

웹 기반의 온실 원격 제어 시스템의 개발

Development of Web-based Control System for Greenhouse Teleoperation

허원석 심주현 이석규 김규원 조명환 김희태
정회원 정회원 정회원 정회원 정회원 정회원
W. S. Heo J. H. Shim S. G. Lee K. W. Kim M. W. Cho H. T. Kim

ABSTRACT

In this study, we proposed a web-based teleoperation system to enhance the productivity and flexibility of the greenhouse since basically, internet-based teleoperation enables cheap, expandable system to be implemented. Platform independent language, Java-based control system can overcome the platform dependency which most of conventional control systems have. One of the merits of the proposed system is the flexibility of the data based system from which some valuable analysis can be implemented on-line. Some basic experiments show the stability and field applicability of the proposed remote control system.

Keywords :

1. 서 론

최근 들어 급속한 인터넷 기술의 발달로 인하여 오프라인에서만 가능했던 일들이 온라인상에서도 가능해지고 있다. 인터넷은 일반 생활뿐만 아니라 산업현장에서도 많은 영향을 미치고 있다. 특히 원자력 폐기물 처리작업, 우주공간에서의 작업, 해저작업 등 사람이 직접 작업하기에 위험한 환경에서는 반드시 원격 제어가 요구되고 있다. 원격 제어에 있어서 인터넷은 안정성과 편리성 그리고 누구나 접속이 가능한 용이성을 동시에 제공하므로 인터넷을 이용한 원격 제어에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다(Goldberg 등, 1995), (Eric 등, 1996).

본 연구에서 사용된 자바는 네트워크나 소형 기기의 운용에 적합한 플랫폼 독립적인 언어이자 보

안성을 가진 응용 프로그램이다. 또한 자바 기반의 자바 애플릿은 압축된 형태로 클라이언트로 전송되어 강력하고 일목요연한 기능을 제공한다. 이러한 자바, 자바 애플릿 프로그램은 네트워크와 보안, 그리고 멀티쓰레드의 기능을 가지도록 고안되어 있어서 네트워크를 통한 분산 소프트웨어와 데이터의 접근이 용이하다. 또한 자바 애플릿은 클라이언트에서 실행되므로 서버에서 발생하는 부하를 상당부분 줄여준다는 장점이 있다(Deital 등, 1999).

본 연구에서는 여러가지 장점을 가지고 있는 인터넷과 자바 기술을 바탕으로 하여 시설원에 재배 농가의 온실을 원격지에서 모니터링 및 제어가 가능한 시스템을 설계하고 구현한다. 또한 본 연구에서는 기존의 온실제어시스템을 원격제어 시스템

This article was submitted for publication in March 2002; reviewed and approved for publication by the editorial board of KSAM in May 2002. The authors are W. S. Heo, J. H. Shim, Graduate Student and S. G. Lee, K. W. Kim, Professor, Yeungnam university; M. W. Cho, H. T. Kim, National Pusan Horticultural Experiment Station, National Yeongnam Agricultural Experiment Station. The corresponding author is S. G. Lee, Professor, Electrical & Electronic Engineering, Yeungnam university, Kyungsan, Korea, 712-749. E-mail: <sglee@yu.ac.kr>.

으로 구현해 봄으로써 실제 시스템 적용 가능성을 확인하였다.

2. 전체 제어 시스템 개요

가. 개요

본 연구에서 구현하고자 하는 전체 시스템은 그림 1과 같이 나타낼 수 있다. 그림 1에서처럼 전체 제어 시스템은 시설원에 재배 농가를 나타내는 온실현장과 온실 제어 관리센터의 역할을 수행할 농촌진흥청 원예연구소 및 원격지에 있는 개인관리자(원격지)에 관한 부분으로 이루어진다.

