



An Implementation of Agricultural Monitoring and Automation System based on Embedded Server

Byoung-Chan Jeon¹, Sang-Yeop Cho², Sang-Jeong Lee^{*3}

¹*Division of Liberal Arts, Chungwoon University*

²*Department of Internet, Chungwoon University*

³*Department of Computer Science Engineering Soonchunhyang University*

ABSTRACT

Due to the aging, the domestic agriculture's one third of the total rural population is decreasing during last 10 years, and the decreasing process of farmers is ongoing. To solve the labor of the fewer people in agriculture, automation systems are introduced to improve productivity in developed countries. Thus, the systems should provide the solutions for the shortage problem of working population in agriculture. The automation system should be low-cost to be adopted widely by farmers. To implement this kind of automated systems, it requires the development of low-cost sensors which has stable operation with network connection to the server. And the server can monitor in real time with the ability of connection to smarhphone. In this paper, agricultural monitoring and automation system based on embedded server is implemented. The system collects agricultural environment data such as temperature, humidity, Co2 with low-cost sensors, and monitors them with real-time on a smartphone. Also, it actuates remotely LED lighting, ceiling door by a smartphone. In addition, the video can be monitored with a networked camera applicaion (IPOLIS application) installed on a smartphone.

© 2014 KKITS All rights reserved

KEYWORDS : Embedded Servers, Agricultural Monitoring, Smartphones, IPOLIS, Automated Systems.

ARTICLE INFO : Received 26 May 2014, Accepted 16 June 2014.

1. 서론

*Corresponding author is with the Department of Computer science & Engineering, Soonchunhyang University, 22 Soonchunhyang-ro Sinchang-myeon Asan-city Chungnam, 336-745, KOREA.
E-mail addresses: sjlee@sch.ac.kr

최근 정보통신기술의 발달로 인해서 IT 기술이 접목된 산업이 다양한 분야로 확대되어 우리의 실

생활 속에 자리 잡고 있다. IT융합 기술은 기존의 타산업과 IT기술의 융합되면서 부가 가치를 창출하고 우리의 삶의 질을 향상 시키는데 이바지 하고 있다. 이러한 분야는 더욱더 다양해지고 있으며 그 기술 또한 계속적으로 발전하고 있다.

농업은 농업 인구의 고령화로 인해 현재 농업 연령별 비율은 1990년도에 18.3%에서 2010년의 20년 사이에 46.3%로 28%나 증가 하였으며, 이로 인해 고령화된 농촌 인력의 노동 강도는 점점 더 높아지고 있다[1-3].

따라서 농촌 인구의 인력 부족 현상을 해결하기 위해 농업 선진국들은 농업 생산성 증대를 위한 자동화 시스템을 도입하고 있는 추세이다. 따라서 국내 농업의 경쟁력 증대와 농가 소득 증대를 위해 자동화 시스템의 도입이 필수적이며 농업에 대한 과학적인 접근을 통해 농업인들의 인력 부족 현상을 해결하고 농가 소득을 더 높일 필요성이 대두되고 있다. 국내의 경우 온실 하우스 등 몇몇 재배 농가에서 자동화 시스템을 적용하는 사례가 늘어나고 있으나 실질적으로 적용되는 사례는 적은 실정이다. 또한 농민 스스로의 경험에 의지하면서 주먹구구식의 대략적인 영농 기법의 의존하기 때문에 농업의 경쟁력이 떨어지고 있는 것이 사실이다[4].

따라서 논문에서 제시하고 있는 임베디드 서버 기반 영농 모니터링 자동화 시스템 구현에서는 이러한 현재의 문제점을 보완하기 위해 영농 모니터링 시스템을 제어하고 현재 농장에 성장환경 data를 수집하고 저장한다. 또한 스마트폰을 이용하여 실질적으로 사용자가 기기를 제어하며 현재 성장환경 data를 모니터링 할 수 있는 환경을 구축하고자 한다.

2. 관련연구

2.1 국내 및 국외 관련기술 현황

국내에서는 u-농업에 관련된 여러 분야에 성장환경 모니터링 시스템 구축을 연구해 왔다. <표 1>에서는 국내 u-농업에 관련된 기술현황들을 나타내고 있다.

표 1. 국내 관련 기술 현황
Table 1. International Related Technology Status

구분	기능
유비쿼터스(u-IT 기반의 무인 해충 발생 감시시스템 구축)	.과수원에 설치된 정페로몬트랩에 들어온 해충에 대한 이미지를 촬영하고, 동시에 촬영 이미지를 이미지변환 과정을 통하여 자동으로 해충밀도와 발생 시기, 종류를 분석함 .분석된 정보를 기반으로 개별 농가에 해충 방제여부와 방제시기를 SMS 문자로 전송하여 주는 병충해 발생 감시 시스템
농가보급형 LED 광원 처리장치	. 저탄소 녹색성장 실현을 위한 에너지 절감 기술을 보급하기 위해 효율, 환경친화적 차세대 광원인 LED의 농가 현장에 실용화 . 적색 LED 광원 효율증진을 위한 작물 재배형태별 처리장치의 시스템
성장환경관리시스템 구축	. 친환경 특산물인 유자, 부지화, 참다래 작물을 대상으로 성장환경의 각종 정보를 수집하는 무선센서와 원격에서 모니터링 및 시설 제어 가능한 시스템.

