

자가 진단기능을 가진 온실원격제어 시스템의 개발

Development of Control System with Self Diagnosis for Greenhouse Teleoperation

심주현* 박주현* 김연태** 이석규*
 정희원
 J. H. Shim J. H. Park Y. T. Kim S. G. Lee

1. 서론

인터넷 기술의 발달은 산업현장에서 오프라인에서만 가능했던 일들을 온라인 상에서도 가능하게 한다. 특히 원자력 폐기물 처리작업, 우주공간에서의 작업, 해저에서의 작업등과 같이 사람이 직접 하기엔 위험한 작업들은 반드시 원격 제어기술이 요구된다. 원격 제어에 있어서 인터넷은 안정성과 편리성 그리고 용이성을 동시에 제공한다. 그러므로 인터넷을 이용한 원격 제어관련 연구들이 활발히 진행되고 있는 중이다.[1][2].

본 논문에서 자바 프로그래밍 언어를 사용한다. 자바는 네트워크나 소형 기기의 운용에 적합한 플랫폼 독립적인 언어이자 보안성을 가진 프로그래밍 언어이다. 또한 자바 애플릿은 압축된 형태로 클라이언트로 전송하는 강력한 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[3].

본 논문에서는 특히 자가 진단 기능을 구현하였다. 자가진단기능은 특정 장치의 고장으로 부터 시스템을 보호할 수 있다. 그리고 인터넷과 자바 기술을 바탕으로 하여 시설원에 재배 농가의 온실을 원격지에서 모니터링 및 제어가 가능한 시스템을 설계하고 구현한다. 본 연구에서는 기존의 온실제어시스템을 원격제어 시스템으로 구현해 봄으로써 실제 시스템 적용 가능성을 확인하였다.

2. 온실원격제어 시스템의 개요

2.1 개요

본 논문에서 구현하고자 하는 전체 시스템은 그림 1과 같다. 전체 제어 시스템은 시설원에 재배 농가를 나타내는 온실현장과 온실 제어 관리센터의 역할을 수행할 농촌진흥청 원예 연구소 및 원격지에 있는 개인관리자에 관한 부분으로 이루어진다.

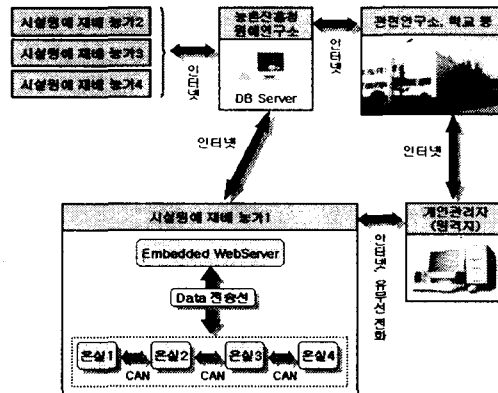


Fig 1. The structure of the whole system

* 영남대학교 공과대학 전기공학과

** 안동정보대학교 전기과

2.2 부분별 기능

2.2.1 온실 현장

온실현장에 사용된 컨트롤러는 시스템의 확장성을 위하여 분산형 제어 시스템인 CAN 컨트롤러와 CAN 드라이버로 구성된다. 이러한 컨트롤러는 CAN통신을 통해 환경변수 획득 컨트롤러를 호출하여 온실내에 설치되어 있는 각종 센서들의 계측값을 읽는다. 그리고 제어 컨트롤러는 내부적으로 온도제어, 습도제어, 광량제어를 행한다. 이렇게 수집한 데이터는 온실 제어 관리센터에 있는 제어서버로 넘겨진다. 또한 CCD 카메라를 통하여 온실의 상황을 모니터링함으로써 작물의 정상적인 성장을 관리 및 감독한다.

2.2.2 온실 제어 관리 센터

온실제어 관리센터는 원격지에서 넘어온 제어 데이터를 처리하여 각 온실현장으로 보내는 역할을 한다. 이 경우, 제어 서버에 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.

