

웹기반의 온실자동화에 관한 연구

허원석, 이승준, 박병훈, 이강화, 이석규
 영남대학교 전기공학과, **해동정보통신

A Study on the Web-based Greenhouse Automation

Weon-Seog Heo, Seung-Joon Lee, Gang-Hwa Lee, Suk-Gyu Lee
 Dept. of Electrical Engineering, Yeungnam Univ. **Headong Information & Communication Co. Ltd.

Abstract - 오프라인에서만 가능했던 일들이 인터넷 속도의 향상으로 온라인을 통한 실시간 제어가 가능해지고 있다. TCP/IP를 기반으로 이루어지는 경우 대개 소켓을 이용한 PC기반에서 해석되어 지고 처리되어 진다. 본 논문에서는 PC기반의 원격제어 시스템을 임베디드화하여 온실시스템에 적용해 봄으로써 시스템의 안정성과 효율성에서 우수한 시스템을 구현하려고 한다. 이를 위하여 임베디드 시스템은 웹서버의 기능을 가진 HelloDevice 1300보드를 이용하였다. 실질적인 제어물의 제어를 위해서 제어기를 HelloDevice 1300보드와 시리얼을 통하여 통신하였다. 이와 같은 시스템을 구현하여 온실시스템의 자동화에 관한 실효성을 검증하였다.

1. 서 론

산업현장은 점점 무인화 되어 가는 추세에 있고, 작업자는 그러한 무인 시스템의 상위 레벨에서 시스템을 모니터링하고 조작하는 위치를 차지하고 있다. 또한 원격 제어물 처리작업, 우주공간에서의 작업, 해저 작업 등 사람이 직접 작업하기에 위험한 환경에서는 반드시 원격 제어가 요구되고 있다. 원격 제어에 있어서 인터넷은 보안이나 시간 지연 등 해결해야할 몇 가지 문제점을 가지고 있지만 안정성과 편리성 그리고 누구나 접속이 가능한 용이성을 동시에 제공하므로 인터넷과 원격 제어와의 접목이 계속 시도되고 있다.[1][2][3] 또, 네트워크라는 인프라가 구축되어진 곳이라면 네트워크에 접속할 수 있는 모든 기기들간에 상호 작용을 통해서 다양한 서비스를 우리에게 제공해 주고 있다.[4] 본 논문에서는 이처럼 여러 장점을 가지고 있는 웹을 통하여 전체 시스템을 통합 모니터링 시스템으로 관리 및 제어를 하고자 한다.

1995년 이후, 자바로써 제작된 애플릿 프로그램은 작은 크기로서 이동이 쉬운 인터넷의 응용 프로그램의 새로운 표준으로 부각되었다. 또한 자바는 압축된 형태로 강력하고 일목요연한 기능을 제공한다. 이러한 자바는 네트워크와 보안, 그리고 멀티스레드의 기능을 가지고도록 고안되어 있어서 네트워크를 통한 분산 소프트웨어와 데이터의 접근이 용이하다.

PC에 기반을 둔 기존의 시스템은 범용적으로 설계된 것이기 때문에 최적화 된 시스템이라고 할 수 없다. 따라서 임베디드 웹 서버와 같이 보다 간단하고 사용하기 편하며 또한 PC보다 경량이며 시스템의 안정성을 높일 수 있는 임베디드 시스템으로 시스템의 구성이 바뀌고 있다. 본 논문은 시스템의 안정성, 편리성 및 시스템의 최적화를 위하여 임베디드 웹서버인 HelloDevice 1300보드를 이용하여 PC환경에서 이루어지던 원격 제어시스템을 임베디드 시스템으로 구현해 봄으로써 실제 온실자동화시스템의 적용 가능성을 확인해 보고자 한다.