나. 부분별 기능

(1) 온실 현장

온실현장의 컨트롤러는 시스템의 확장성을 위하여 분산형 제어 시스템인 CAN (Controller Area Network) 컨트롤러와 CAN 드라이버로 구성되며, 이러한 컨트롤러는 CAN통신을 통해 환경변수 획득 컨트롤러와 모터제어 컨트롤러를 각각 호출하여 온실내에 설치되어 있는 각종 센서들의 계측값을 읽고, 내부적으로 온도제어, 습도제어, 광량제어를 행하며, 수집한 데이터를 온실제어 관리센터에 있는 제어서버로 넘겨준다. 또한 CCD 카메라를 통하여 온실의 상황을 모니터링함으로써 작물의 정상적인 성장을 관리 및 감독한다.

(2) 온실 제어 관리센터

온실제어 관리센터에 있는 DB 서버는 원격지로부터 넘어온 제어 데이터를 처리하여 각 온실현장으로 보내는 역할을 한다. 이 경우, 제어 서버에

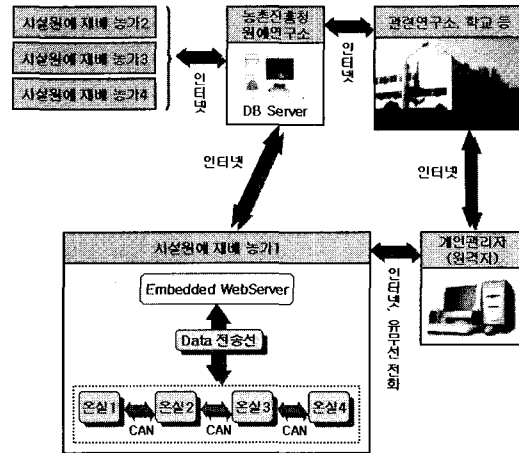


Fig. 1 The structure of the whole system.

있는 컨트롤러용 자바 애플릿을 원격지에서 접속한 클라이언트에게 전송하여 제어가 가능하게 한다. 그리고 온실현장의 컨트롤러로부터 받은 센서들의 계측값을 바탕으로 하여 온실내의 환경 변화와 제어 상태의 연속 기록값을 데이터 베이스화하고, 이를 웹을 통해 확인할 수 있다.

(3) 클라이언트

원격지에서 접속하는 클라이언트는 서버에 저장되어 있는 온실 내의 환경정보를 다운로드 받아서 현재 온실환경을 모니터링할 수 있다. 또한 온실내에 설치되어 있는 CCD 카메라를 통해 전송 받은 화상정보를 이용하여 온실 내부 및 작물의 상태를 파악할 수 있다. 서버로부터 제공되는 Java Applet을 이용하여 온실 내부의 환경을 직접 제어할 수도 있다(박병훈, 2001).

OSI		TCP/IP	Hello Device 지원				
7	Application	Application	HTTP	DIO, DPRAM, Serial	시스템설정	BOOTP	DHCP
6	Presentation						
5	Session						
4	Transport	Transport	TCP		UDP		
3	Network	Internet	IP	ICMP	ARP		
2	Data link	Network Access	Ethernet (IEEE802.3)		PRP		
1	Physical layer						

Fig. 2 The protocol layer of the webserver.

Table 1 HD1300 Specifications

HD1300	
다바이스 인터페이스	1 Channel RS232/485
프로세서	Ubicom SX52BD, 50 MIPS
메모리	512KB Flash Memory
네트워크 인터페이스	RJ45 10BaseT Ethernet MAT/PHY Interface
지원되는 프로토콜	HTTP/BOOTP, TCP/UDP, IP/ICMP/ARP, Ethernet
관리도구	HelloDevice Utility Software
전원	Voltage : 5VDC Current : 150 mA Nominal

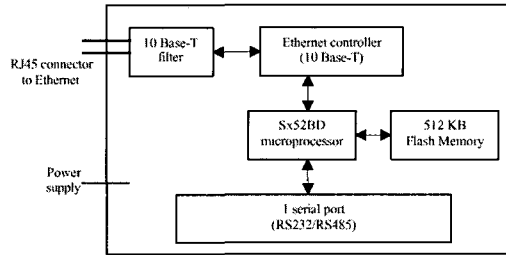


Fig. 3 The block diagram of HD1300.