2.2.3 클라이언트

클라이언트는 서버에 저장되어 있는 온실 내의 환경 정보를 다운로드 받아서 현재 온실 환경을 모니터링할 수 있다. 또한 온실 내에 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[4].

3. 온실 제어 시스템의 구현

3.1 Embedded Webserver

3.1.1 Webserver의 프로토콜 계층

네트워크는 서버와 클라이언트간의 계층적인 개념을 기본으로 하는 통신방법으로 개발되었다. 이러한 네트워크를 통하여 Telnet, FTP, HTTP등의 서비스를 제공할 수 있는 것을 Webserver라고 한다.

OSI	OSI	TCP/IP	HelloDevice 지원			
			HTTP	IO/DRAM, Sensor	신호선 상자	BC,STP
7	Application	Application				
6	Presentation					
5	Session					
4	Transport	Transport	TCP		UDP	
3	Network	Internet	IP	ICMP	ARP	
2	Data link	Network Access	Ethernet(IEEE802.3)		PPP	
1	Physical layer					

Fig 2. The protocol layer of the Webserver

그림 2에서 Physical layer는 데이터 전송 신호를 운반하는데 요구되는 하드웨어의 특성을 정의하며 Data link layer는 신뢰할 수 있는 정보의 전송을 보장하고 전송 매체에 연결된 스테이션들에 주소를 지정하는 것이다. Network layer는 network을 통한 관리를 하며 Transport layer는 수신측이 전송된 데이터를 그대로 받을 수 있도록 보장한다. Session layer는 Transport 개체간의 연결에 있어서 메시지의 교환을 제어하는 역할을 수행하며 Presentation layer는 데이터를 교환하기 위해 함께 일하는 응용 층들은 어떻게 데이터를 표현할지를 나타낸 층이며 마지막으로 Application layer는 사용자가 사용하는 네트워크 프로세서들이 있는 프로토콜 계층을 나타낸다[5].

3.1.2 HelloDevice 1300 장치의 구성

본 실험에서의 Embedded Webserver는 Sena사의 HD1300보드를 사용하였으며, 특징은 다음과 같다[8].

- Seenix Sx52DB(8Bits MCU, 50MIPS)
- 512Kb Flash Memory
- 10 Base-T Ethernet Interface

- RS-232/485 port
- HTTP, TCP/UDP, IP, IEEE802.3 support
- Power, Run, Ethernet status monitoring LEDs

그림 3은 HelloDevice 1300의 구조를 나타낸 것이다.

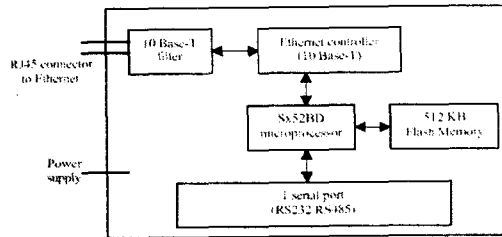


Fig 3. The block Diagram of HD1300

3.2 DB 서버 프로그램

DB 서버 프로그램은 Java를 이용해서 작성하였다. 그 역할은 소켓을 열어 클라이언트에 게 환경 정보를 제공하고 웹을 통해 들어오는 제어기의 환경정보를 DB에 저장하는 것이다. 그림 4는 DB 서버 프로그램을 나타낸다.