2. 전체 시스템 개요

2.1 개요

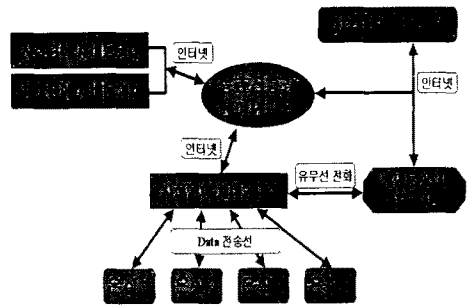


그림 1. 전체 시스템의 구성 예

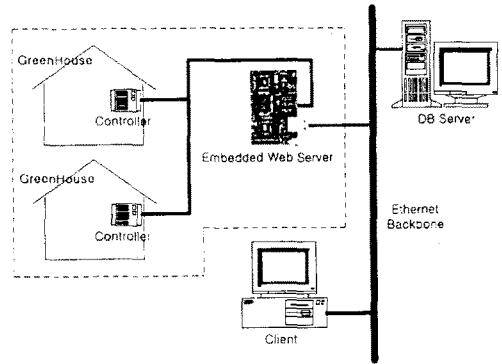


그림 2. 제안된 로컬 시스템

본 논문에서 구현하고자하는 전체 시스템을 그림1에 나타내었다. 그림2는 본 논문에서 실제로 구현한 시스템을 나타낸다. 그림 1에서의 온실에 해당하는 부분이 그림2의 점선으로 나타낸 부분이다. 그리고 그림2의 DB Server는 그림 1의 시설원예농가를 나타낸다. 다음은 각 부분의 역할과 상호간의 데이터 연결 등 개략적인 설명이다.

2.1.1 온실

온실 내 환경을 측정하기 위한 센서와 작물의 상태 및 온실 내의 상황을 모니터링 하기 위한 CCD 카메라가 설치되어 있다. CCD 카메라로는 Canon VC-C3가 사용되었으며 Camera Server로는 AXIS2400이 사용되었다. 또한 제어 서버로부터 제어 명령을 받아 온실 내부의 환경을 조절할 수 있도록 각각의 액츄에이터를 동작시키는 제어기가 설치되어 있다.

2.1.2 시설원예농가(DB 서버)

각각의 온실로부터 받은 환경 정보를 데이터베이스의 형태로 저장하고, 일반 사용자 등급의 클라이언트에서

요청이 있을 경우 설치되어 있는 웹서버를 통해 데이터를 제공한다. 또한 관리자 등급을 가진 클라이언트에서 접속할 경우, 자바 애플릿 형태의 온실 환경 제어 프로그램을 클라이언트로 전달한 후, 관리자로부터 환경제어 명령이 넘어오면, 이를 각 온실의 제어기로 전달하는 역할을 한다.

2.1.3 클라이언트

원격지에서 접속하는 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.

그리고, 서버로부터 제공되는 자바 애플릿(온실 환경 제어 프로그램)을 이용하여 온실 내부의 환경을 직접 제어할 수도 있다.

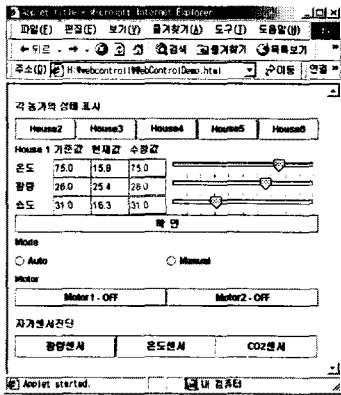


그림 3. 클라이언트 프로그램

그림 3은 클라이언트 프로그램을 나타내며 기준값은 DB에 시간대별로 저장되어 있는 농작물의 표준값을 나타내며 현재값은 센서를 통해 얻어진 값이다. 수정값은 수동으로 값을 조절하고자 할 때 나타내는 값을 표기한 것이다.

2.2 시스템의 구성

2.2.1 HelloDevice 1300

- HelloDevice 1300은 다음과 같은 특징을 가지고 있다.
- Seenix Sx52BD (8 bits microprocessor, 50 MIPS)
 - 512Kb Flash Memory (Saves user web files)
 - 10 Base-T Ethernet Interface(IEEE802.3)
 - RS-232/485 port
 - HTTP, TCP/UDP, IP, (IEEE802.3) support
 - Power, Run, Ethernet Status Monitoring LEDs

그림 4는 HelloDevice 1300의 구조를 보여주고 있다. 그림 5는 HelloDevice 1300의 구성 및 명칭을 나타낸 것이다.