<표 2>는 국내와 국외의 농장원격관리시스템의 현황을 보여준다. 축사내부 환기를 측정하고 제어할 수 있는 컨트롤러는 많은 회사에서 생산되어지고 있지만 대부분의 제품이 ‘단품’ 형식으로 사용되어 수동식으로 조정할 수 있는 제품이다. 원격관리를 하기 위해서는 PC와 데이터 통신을 할 수 있는 기능이 추가되어야 하지만 국내에서는 온도/습도 또는 몇가지 수질 측정장치를 제하고는 이 기능이 없는 경우가 대부분이다. RS-232C 데이터 통신 방식이 대부분이어서 PC 또는 인터넷 망과 거리가 먼 농장, 여러대의 측정장치가 연결되어야 하는 농장의 경우 적용이 쉽지 않다.(대부분 RS-485 또는 RS-422 통신방식을 갖는 제품을 권장을 하고 있음)

표 2. 농장원격관리시스템의 현황(참고자료)
Table 2. The status of the farm remote management system

구분	기능	국내	국외
온도/습도/암모니아가스 측정장치	RS-485 데이터 통신기능	M사, K사(온도) (주)아리랑BNS 제품	Fancom, Skov, Chore-time
환기측정장치	측정 및 출력 접점	M사,(주)아리랑BNS	Fancom, Skov, Chore-time
가급류 체중 측정장치	원격제어기능	M사,(주)아리랑BNS	
관리 프로그램	데이터 저장 및 모니터링	(주)아리랑BNS	Fancom, Skov, Chore-time
	계측장치와 연결 방식	인터넷 기반	전화 모뎀, 인터넷 기반

국외에서는 이스라엘 Phytalk사의 식물 성장 모니터링 시스템은 작물과 온실 성장환경을 모니터링 하는 센서와 소프트웨어를 개발하고 이스라엘 오렌지 농장 등에 적용하였다. 성장환경 센서들을 통해 토양 습도, 온도, 대기습도 등 재배 성장환경을 측정하고, 식물에 부착된 센서들은 5분에서 10분 간격으로 정보를 수집하여 케이블이나 무선 연결을 통해 재배자의 집에 있는 컴퓨터로 전송한다. 소프트웨어는 식물의 컨디션을 그래프와 색깔로 표시하고, 작물의 스트레스 상태와 원인을 분석해준다. 이스라엘 오렌지 농장에 적용한 결과 성장환경 정보를 측정하여 관수 방법을 개선한 결과 톤당 700달러의 소득이 증가하였다. 이와 같이 센서를 이용한 많은 연구들이 진행되면서 농업용 센서, 로봇(무인헬기, 모심기 로봇) 등이 개발되고 있으며, 이를 이용한 다양한 응용 프로그램들이 개발되고 있다. 최근 국내에서도 센서네트워크를 활용 세계적으로 u-농업 자동화 시스템의 기술이 발달하면서 좋은 평을 받고 있다 [5-8].



그림 1. 장비설치 농가의 예
Figure 1. Examples of farm equipment installation

<그림 1>에서 보여주는 것처럼 한 예로 경기도 도청에서는 첨단 화훼재배 자동화 농장 기술을 이용하여 온실 성장환경 모니터링을 위한 USN 기반 인프라구축, 온실 내 시설물의 원격/자동제어 시스템 구축, 품질향상을 위한 인공광원(보광등) 설치, 웹 기반 화훼 성장환경관리 포털서비스 구축 등 농작물 재배에 USN 기술을 상용화한 세계 첫 사례로 화훼생산 부문에서 농업 선진국 네덜란드를 따라잡을 수 있다는 평가를 받고 있다[9].

3. 임베디드 서버 기반 영농 모니터링 자동화 시스템

3.1 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 시스템은 임베디드 서버 장치를 중심으로 하여 성장환경 변수(온도, 습도, CO₂)를 측정하는 센서로부터 데이터를 받는 데이터 센싱, 기기를 제어하기 위한 마이크로 컨트롤러, 수집한 데이터를 저장하기 위한 소켓 통신 프로그램, 그리고 네트워크 망을 통한 네트워크 카메라 연동부로 구성되어 있다.

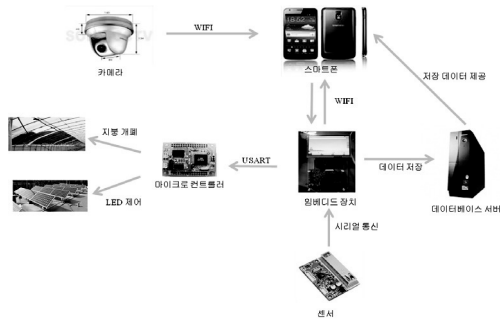


그림 2. U-영농 모니터링 시스템 구성도
Figure 2. U-Agricultural Monitoring System Configuration

<그림 2>은 임베디드 서버 기반 영농 모니터링 자동화 시스템의 구성도이다.