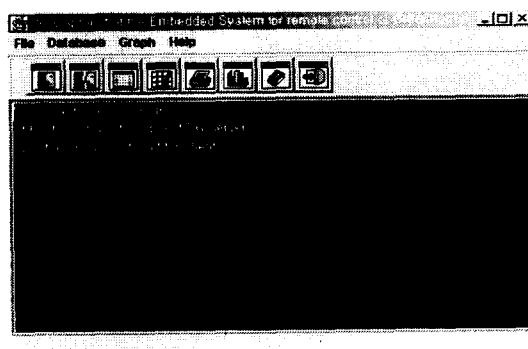


Fig 4. DB Server program

3.3 클라이언트 프로그램

Set IP

온실의 상태

House 선택: House 1 Mode 선택: auto

센서값	수정	기준값	현재값	수정값	제어 상태
온도	50.0	48.0	19.0		창 문: OPEN
광량	19.0	18.7	33		차폐막: CLOSE
습도	58.0	58.3	65		분무기: ON
					보일러: ON

SEND>> RECEIVED>> 00 01 8c 34
07 a2 29 0a

확인

온도 | 습도 | 조도

센서번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9
현재값	49.2	42.0	47.8	48.7	49.6	47.8	48.5	48.2	45.9
오차값	+1.0	-6.2	-0.4	+0.5	+1.4	-0.4	-0.3	0	-1.3
경보	●	●	●	●	●	●	●	●	●

Fig 5. Client Program

그림 5와 같이 클라이언트 프로그램은 자바 애플릿의 형태로 만들어져서 원격지에서 웹을 통해 DB 서버와 Embedded Webserver에 각각 접속하여 환경변수 및 센서값을 입력받는다. 이를 참조하여 창문, 차폐막, 분무기 그리고 보일러의 상태를 제어한다. 또한 그 제어대상 상태를 표시함으로써 현재 온실의 상황을 한 눈에 알아볼 수 있다.

3.4 자가 진단 기능

3.4.1 필요성

온실에서 발생할 수 있는 고장원인과 그에 따른 영향을 분류하면 표 1과 같다.

Table 1. fault and influence

분류	고장원인	영향
센서부	센서의 고장	센서값 확인 불가
제어부	보일러, 창문, 분무기 고장	작물 피해
	제어보드 고장	온실 자동화 불가
네트워크	네트워크 장애	원격관리 및 감시 불가, 네트워크에 의한 제어장치 연동 불가
임베디드 웹서버	웹서버 다운	전체 시스템 기능 마비
자연적	폭설	재산 피해
	병균	병충해

이러한 고장들은 시스템에 영향을 주고 시스템을 파괴시킨다. 그러므로 고장 발생시 고장 원인을 사용자에게 알리고 고장원인을 찾아 시스템으로부터 분리시키는 기능이 필요하다. 본 논문에서는 센서부에 이런 기능을 적용하였다.

온실내에 다중 센서를 두어 정보를 종합하여 단일 센서 정보보다 정확한 정보를 추출/확득할 수 있다. 그리고 센서들 중 고장센서가 존재할 경우 센서들의 값을 이용하여 시스템으로부터 고장센서를 찾고 분리할 수 있다. 이러한 다중 센서를 사용함으로써 얻는 이점은 다음과 같다[6].

- 제한된 정확도와 신뢰도를 가진 센서들의 정보를 융합함으로써 높은 정확도와 신뢰도를 가진 정보를 얻어낼 수 있다.
- 값싼 센서들을 집적하여 고성능 센서시스템을 구축하기 때문에 고가 단일 센서 시스템보다 경제적이다.
- 효율적이고 설계가 용이한 시스템을 만들 수 있다.

3.4.2 구현

센서의 값은 센서들의 값을 입력받아 가장 높은 값과 낮은 값을 버리고 평균을 취하여 얻은 값으로 한다. 그리고 센서의 이상 유무는 평균과 각 센서의 값의 차를 여러 한계 값과 비교하여 판별한다. 이상이 발견된 센서는 클라이언트 프로그램을 통해 사용자가 확인할 수 있도록 표시하고 시스템에서 분리시킨다.

4. 실험

4.1 실험환경

본 실험의 실험환경은 다음과 같다.