3. 시스템 구현

가. Embedded Webserver

네트워크는 일반적으로 서버와 클라이언트간의 계층적인 개념을 기본으로 하는 통신방법으로 개발되었다. 이러한 네트워크를 통하여 Telnet, FTP, HTTP 등의 서비스를 제공할 수 있는 것을 Web-server라고 한다.

그림 2는 Webserver의 프로토콜 계층을 나타낸 것이다.

본 실험에서 Embedded Webserver로 Sena사의 HD1300보드를 사용하였으며, 특징은 표 1과 같다 (SENA Technologies).

그림 3은 HelloDevice 1300의 구조를 보여주고 있으며, 그림 4는 HelloDevice 1300의 구성 및 명칭을 나타낸 것이다. 상태 표시 LED는 전원, 충돌, Rx, Tx의 상태를 표시하며 인터넷 커넥터를 통해 원격지에서 인터넷을 통해 기기의 상태를 확인하고 제어할 수 있다. 그리고 시리얼 포트는 하부 기기와 연결되어 시리얼 통신을 할 수 있다.

나. DB 서버 프로그램

DB 서버 프로그램은 Java를 이용해서 작성하였으며, 그 역할은 소켓을 열어 클라이언트에게 환경 정보를 제공한다. 그리고 웹을 통해 들어오는 제어기의 환경정보를 DB로 저장하는 역할을 수행한다. 그림 5는 DB 서버 프로그램을 나타내고, 표 2는 DB 테이블의 구조를 나타낸다.

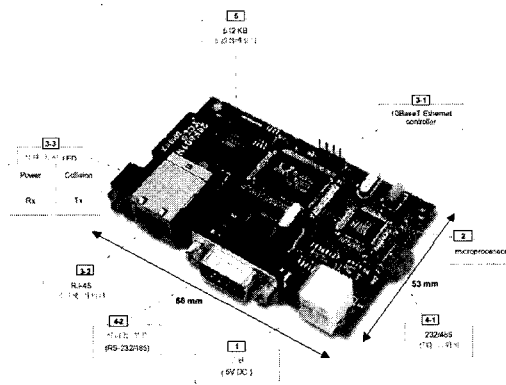


Fig. 4 Configuration of HelloDevice 1300.

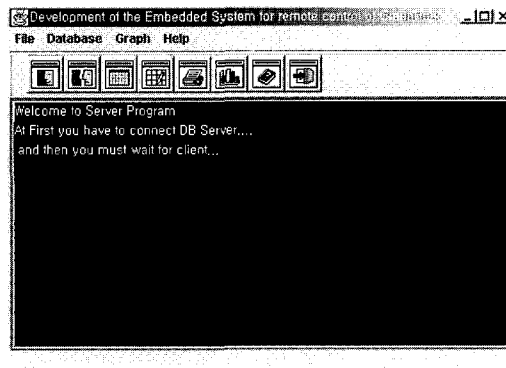


Fig. 5 DB server program.

다. 클라이언트 프로그램

클라이언트 프로그램은 자바 애플릿의 형태로 만들어져서 원격지에서 웹을 통해 DB 서버와 Embedded Webserver에 각각 접속하여 환경변수 및 센서 입력값을 입력받는다. 이를 참조하여 환기량, 차광막, 분무기, 그리고 보일러의 상태를 제

Table 2 Structure of DB table

Column name	내 용
ID	온실의 고유 ID
TEMPERATURE	온실 내부 온도
HUMIDITY	온실 내부 습도
PHOTO	온실 내부 광량
USER	클라이언트로 통해 들어온 사용자 정보
TIME	사용자 접근 시간

종합하여 단일 센서 정보보다 정확한 정보를 추출/획득할 수 있는 이점이 있다. 그리고 센서들 중 고장센서가 존재할 경우 센서들의 값을 이용하여 시스템으로부터 고장센서를 찾고 분리할 수 있다. 센서의 이상 유무는 평균과 각 센서의 값의 차를 여러 한계 값과 비교하여 판별한다. 이상이 발견된 센서는 클라이언트 프로그램을 통해 표시하고 시스템에서 분리시킨다. 또한 그 제어대상의 상태를 표시함으로써 현재 온실의 상황을 한 눈에 알아볼 수 있다.