본 시스템은 실시간으로 생장환경 변수(온도, 습도, Co2)를 수집할 수 있으며, SQLite를 이용하여 장치 내에 저장되게 된다. 저장된 데이터는 스마트폰을 통하여 사용자에게 실시간으로 모니터링이 가능하도록 구현 하였다. 스마트폰과 임베디드 장치 간 원활한 데이터 통신을 위해서 해당 장치 간 프로토콜을 규정하여 요구에 따른 데이터 송수신이 가능하도록 하였다. 또한, 이를 통해 스마트폰에서 생장환경 센싱 데이터를 요구하거나 원격으로 기기를 제어 할 수 있도록 하였다. 이렇게 모니터링 되는 정보를 통해 사용자는 실시간으로 해당 하우스 내부에 생장환경을 파악 할수 있으며, 기기를 손쉽게 제어 가능하도록 하였다. 또한 네트워크 카메라를 통해서 실시간 영상으로 하우스 내부를 모니터링이 가능하도록 하였다. <그림 3>은 게이트웨이 서비스 구성을 나타낸 것이다. <그림 3>에서 보는 바와 같이 임베디드 서버 기반의 게이트웨이를 구성하기 위한 서비스 모듈이다. 센서와 통신하거나 마이크로컨트롤러를 제어하기 위해 공통적으로 시리얼 통신 모듈을 구현하였으며 센서에서 읽어 들인 값을 DB에 저장하기 위한 센서 데이터 프로세싱 모듈과 SQLite 연동 모듈이 있다. SQLite를 사용하기 위해 ARM용으로 SQLite 크로스 컴파

일 라이브러리를 사용하였으며 읽어 들인 센서 값을 SQLite에 저장한다. 마이크로컨트롤러에 연결된 기기를 제어하기 위해 마이크로컨트롤러 연동 제어 모듈을 구현하였다. 마지막으로 스마트폰에서 기기를 제어하고 상태 정보를 얻기 위해 TCP/IP 모듈을 구현하고 이들 4개 서비스를 통합함으로써 통합 게이트웨이 서비스를 구축하였다.



그림 3. 게이트웨이 서비스 구성
Figure 3. Gateway Service Configuration

3.2 시스템 구성 요소

3.2.1 센서 데이터 수집

하우스 내부의 생장환경 데이터를 수집하기 위해 생장환경 변수(온도, 습도, Co2)를 측정하는 센서 모듈을 사용하여 데이터를 수집하였다. 센서는 <그림 4>와 같은 SH-300-STH를 사용하였다.



그림 4. 측정 모듈 센서
Figure 4. measurement modules Sensor

해당 센서의 대한 제원은 <표 3>과 같다.

표 3. 측정 모듈 센서 제원
Table 3. Sensor measuring module specifications

측정 방식	Non-Dispersive Infrared
측정 범위	0 ~ 3000 ppm
정밀도	± 2% ppm (0 ~ 3000 ppm) @10 ~ 50℃
응답 시간	0 ~ 80% < 30Sec
신호 간격	2.0 Sec
Warm-up time	< 90Sec
작동 온습도	0 ~ 50℃, 0 ~ 95% RH Non Condensing
보관 온도	- 40 ~ 70℃
출력 사양	Analog : 0~3VDC
	UART : 9600bps
전원	DC 7 ~ 12 Input
	Fixed(Other Made) : 5 VDC regulated (±4%)
소비 전류	Peak 150mA, Low 25mA
인터페이스	3PIN Header, 6PIN Header
	With 2.54mm spacing
	Molex 5267 included
크기	(W)65mm * (H)45mm * (D)18mm

<그림 5>는 측정모듈 센서와 임베디드 장치 통신을 위한 구성도를 나타낸 것이다. 직렬통신방식을 사용하기 위해 RS485컨버터와 RS232케이블을 이용하였다. 해당 측정 모듈 센서로부터 데이터를 임베디드 서버로 송신하기 위해서는 시리얼 직렬 장치를 USB To Serial를 이용하여 변환할 필요가 있다.



그림 5. 측정 모듈 센서 구성도
Figure 5. the sensor measurement modules Configuration

3.2.2 SQLite

SQLite는 MySQL이나 PostgreSQL와 같은 DBMS 관리 시스템으로 응용프로그램에 넣어 사용하는 비교적 가벼운 데이터베이스이다. 일반적인 RDBMS에 비해 대규모 작업에는 적합하지 않지만 중소규모의 경우 프로그램이 가벼워 속도가 빠르다. 한정된 자원을 사용하는 임베디드 시스템에 적용할 수 있는 DBMS으로 API 사용시 단순히 라이브러리를 호출하고 데이터 저장 시 하나의 파일만을 사용한다. 대부분의 스마트폰 DBMS는 SQLite를 사용하며 아이폰, 안드로이드, 심비안, 어도비 AIR 등에 사용된다.

<표 4>는 센싱 데이터를 데이터 형식으로 분류하였다.

표 4. 센싱 데이터
Table 4. Sensing Data

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Co2			B	온도				B	습도			CR	LF			

3.2.3 원격기기제어

스마트폰에서 전달된 메시지를 임베디드 장치로 받아 메시지 형식에 따라 천장 계폐와 LED점등을 조절한다. <표 5>는 원격제어의 메시지 형태를 나타내고 있다.