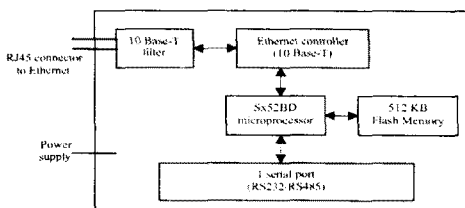


그림 4. HelloDevice 1300의 시스템 블록도

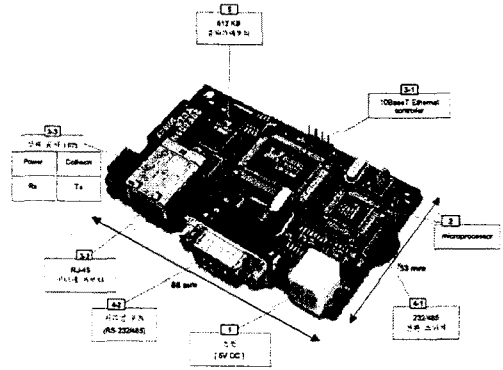


그림 5. HelloDevice 1300의 구성 및 명칭

2.2.2 제어기

제어기는 ATMEL사의 AT89C52 chip을 사용하여 구성하였다. AT89C52는 시리얼 포트를 내장하고 있고, 각 포트를 bit별로 제어할 수 있으므로 본 논문에서 구현하고자 하는 시스템에 유리하다.

제어기는 포트와 레지스터 및 변수에 대한 초기화를 끝낸 후 Timer 인터럽트를 이용하여 일정 시간 간격으로 AD변환 칩인 ADC0809에 AD 변환 시작명령을 내리게 된다. ADC0809는 AD변환 완료 후 AD변환 종료 신호를 AT89C52에 전달함으로써 인터럽트가 발생하여 AD변환된 값을 획득하고 이를 시리얼 포트를 통해 제어 서버에 전달한다. 이 과정에서 변환된 값을 LCD에 출력함으로써 현장에서도 센서 정보를 확인할 수 있다.

온도센서로는 LM35D를 사용하였으며 특징은 다음과 같다.

- 섭씨 온도로 직접 변환 가능
- +10.0mV/°C의 비로 선형적으로 값이 출력됨
- +25°C에서 0.5°C의 정밀도를 가짐
- 동작범위 : -55°C ~ +150°C
- 원격 조작 제품에 적합함

2.2.3 제어프로그램

제어 서버는 Java를 이용해서 작성하였으며, 그 역할은 소켓을 열어 클라이언트에게 환경 정보를 제공하고, 클라이언트로부터 제어값을 얻는다. 또한 시리얼 포트를 통해 온실 내 제어기와 연결하여 온실 내 환경 정보를 얻고, 그 값을 서버 내의 데이터베이스 서버에 저장하고, 클라이언트에서 넘어온 제어값을 온실 내 제어기로 전달하는 역할을 한다.

그림 6은 이러한 역할을 수행하는 제어 서버 프로그램을 나타낸 것이다.

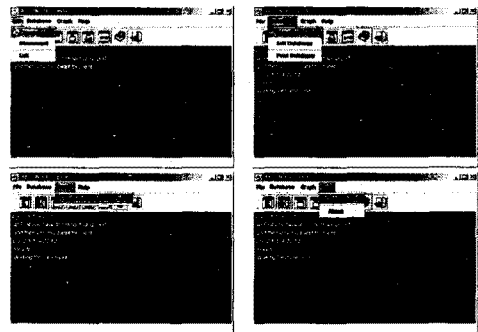


그림 6. 제어 서버 프로그램

2.2.4 애플릿 프로그램

웹브라우저에서 실행되는 자바 프로그램을 자바 애플릿이라고 한다. 자바 애플릿은 브라우저와 상호연동이 가능하다. 이러한 애플릿은 자바의 특징인 플랫폼 독립성을 유지하며 안정성있게 동작할 수 있다. 자바 바이트코드는 임베디드 시스템에 보관되고 임베디드 시스템과 호스트는 인터넷으로 연결되어 진다. 웹 브라우저를 이용하여 임베디드 시스템에 접속하면 임베디드 시스템 내의 웹서버는 자바 애플릿을 호스트 컴퓨터에 전송한다.