4. 시스템 검증실험

가. 실험환경

본 실험의 실험환경은 표 3과 같다.

나. 원격제어특성

이 실험은 주로 연구실내의 네트워크 환경에서 행해졌다. 본 실험에서는 Embedded 시스템으로 Sena사의 HD1300과 분산형 제어를 위해 CAN 컨트롤러를 내장한 ATMEL-WM사의 T89C51cc01을 사용하여 시스템을 구성하였다. 온실자동화 시스템

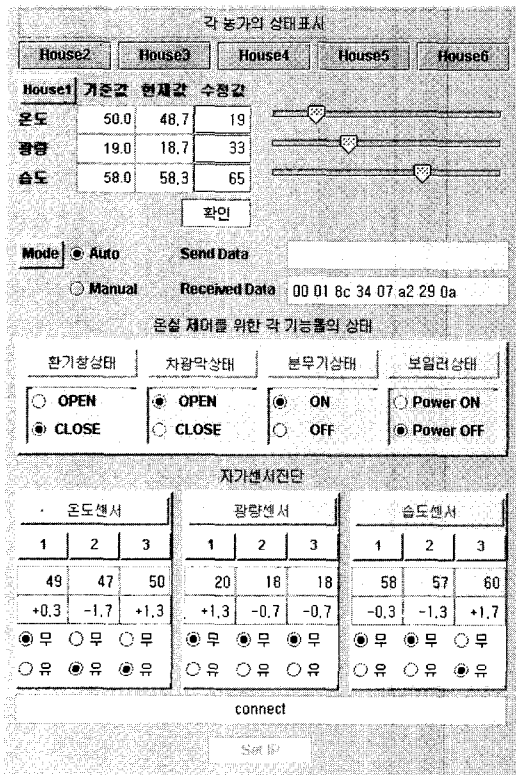


Fig. 6 Client program.

어한다. 그림 6은 이러한 클라이언트 프로그램을 나타낸다. 기준값은 원하는 측정치이고, 현재값은 각 센서들의 값을 평균한 값이다. 그리고 측정치의 단위는 각각 ℃, %RH, Lux이다.

자가 센서진단 부분은 다중 센서를 두어 정보를

Table 3 Experimental environment

	사 양
DB 서버측 PC	OS: Window2000 Server CPU: Pentium III 1GHz RAM: 512M DB: Microsoft SQL Server 7.0
카메라 서버	AXIS2400
CCD 카메라	Canon VC-C3, Sony EVI-D30
Webserver	HelloDevice 1300
제어기	온도센서(LM35D), 광량센서(Cds) 습도센서(SYH-1)
온실	유리온실 CR10X(측정 및 제어시스템) 보일러 : 귀뚜라미 보일러 면적 : 약 6평 위치 : 부산원예시험장

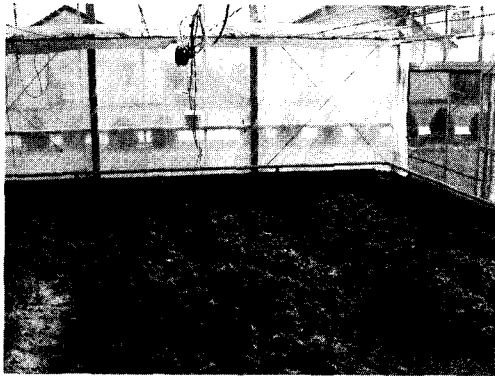


Fig. 7 Greenhouse.