표 5. 원격제어의 메시지 형태
Table 5. Remote control of the message type

구분	스마트폰 메시지	서버 메시지	처리결과
1	DOOR_ON	a	천장 열기
2	DOOR_OFF	b	천장 닫기
3	LED_ON	c	LED 켜기
4	LED_OFF	d	LED 끄기

<표 5>에서 메시지 처리되는 과정을 보면 먼저

스마트폰에서 게이트웨이 서버로 TCP/IP를 연결 한 후 메시지를 전달하게 한다. 전달된 메시지는 기능별로 총 4가지 메시지로 표 3의 스마트폰 메시지와 같다. 소켓을 통해서 해당 메시지가 전달되면 게이트웨이 서버는 해당 메시지에 따라 시리얼 직렬 통신을 통해 메시지를 전달하게 된다. 전달 받은 서버 메시지는 실제 기기를 제어하게 되고 표 3의 처리결과와 같이 최종적으로 기기를 제어하게 된다.

<그림 6>은 마이크로컨트롤러를 이용하여 해당 기기를 제어하는 과정을 보여주고 있다.



그림 6. 마이크로컨트롤러를 이용한 기기제어
Figure 6. control device using a microcontroller

서버로부터 보내온 명령은 마이크로컨트롤러인 ATmega128의 시리얼 통신을 통해 전달하게 되며 이는 해당 명령에 따라 기기 제어를 동작하게 된다. 또한 신재생 에너지에 대한 활용 여부를 실험하기 위해서 LED 전등에 전원을 공급하기 위하여 태양광 장치를 추가로 설치 하였다. 해당 태양광 발전 장치를 통해서 LED 전등에 대한 전력 에너지를 별도의 전원 없이 태양광 에너지만으로 점화가 가능하도록 하게 하였다. 태양광 에너지는 LED 점등에 필요한 전력을 사용하기 위하여 적용 하였다. 해당 태양광 발전의 형태는 태양 전지형으로 태양광 발전으로 모은 전기를 전지에 저장하였다가 LED 점등 시 사용되는 형태이다. 본 논문에서는 태양광 에너지 사용의 가능성만을 제시하기 위해

서 LED 전력 사용에만 적용 하였다. 해당 태양광 발전 장치로부터 발생하는 전력은 내부에 직렬 전지에 저장하게 되며 해당 직렬 전지는 평상시 충전을 하게 되고 명령에 따라 전등 점화시 에너지를 공급하여 전등이 점화 가능하도록 하였다.

3.2.4 안드로이드 어플리케이션

수집된 데이터에 대한 모니터링과 원격 기기를 제어하기 위해서 서비스가 가능한 안드로이드 어플리케이션을 적용 하였다[10-12]. 안드로이드 어플리케이션은 TCP/IP 소켓 통신을 통하여 임베디드 서버와 통신이 가능하며 각 메뉴는 기능별로 구분하여 각각의 클래스로 구현하였다. <그림 7>은 안드로이드 어플리케이션 다이어그램을 나타낸 것이다.

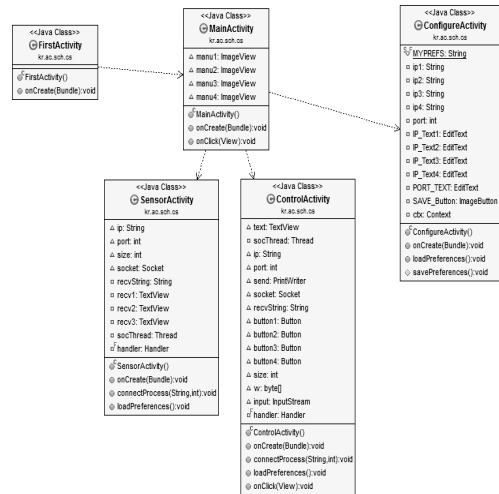


그림 7. 안드로이드 어플리케이션 UML
Figure 7. Android Application UML

주요 클래스로 해당 네트워크 설정을 하기 위한 ConfigureActivity, 센싱된 데이터를 모니터링 하기 위한 SensorActivity, 원격 제어 조작을 위한 ControlActivity로 이루어져 있으며, MainActivity

class를 통해서 각각 메뉴로 구성되어있다. ConfigureActivity에서는 네트워크 생장환경 설정을 위해서 사용자로부터 IP와 PORT를 입력받아 저장하게 되고 이는 모니터링과 원격제어시 임베디드 서버 접속 IP, PORT로 사용된다. 기본적으로 데이터 센싱을 위한 SensorActivity와 원격제어를 위한 ControlActivity는 설정된 IP, PORT를 통해서 임베디드 서버에 접속하게 되고 접속 성공시 자동적으로 미리 약속된 프로토콜에 따른 메시지를 통해서 해당 데이터 및 명령을 요청하게 된다.

안드로이드의 특징 중 하나는 어플리케이션의 한 컴포넌트가 다른 컴포넌트를 실행 할 수 있는 것이다. 즉 이미 수행중인 어플리케이션에서 다른 어플리케이션을 연동하여 작업을 수행하게 할 수 있다는 것이다. 이를 위해서 해당 실행하기 위한 클래스 명이 필요하다. 이렇게 명시적으로 인텐트를 지정하여 다른 어플리케이션의 앱 컴포넌트를 실행할 수 있다.

3.3 시스템 지원 서비스

본 시스템에서는 하우스 내부의 생장환경 정보를 실시간으로 모니터링 할 수 있으며 원격으로 제어가 가능하게 하였다.

