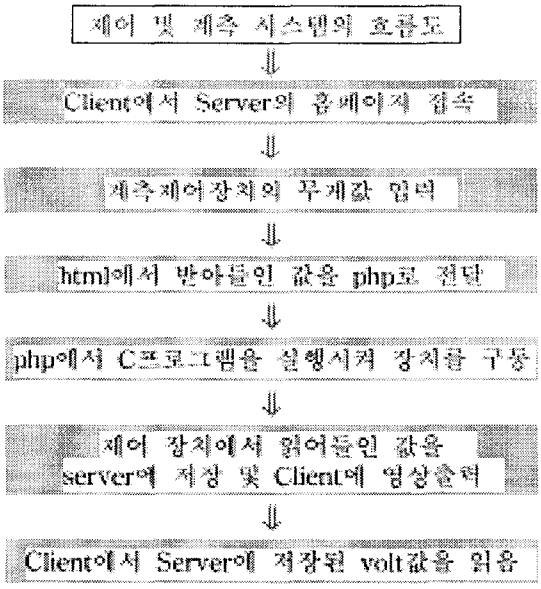

Fig 10. 인터넷 제어기반의 시스템 흐름도

PHP_SELF로 되어 있는데, 이것은 html 소스파일 속에 PHP가 삽입되어 있어 있다는 뜻이다. PHP는 위와 같이 html 속에 포함되어 사용할 수도 있고 독립적인 파일로 만들어져 사용할 수도 있다.

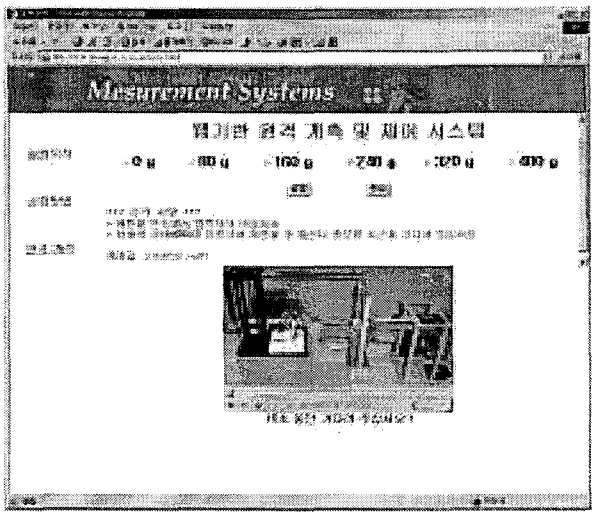

Fig 11. 원격계측 홈페이지

PHP는 C언어나 포트란과 같이 별도로 변수를 선언할 필요가 없다. 사용하고자 하는 변수 앞에 "$" 만 붙이면 변수 선언이 끝난다. Fig. 11은 원격 계측을 실험해 볼 수 있는 홈페이지 (http://issl.dongguk.ac.kr/remote.html)의 모습이다. 클라이언트는 실험하고자 하는 무게를 선택하면 동영상으로 실험과정이 보이며 결과값이 화면 하단에 출력된다.

4. 토의 및 결론

본 연구의 목적은 계측 및 제어실험을 인터넷 상에서 원격으로 실험이 가능한 시스템의 개발이다. 이를 위해 서버 프로그램과 클라이언트 프로그램을 개발하고 이를 간단한 외팔보 처짐 계측 실험 장치에 적용하여 그 타당성과 프로그램의 구동원리 및 계측장치의 구조를 자세히 설명하였다.

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

앞으로 원격 WebCam Camera 기술이 스트림 방식으로 표현된다면 좀더 재미있고 흥미로운 원격 계측 실험실을 구축할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구에서 개발된 프로그램은 C++ 프로그램을 기반으로 하고 있으나 앞으로 JAVA 나 ASP, html, PHP등의 프로그램이 활성화 될 경우 좀더 사용자에게 편리한 환경을 구축할 수 있을 것으로 예상된다.

참 고 문 헌

[1] 이승익, PHP 웹프로그래밍, 마이드Press, 서울, 2000

[2] 곽문규, 인터넷을 이용한 원격계측 시스템 개발, 한국소음진동공학회 2000년도 추계학술대회, 2000년 11월, pp. 322-326

[3] 곽문규, 조형제, 박준영, 이희수, 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.