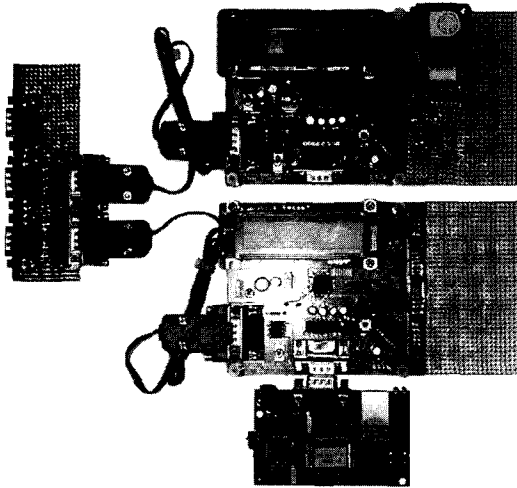


Fig. 8 The experimental apparatus.

템을 구현하기 위해서는 환경변수를 획득할 수 있는 센서 제어기와 모터를 제어하기 위한 모터제어기가 있어야 하며 원격제어를 위하여 Webserver가 있다. 그림 8은 온실 자동화 시스템으로 이용하기 위해 실제로 제작한 시스템을 나타낸 것으로 왼쪽편에 있는 것은 CAN용 허브이며 위쪽의 오른쪽편에 있는 것이 온도센서와 습도센서, 광량센서이다.

본 실험에서는 온도, 습도, 광량을 센서로부터 입력 받아 메인 컨트롤러에서 시리얼로 HD1300 보드에 전송한다. 그리고 DB 서버로부터 기준값을 전송받아 이 값들을 비교하여 표 4에 나와 있는 것과 같이 그에 해당하는 제어 명령을 제어모드 컨트롤러에 전송하여 환기창, 차광막, 분무기 그리고 보일러를 제어하였다. 그 결과 온실 모델의 온

Table 4. Status of the control target for control

		환기창		차광막		분무기		보일러	
		On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
온도	높을시		○						○
	낮을시	○						○	
습도	높을시						○		
	낮을시				○				
광량	높을시			○					
	낮을시				○				

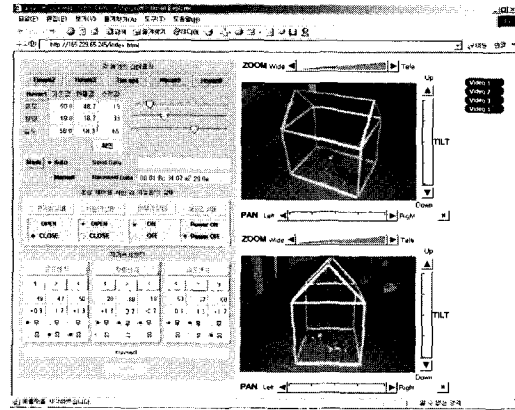


Fig. 9 The GUI in the client.

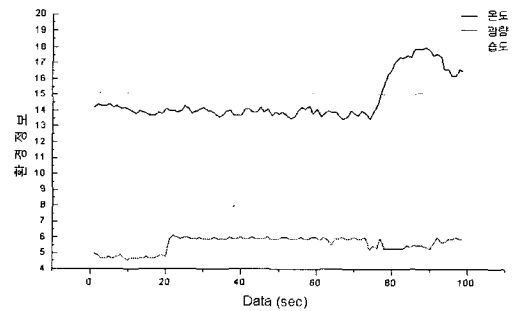


Fig. 10 The measured data from controller.

도, 광량을 조절할 수 있었다. 실제 온실에 적용될 경우 계절에 따라 제어특성이 달라질 수 있는데 본 실험은 계절을 가을로 한다.

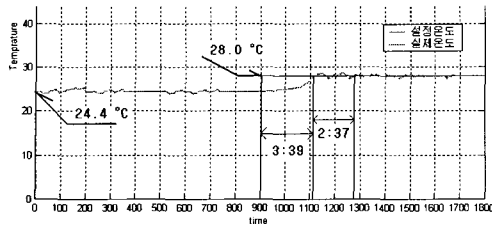


Fig. 11 The delayed time for temperature.