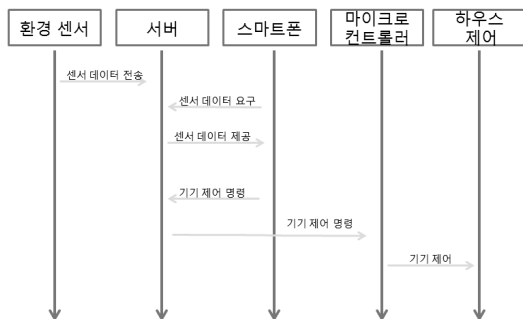


그림 8. 서비스 흐름도
Figure 8. Service Flowchart

<그림 8>은 본 시스템에서 제공하는 서비스 흐름도를 나타내고 있다. <그림 8>의 서비스 흐름도와 같이 서버를 중심으로 데이터가 수집되고 데이터의 요구와 제어 명령을 받아 처리하게 된다. 스마트폰을 통해 서버에 해당 서비스를 요청하게 되고 서버는 해당 요청에 따른 데이터를 제공하거나 실제 기기 제어를 위해 명령을 전달하게 된다.

4. 구현 및 테스트

4.1 구현환경

본 논문에서는 기존 농업 자동화 시스템의 구축 비용을 줄이기 위해 별도의 고가 서버를 사용하지 않고 소형화 된 저가형 임베디드 서버 시스템을 활용하였다.

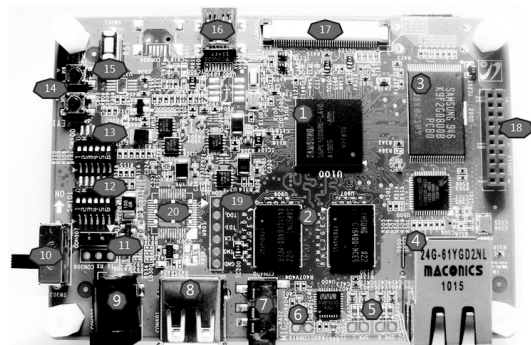


그림 9. 임베디드 보드
Figure 9. Embedded Board

서버용 PC와 사양이 비슷한 임베디드 보드를 활용함으로써 센싱 데이터 수집 및 데이터베이스 저장, 각 장치 제어 등의 작업이 가능하며 임베디드 서버 내 설치된 무선 공유기를 활용하여 스마트폰에서 농장 상태를 실시간으로 확인하고 장치를 제어할 수 있다. 최근 스마트폰에 탑재되는 CPU 연산능력이 일반 PC에 탑재되는 CPU 성능을 거의

따라오면서 PC와 동일한 성능을 수행할 수 있다. 따라서 ARM 계열의 800Mhz 싱글코어를 탑재한 리눅스 기반 임베디드 보드를 활용하였다.

표 6. 임베디드 보드 제원 (망고 100)
Table 6. Embedded Board Specifications

Processor	S5PC100 Cortex-A8 Application Processor
Memory	256MB DDR2 SDRAM
Display	LCD Connector for Samsung 4.8" WVGA(800x480) TFT with Touch
SD Card	Mini SD Card Slot (SD0 Interface)
Ethernet	SMSC LAN9220 10/100Mbps Ethernet Controller
Audio	Wolfson WM8960 Audio Codec with 1W Audio Power Amp
USB	USB 1.1 FS Host USB 2.0 HS Device
HDD	40P ZIF ATA HDD Socket
Expansion	2x 120pin B2B Expansion Connector 1x 20pin Header for Camera Expansion
UART	3P Connectors for UART0, UART1
Jtag	6P Header for JTAG
Keys	1 Reset, 2 User Keys
Power	5V/2A DC Adapter Jack

임베디드 게이트웨이에는 리눅스 기반의 ARM용으로 컴파일 된 linux kernel 2.6.29 버전으로 사용하였고 Host PC에 크로스 컴파일러 환경을 구축하여 영농 게이트웨이 서버를 개발하였다. 기본적으로 임베디드 게이트웨이는 <표 6>에 나타내었다.

4.2 구현 테스트

본 논문의 내용을 실제로 구현하기 위해서 모형을 제작하고 해당 제작된 모형에 시스템을 구축하였다. 모형 제작을 위해서 <그림 10>와 같이 모형

설계도를 제작하고 <그림 11>과 같이 실제 시스템을 구현한 모형을 제작하였다.

게이트웨이 서버를 중심으로 하여 유무선 공유기를 통하여 네트워크 망을 구축하고 성장환경 센서와 마이크로프로세서를 직렬통신으로 연결 하였다. 센서로부터는 주기적으로 송신되는 데이터를 수집하여 데이터베이스에 저장을 하고 이를 개방된 네트워크 망을 이용하여 스마트폰은 게이트웨이 서버로 접속하여 해당 데이터를 모니터링 하였다. 또한 기기를 제어 할 수 있는 기능을 제공하여 원격으로 성장환경 변수에 대한 정보를 얻고 기기를 제어 할 수 있도록 하였으며, 또한 네트워크 카메라를 통해서 실시간으로 모니터링 할 수 있게 하였다.