그림 7은 애플릿 프로그램을 탑재한 HelloDevice 1300 보드에 외부에서 웹으로 접속한 그림이다. 웹을 통하여 사용자는 센서의 값이나 화상을 통한 모니터링이 가능하다.

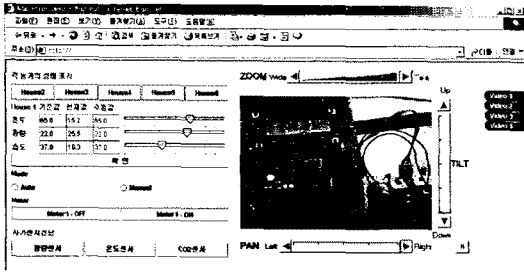


그림 7. 웹으로 HelloDevice 1300 보드에 접속한 모

3. 실 험

3.1 실험환경

- DB서버측 PC 사양
O/S : Window2000, CPU : 펜티엄III 800MHz
RAM : 256M, DB : MySQL
- 카메라 서버 : AXIS2400
- CCD카메라 : Canon VC-C3
- 웹서버 : HelloDevice 1300

3.2 실험

먼저 이 실험은 주로 연구실내의 인트라네에서 행해졌다. 본 논문은 임베디드 웹서버로 Sena사의 HelloDevice 1300을 이용하여 시스템을 구성하였다. 온실자동화 시스템을 구현하기 위해서는 환경변수를 획득할 수 있는 센서제어기와 모터 구동부가 있어야 하며 원격제어를 위하여 웹서버가 있어야 한다. 그림 8은 온실자동화시스템으로 이용될 임베디드 웹서버와 센서제어기 그리고 모터구동부를 나타내고 있다. 그림 9는 농작물의 시간대에 따른 표준값을 데이터베이스로 구성한 것이다. 센서제어기의 센서로부터 데이터를 획득하고 시리얼을 통해 임베디드 웹 서버로 전해지고 이 데이터는 클라이언트 측에 전송된다. 클라이언트측의 명령에 따라 제어기를 통해 모터 구동부의 모터를 회전하거나 LED를 점등시킬 수 있다.



그림 8. 실험 장치

| id | Time | Light | Temperature | CO2 | Humidity | PH |
|----|---------------------|-------|-------------|-------|----------|------|
| 21 | 2000-10-22 00:00:00 | 15.0 | 19.0 | 79.0 | 56.0 | 30.0 |
| 22 | 2000-10-22 01:00:00 | 15.0 | 19.0 | 81.0 | 57.0 | 31.0 |
| 23 | 2000-10-22 02:00:00 | 14.0 | 18.0 | 84.0 | 59.0 | 32.0 |
| 24 | 2000-10-22 03:00:00 | 14.0 | 18.0 | 81.0 | 57.0 | 32.0 |
| 25 | 2000-10-22 04:00:00 | 17.0 | 19.0 | 86.0 | 59.0 | 33.0 |
| 26 | 2000-10-22 05:00:00 | 20.0 | 18.0 | 89.0 | 62.0 | 32.0 |
| 27 | 2000-10-22 06:00:00 | 25.0 | 17.0 | 91.0 | 65.0 | 33.0 |
| 28 | 2000-10-22 07:00:00 | 30.0 | 18.0 | 90.0 | 68.0 | 34.0 |
| 29 | 2000-10-22 08:00:00 | 35.0 | 19.0 | 88.0 | 71.0 | 35.0 |
| 30 | 2000-10-22 09:00:00 | 40.0 | 20.0 | 86.0 | 74.0 | 36.0 |
| 31 | 2000-10-22 10:00:00 | 45.0 | 21.0 | 84.0 | 77.0 | 37.0 |
| 32 | 2000-10-22 11:00:00 | 45.0 | 22.0 | 81.0 | 80.0 | 38.0 |
| 33 | 2000-10-22 12:00:00 | 70.0 | 23.0 | 79.0 | 84.0 | 39.0 |
| 34 | 2000-10-22 13:00:00 | 75.0 | 23.0 | 81.0 | 88.0 | 38.0 |
| 35 | 2000-10-22 14:00:00 | 80.0 | 23.0 | 80.0 | 91.0 | 39.0 |
| 36 | 2000-10-22 15:00:00 | 75.0 | 23.0 | 81.0 | 90.0 | 39.0 |
| 37 | 2000-10-22 16:00:00 | 40.0 | 24.0 | 84.0 | 88.0 | 40.0 |
| 38 | 2000-10-22 17:00:00 | 35.0 | 23.0 | 87.0 | 86.0 | 41.0 |
| 39 | 2000-10-22 18:00:00 | 50.0 | 21.0 | 90.0 | 83.0 | 41.0 |
| 40 | 2000-10-22 19:00:00 | 40.0 | 19.0 | 94.0 | 80.0 | 42.0 |
| 41 | 2000-10-22 20:00:00 | 25.0 | 17.0 | 98.0 | 77.0 | 42.0 |
| 42 | 2000-10-22 21:00:00 | 20.0 | 15.0 | 100.0 | 75.0 | 43.0 |
| 43 | 2000-10-22 22:00:00 | 18.0 | 13.0 | 98.0 | 73.0 | 44.0 |
| 44 | 2000-10-22 23:00:00 | 18.0 | 11.0 | 84.0 | 71.0 | 45.0 |