- DB 서버측 PC 사양
 - 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)

4.2 실험

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 시스템을 구현하기 위해서는 환경변수를 획득할 수 있는 센서 제어기와 모터를 제어하기 위한 모터제어기가 있어야 하며 원격제어를 위하여 Webserver가 있다. 그림 6은 온실 자동화 시스템으로 이용하기 위해 실제로 제작한 시스템을 나타낸 것으로 왼쪽 편에 있는 것은 CAN용 허브이며 위쪽의 오른쪽 편에 있는 것이 온도센서와 습도센서, 광량센서이다.

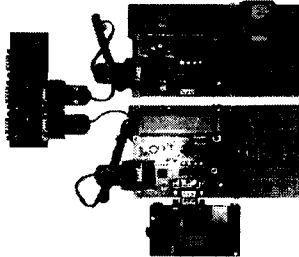


Fig 6. The experimental apparatus

본 실험에서는 온도, 습도, 광량을 센서로부터 입력 받아 메인 컨트롤러에서 시리얼로 HD1300보드에 전송한다. 이 과정에서 자가 센서 진단 과정을 거치게 된다. 그리고 DB 서버로부터 기준값을 전송받아 이 값들을 비교하여 표 2에 나와 있는 것과 같이 그에 해당하는 제어 명령을 제어모드 컨트롤러에 전송하여 창문, 차폐막을 제어하였다. 분무기와 보일러는 실험장소의 한정된 환경으로 인하여 LED 제어와 전등 제어로 대신하였다. 그 결과 온실 모델의 온도, 광량을 조절할 수 있었다. 그림 7은 클라이언트 프로그램과 영상정보를 제공할 수 있는 사용자 인터페이스이다.

Table 2. Status of the control target for control sensor values

		창문		차폐막		분무기		보일러	
		On	Off	On	Off	On	Off	On	Off
온도	높을시		○						○
	낮을시	○						○	
습도	높을시					○			
	낮을시				○				
광량	높을시		○						
	낮을시			○					

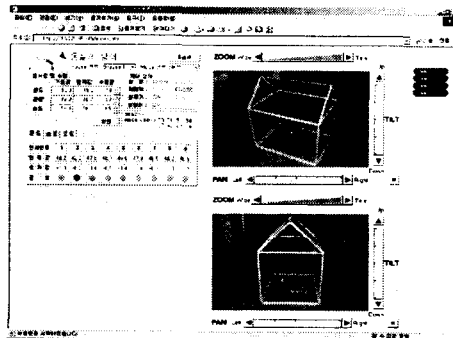


Fig 7. The GUI in the Client

5. 결론

본 논문에서 구현한 내용은 다음과 같다.

- 1) 온실 내부 환경 모니터링
- 2) 웹을 통한 원격지에서 원격제어
- 3) 온실 환경 데이터의 데이터 베이스 구축
- 4) 다중 센서를 이용한 자가 진단 기능 구현
- 5) 기존의 PC 기반에서 이루어지던 시스템을 Embedded 시스템으로 구현

본 논문에서는 Java 기술을 사용하여 기존의 웹브라우저로 손쉽게 접속할 수 있음을 보였다. 또한 실험에서 나타난 약간의 시간지연은 온실자동화시스템과 같은 시간지연이 긴 시스템에 적합함을 알 수 있었다. 그리고 자가 진단 기능을 구현함으로써 경제적이며 정확도와 신뢰도가 높은 시스템을 구현할 수 있었다. 특히 여러 기능들이 간단하고 효율적으로 구성되어 있는 임베디드 시스템을 이용함으로써 보다 안정성 있는 시스템을 구현할 수 있었다. 따라서 안정성, 편의성 및 시스템의 최적성을 장점으로 하는 임베디드 시스템을 적용한 온실자동화 시스템에 관한 실효성을 검증하였다.

최적상태의 온실환경을 위해서 제어대상인 온도, 습도, 광량 등은 독립적으로 제어되는 것이 아니라, 상호 연관성을 가지고 제어되어야 하므로 향후 이에 대한 데이터를 이용하여야 할 것으로 사료된다.

6. 참고문헌

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