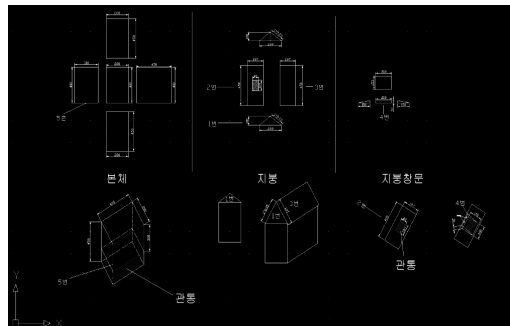


그림 10. 모형 설계도
Figure 10. Model Design

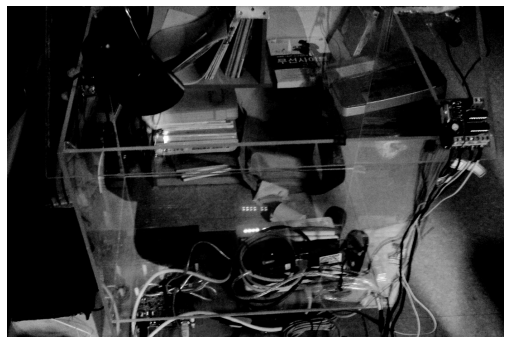


그림 11. 시스템 모형
Figure 11. System Model

실제 센서 모듈과 연동을 위해서는 RS-232와 RS-485를 통해서 시리얼 장치를 USB 인터페이스로 변환하여 해당 게이트웨이 서버와 USB 연결을 가능 하도록 하였다. 또한 USB TO SERIAL 연결을 위해서 해당 컨버터에 맞는 장치 드라이버 모듈을 게이트웨이 서버(OS:임베디드 리눅스)에 적재하여 사용이 가능하도록 하였다. <그림 12>는 센싱 장치가 컨버터와 연결된 과정을 보여주고 있다.

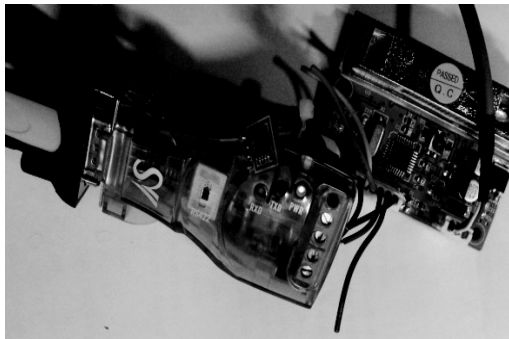


그림 12. 센싱 장치 연결도
Figure 12. Sensing device Connections

임베디드 서버는 이렇게 구성된 센싱 장치로부터 실시간으로 온도, 습도, CO2를 측정하여 수집된 데이터를 송신 받는다. 이렇게 수집된 데이터를 일괄적으로 저장하기 위해서 임베디드 장치에 적합한 데이터베이스인 SQLite를 사용하였다. 게이트웨이 서버는 데이터를 실시간으로 수집할 뿐만 아니라 유무선 공유기로 구축된 네트워크 망을 통해 서비스를 처리토록 하였다.



그림13. 모터
Figure 13. Motor

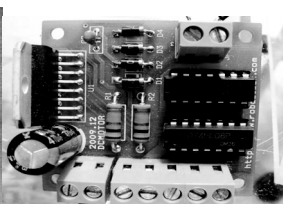


그림14. 모터드라이버
Figure 14. Motor Driver

내부 네트워크 망을 구성함으로써 해당 네트워크 망 내부에서 서비스가 가능하도록 구현하였다. <그림 13>와 <그림 14>는 천장을 계폐하기 위해서 사용된 모터와 모터 드라이버이다. 해당 모터 드라이버를 통해서 모터의 회전을 조절하여 모터를 제어 할 수 있도록 하였다.

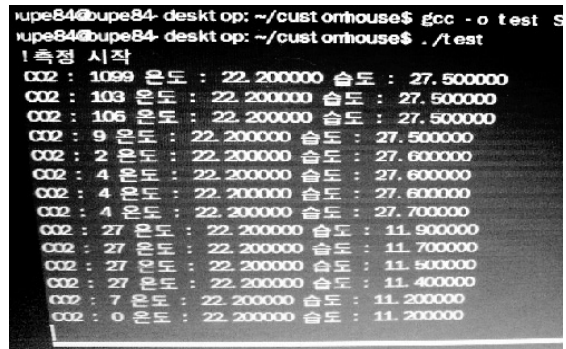


그림 15. 센서 값 출력
Figure 15. sensor values output

<그림 15>는 해당 측정 모듈 센서로부터 데이터 들이 수 신되는 과정을 보여주고 있다. 분류된 각각의 데이터는 SQLite를 이용하여 저장한다. 해당 송신 간격은 2초마다 수신하게 되며 수신 시 마다 임베디드 서버에 데이터를 저장하게 된다. 아래의 출력 메시지를 살펴보면 CO2(이산화탄소):103 , 온도는 22.2도, 습도는 27.5를 의미한다.

CO2:103 온도 : 22.200000 습도 : 27.500000

<그림 16>는 천장 계폐를 모형에 적용하여 열기 동작과 닫기 동작을 하는 과정을 보여주고 있다.

LED 제어 역시 천장 계폐와 같이 명령어에 따라 ON/OFF 기능을 동작하게 된다. 이때 LED 점등에 필요한 전력은 태양광 발전을 통해서 비축한 전력을 이용한다.