그림 9. 환경 변수들의 데이터베이스

온실자동화시스템에 필요한 환경변수 획득과 이를 이용하여 임베디드 웹서버를 통한 모터구동을 실험해 보았다. 향후 이 시스템을 보완한 후 실제 온실자동화시스템에 적용할 예정이다.

4. 결 론

본 논문에서 구현한 내용은 다음과 같다.

- 1) 온실 내부 환경 모니터링
- 2) 웹을 통한 원격지에서의 원격 제어
- 3) 온실 환경 데이터의 데이터베이스 구축
- 4) 기존의 PC기반에서 이루어지던 시스템을 임베디드 시스템으로 구현

인터넷을 통한 제어를 위해서 자바 기술을 사용하여 기존의 웹브라우저로 손쉽게 접속할 수 있음을 보였다. 또한 실험에서 나타난 약간의 시간지연은 온실자동화시스템과 같은 시간 지연이 긴 시스템에 적합함을 알 수 있었다. 그리고 임베디드 시스템을 이용함으로써 보다 더 안정성 있는 시스템을 구현할 수 있었다. 따라서 안정성, 편의성 및 시스템의 최적성을 장점으로 하는 임베디드 시스템을 적용한 온실자동화시스템에 관한 실험성을 검증하였다.

(참 고 문 헌)

- [1] K.Goldberg, M.Mascha, S.Genter, C.Sutter, N.Rothenberg, J.Wiegley, "Desktop teleoperation via the World Wide Web", Proc.IEEE Int. Conf.Robotics and Automation, May, 1995.
- [2] 이명진, 문재철, 강순주, "인터넷상에서 WWW을 이용한 무선 비행체 원격 제어", 제어·자동화·시스템공학회 합동 학술 발표회 논문집, pp191-195, 1998.
- [3] Eric Paulos, John Canny, "Delivering Real Reality to the World Wide Web via Telerobotics", Proc.IEEE Int. Conf. Robotics and Automation, April, 1996.
- [4] Sun Microsystems, Java Remote Method Invocation Specification beta draft, Dec, 1996.
- [5] Engineering Web Technologies for Embedded application, IEEE Internet Computing, May·June, 1998.
- [6] 박창욱, 박병훈, 이상협, 이석규, 이달해, "WWW을 이용한 이동로봇의 원격제어", 대한전기학회 하계학술대회 논문집, pp3033-3035, 1999.
- [7] 박형준, "WWW을 이용한 온실 원격 제어 시스템", 영남대학교 석사학위논문, 2001. 2.
- [8] 이상협, 허원석, 권판조, 이호근, 이석규, 이달해, "원격제어를 위한 임베디드 네트워크 시스템", pp2892-2894, 2000
- [9] 이상협, "웹을 이용한 홈 오토메이션 시스템의 개발", 영남대학교 석사학위논문, 2001. 2.
- [10] SENA Technologies, "Starter Kit and Manual for the HelloDevice 1300".
- [11] <http://java.sun.com>.
- [12] <http://www.sena.com>.
- [13] <http://www.kookilmtech.co.kr>.