그림 9는 클라이언트 프로그램과 영상정보를 제공할 수 있는 사용자 인터페이스이다. 그리고 그림 10은 제어기에서 넘어온 환경정보의 일부를 나타낸 것이다.

그림 11은 센서와 제어기가 위치한 온실과 원격 제어 장소간의 온도에 대한 시간 지연을 알아보기 위한 그래프이다. 현재 온도가 24.4 °C 일 때 원격지에서 28.0 °C로 설정할 경우 현재온도에서 설정 온도까지 도달하는데 총 6분 16초가 걸렸다. 이러한 시간지연은 온실의 면적, 보일러 및 작물의 종류 등에 따라 달라질 수 있다.

5. 결 론

본 연구에서 구현한 내용은 다음과 같다.

- 1) 온실 내부 환경 모니터링
- 2) 웹을 통한 원격지에서의 원격제어
- 3) 온실 환경 데이터의 데이터 베이스 구축
- 4) 기존의 PC 기반에서 이루어지던 시스템을 Embedded 시스템으로 구현

본 연구에서는 인터넷을 통한 제어를 위해서 Java 기술을 사용하여 기존의 웹브라우저로 손쉽게 접속할 수 있음을 보였다. 또한 실험에서 나타난 약간의 시간지연은 온실자동화시스템과 같은 시간지연이 긴 시스템에 적합함을 알 수 있었다. 특히 여러 기능들이 간단하고 효율적으로 구성되어 있는 Embedded 시스템을 이용함으로써 보다 안정성 있는 시스템을 구현할 수 있었다. 따라서 안정성, 편의성 및 시스템의 최적성을 장점으로 하는 Embedded 시스템을 적용한 온실자동화 시스템에 관한 실효성을 검증하였다.

최적상태의 온실환경을 위해서 제어대상인 온도, 습도, 광량 등은 독립적으로 제어되는 것이 아니라, 상호 연관성을 가지고 제어되어야 하므로 향

후 이에 대한 데이터를 이용하여야 할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

1. 박병훈. 2001. WWW을 이용한 온실 원격 제어 시스템, 영남대학교 석사학위논문.
2. 박장환 저. 1990. 필드버스 입문, 도서출판 동서.
3. 박창욱, 박병훈, 이상협, 이석규, 이달해. 1999. WWW을 이용한 이동로봇의 원격제어, 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp 3033-3035.
4. 이명진, 문재철, 강순주. 1998. 인터넷상에서 WWW을 이용한 무선 비행체 원격 제어, 제어·자동화·시스템공학회 합동학술발표회 논문집, pp191-195.
5. 이상협, 허원석, 권관조, 이호근, 이석규, 이달해. 2000. 원격제어를 위한 임베디드 네트워크 시스템, pp2892-2894.
6. 이상협. 2001. 웹을 이용한 홈 오토메이션 시스템의 개발, 영남대학교 석사학위논문.
7. Deital, H. M. and P. J. Deital. 1999. Java how to program 3rd, Prentice Hall.
8. Engineering Web Technologies for Embedded application. IEEE Internet Computing, May - June, 1998.
9. Eric Paulos, John Canny. 1996. Delivering Real Reality to the World Wide Web via Telero-botics, Proc. of IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, April.
10. Goldberg, K., M. Mascha, S. Genter, C. Sutter, N. Rothenberg and J. Wiegley. 1995. Desktop teleoperation via the World Wide Web, Proc. of IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, May.
11. <http://www.sena.com>
12. <http://www.kookilmech.co.kr>
13. <http://www.atmel-wm.com>
14. <http://java.sun.com>
15. SENA Technologies, Starter Kit and Manual for the HelloDevice 1300.
16. Sun Microsystems. 1996. Java Remote Method Invocation Specification bata draft, Dec.