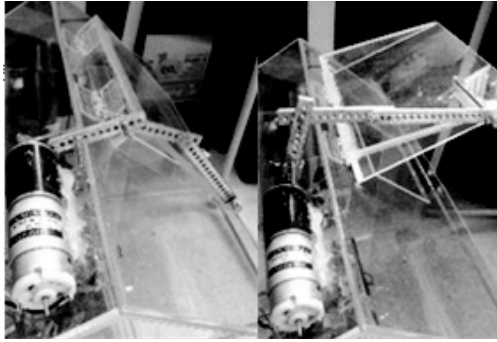


그림 16. 천장 계폐
Figure 16. Ceiling Gepe



그림 18. LED ON/OFF
Figure 18. LED ON/OFF

<그림 17>는 태양광 발전을 위해 사용된 장치이다. 낮 동안에 태양광으로부터 전력을 충전하고 야간에 LED 사용 시 필요 전력으로 공급받게 된다.

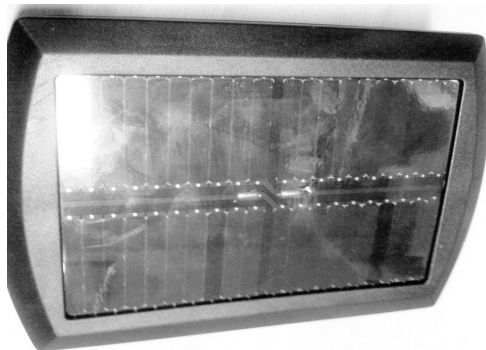


그림 17. 태양광 발전 장치
Figure 17. Photovoltaic devices

<그림 18>은 모형에서 LED를 ON/OFF를 동작하는 과정을 보여주고 있다. 네트워크 카메라는 별도의 DVR 장비 없이 해당 카메라만으로 영상을 처리하고 실시간 영상을 네트워크 망으로 전송할 수 있다. 해당 네트워크 카메라를 유무선 공유기에 연결하여 스마트폰의 어플리케이션인 IPOLIS를 이용하여 해당 네트워크 카메라에 영상을 모니터링 할 수가 있었다.

<그림 19>는 IPOLIS 어플리케이션을 통한 모니터링 과정을 보여주고 있다. <그림 19>는 스마트폰에 하우스 내부 성장환경 변수를 실시간으로 모니터링하고 원격으로 기기를 제어하며 네트워크 카메라는 별도의 DVR 장비 없이 해당 카메라만으로 영상을 처리하고 실시간 영상을 네트워크 IPOLIS 연동을 통해 카메라 영상을 모니터링 하는 과정을 나타내고 있다.



그림 19. IPOLIS 구동 화면
Figure 19. IPOLIS drive screen

하우스 성장환경 메뉴와 하우스 제어 메뉴를 통해서 사용자는 게이트웨이 서버에 접속하여 하우스 내부 성장환경을 모니터링 하거나 원격으로 제

어 할 수 있다.

5. 결 론



그림 20. 메뉴 화면
Figure 20. menu screen

<그림 21>과 <그림 22>는 스마트폰으로 게이트웨이 서버에 접속하여 성장환경 모니터링 화면과 기기제어 화면을 보여주고 있다.



그림 21. 성장환경 모니터링 화면
Figure 21. Environmental monitoring screen

그림 22. 기기제어 화면
Figure 22. Instrument control screen

<그림 21>에서 보여주는 것처럼 하우스 성장환경 데이터는 실시간으로 업데이트 되어지는 과정을 보여 주고 있으며, <그림 22>은 기기제어 되는 과정을 보여 주고 있다.

본 논문에서는 임베디드 장치를 게이트웨이 서버를 두어 이를 중심으로 각각의 기능 모듈별로 구현하여 전체 시스템을 구현 하였다. 이러한 시스템의 활용을 높이기 위해서 현재 빠르게 보급되고 있는 안드로이드 스마트폰을 이용하여 사용자가 쉽고 편하게 사용할 수 있음을 제시하였다. 사용자는 실시간으로 하우스 내부 성장환경 변수 데이터를 모니터링이 가능하게 하였으며, 버튼 한번으로 기기를 제어하면서 원격으로 내부 영상을 모니터링이 가능하도록 하였다. 또한 해당 시스템에서 사용된 임베디드 장치를 통해 외부의 장치를 제어하고 수집된 데이터를 다룰 수 있는 점에서 현재 구축된 시스템 외에 난방장치, 스프링클러, Co2 제어장치 등과 연동하여 보다 다양한 자동화 시스템을 구축함으로써 사용자에게 편의성을 제공함과 동시에 활용성을 높여 보다 효율적이고 생산적인 활동이 이루어 질 수 있는 가능성을 제시하였다. 이는 기존에 구축되어 지고 있는 고가의 자동화 시스템과 비교해 보면 본 시스템은 저가의 시스템 구축과 기존 장치들과의 연동 가능성에서 기존의 자동화시스템 보다 좋은 시스템이 될 수 있었다. 향후 연구 과제로는 신재생 에너지를 이용한 전력 발전 연구를 통해서 본 u-IT기반 영농 시스템과 결합하여 하우스 성장환경 내부의 효율적인 전력 사용과 외부 성장환경적 요인이 최소화된 시스템을 구축하여 좀 더 농업 발전에 도움이 되는 시스템을 구축하고자 한다.

References

- [1] M. H. Lee, H. D. Chu, and H. C. Lee, *Implementation of swinery integrated*

- management system in ubiquitous agricultural environments*, Journal of The Korean Institute of Communications and Information Sciences, Vol. 35, No. 2, pp. 252~262, 2010.
- [2] M. S. Seo, M. S. Gang, and Y. G. Kim, *Implementation of ubiquitous greenhouse management system using sensor network*, Journal of Korea Society for Internet Information, Vol. 9, No. 3, pp. 129~139, 2008.
- [3] J. C. Kim, S. I. Jo, and K. J. Ban, *u-IT based plant green growth environment management system*, Journal of The Korean Institute of Maritime Information and Communication Sciences, Vol. 15, No. 6, pp. 1391~1396, 2011.
- [4] H. J. Kim, B. C. Jeon, H. S. Lim and S. J. Lee, *A development of an u-farm monitoring system*, Proceedings of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, pp. 704-707, 2012.
- [5] J. S. Seo, C. S. Shin, and S. C. Joo, *Implementation of ubiquitous greenhouse management system using sensor network*, Journal of The Korean society for internet information, Vol. 9, No. 3, pp. 129~138, 2008.
- [6] J. H. Park, W. N. Park, Y. K. Kim, G. H. Kang, *A customized device recommender system based on context-aware in ubiquitous environments*, Journal of semiconductor technology and science, Vol. 46, No. 3, pp. 291~299, 2009.
- [7] M. S. Kang, *A greenhouse monitoring system for optimal growth environment*, Korean society for internet information, Vol. 8, No. 1, pp. 285~290, 2007.
- [8] M. D. Lee, *Implementation of greenhouse environment monitoring system based on wireless sensor networks*, Journal of The Korean Institute of Maritime Information and Communication Sciences, Vol. 18, No. 4, 2013.
- [9] Y. M. Park, and J. H. Lee, *A study on the RFID/WSN integrated system for ubiquitous computing environment*, Journal of The Institute of Electronics and Information Engineers, Vol. 51, No. 4, pp. 31~46, 2012.
- [10] <http://developer.android.com/index.html>.
- [11] <http://developer.android.com/guide/basics/what-is-Android.html>.
- [12] C. Y. Lee, B. K. Ahn, H. and Y. Ahn, *The institute of android based local SNS*, Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 10, No. 6, pp. 93~97, 2010.

임베디드 서버 기반 영농 모니터링 자동화 시스템 구현

전병찬¹, 조상엽², 이상정³

¹청운대학교 교양학부

²청운대학교 인터넷학과

³순천향대학교 컴퓨터공학과

요 약

현재 국내 농업은 고령화로 인하여 10년간 전체 농촌인구의 3분의 1이 감소하고 있으며, 농업 인구의 공동화 현상이 진행되고 있다. 농촌 인구의 인력을 해결하기 위해서 농업 선진국들은 적은 인력으로 생산성을 증대하기 위해서 자동화 시스템을 도입하고 있다. 따라서 국내 농업 생산성 증대를 위해 자동화 시스템은 농촌의 인력 부족 현상을 해결하고자 하는데 있다. 따라서 진정한 무인 자동화 시스템이 가능하려면 신뢰성이 보장되면서 일반 농가에서도 부담 없이 도입할 수 있는 저가의 시스템이 필요하다. 이러한 시스템을 필요로 하는 농가에 시스템을 구축 시 들어가는

구축비용을 줄이기 위해 저가의 센서들을 네트워크로 연결하여 안정적으로 동작하는 서버 개발이 필요하며 이러한 서버를 통하여 실시간으로 모니터링 할수 있는 스마트폰과 연계 기술이 필요하다. 본 논문에서는 임베디드 서버 기반으로 저가의 센서들을 사용한 온도, 습도, Co2등의 다양한 생장환경 정보들을 수집하고, 네트워크에 연결하여 스마트폰으로 실시간 모니터링 할 뿐만 아니라 원격제어를 통하여 천장개폐와 LED 등을 손쉽게 제어하는 시스템을 개발 구현 한다. 또한, 스마트폰에 탑재된 네트워크 카메라 응용 프로그램(IPOLIS 어플리케이션)으로 영상을 모니터링하는 기능도 구현한다.

감사의 글

본 논문은 청운대학교의 2014년도 학술연구조성비 지원을 받았음.



Byoung-Chan Jeon received the bachelor's degree in the department of Computer Science from the Hanbat National University in 1989. He received the M.S. degree in the Department of Computer Science from Suwon University in 1994. He received the Ph.D. degree in the Department of Computer Science Engineering from Soonchunhyang University in 2001. He is currently a professor in the Department of Liberal Arts at Chungwoon University, Korea. His current research interests include computer architecture, network Application, Embedded Systems. He is a member of the KKITS.

E-mail : jbc66@chungwoon.ac.kr



Sang Yeop Cho received the bachelor's degree in computer engineering from the Hannam University in 1986. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Computer Engineering from Chungang University in 1988 and 1993, respectively. He is currently a professor in the Department of Internet at Chungwoon University, Korea. His current research interests include artificial intelligence, intelligent systems, fuzzy sets. He is a member of the KKITS,

E-mail : sycho@chungwoon.ac.kr



Sang-Jeong Lee received the B.S., M.S., Ph.D. in electronic engineering from the Hanyang University in 1983, 1985 and 1988, respectively. He is currently a professor at the department of computer science and engineering in Soonchunhyang University, Korea. His current research areas are computer architecture, network application and embedded system.

E-mail : sjlee@sch.ac.kr