
웹기반 온실 자동화 시스템 설계 및 구현

최유순* · 이해정** · 정석태***

A Design and Implementation of Web-based Green House Automation System

Yue-Soon Choi* · Hyae-Jung Lee** · Suck-Tae Joung***

요 약

본 논문에서는 온실의 상황을 실시간으로 체크하여 온실의 환경을 최적의 상태로 유지하도록 하고, 또한 사용자가 원하는 환경에 대하여 필요한 장비를 수동모드로 변환하여 일시적으로 작동시킬 수 있도록 온실 자동화 시스템을 구현하였다. 온실에서 수집된 환경 데이터는 모니터링 컴퓨터로 전송되는 것은 물론, 웹을 통하여 즉시적인 제어가 가능하도록 웹 기반 시스템이 지원된다. 사용자는 웹 기반 시스템을 이용하여 온실의 상황을 실시간으로 확인이 가능하며, 온실 환경에 대한 조건을 정하여 자동화 기능을 유지할 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we have implemented Green House automation system. The system should be kept in optimal condition in real-time by checking the greenhouse environmental conditions in the greenhouse. In addition, it can be converted to temporarily the necessary equipment by converting to manual mode in the environment you want. Environmental data collected from the greenhouse is sent to your computer monitor, as well as it support the web-based system to enable immediate control through the web. Users can view the situation of the greenhouse in real time by using a web-based system and maintain automation features by deciding specified conditions for a greenhouse environment.

키워드

Green House Automation System, Administration System, Control System
온실 자동화 시스템, 관리 시스템, 제어 시스템

1. 서 론

나날이 발전하고 있는 온실 자동화 시스템은 과학의 발달과 함께 새로운 정보 기술의 응용을 위한 하나의 분야로 인식되고 있다[1]. 온실 자동화 시스템은 다양한 종류의 센서와 이를 제어하는 제어 시스템, 센서를 통하여 수집된 데이터를 보관하게 된다. 연속적으로 데이터를 관찰하고 수집하여 온실의 환경을 즉

시적으로 제어하는 일은 온실을 운영하는 농업종사자에게 생산성을 증진시키는 중대한 요소이다[2][3]. 온실 자동화 시스템의 사용성 또한 사용자 위주의 편리함과 물리적인 활동 공간을 동적으로 활용할 수 있도록 함으로써 언제, 어디서나 제어가 가능하도록 추구하고 있다[4][5]. 온실에 설치되어 있는 정보 기기들은 온도와 습도 등의 환경을 데이터로 수집하여 분석하고 이러한 정보의 활용으로 온실 시스템에 최적의 환

* 제1저자 : 원광대학교 컴퓨터공학과(yschoi@wku.ac.kr)

** 원광대학교 공학교육원(redrose@wku.ac.kr)

*** 교신저자 : 원광대학교 컴퓨터공학과(stjoung@wku.ac.kr)

접수일자 : 2012. 07. 23

심사(수정)일자 : 2012. 11. 21

게재확정일자 : 2012. 12. 10

경을 제공하도록 제어하고 있다[6]. 이러한 온실 시스템의 정보 활용은 모니터링 시스템이 얼마나 잘 갖추어져 있는지에 따라 즉시적인 제어를 가능하게 할 수 있다[7][8].

기존의 온실 자동화 시스템은 대부분 해외 시스템을 도입하고 있는 실정이다. 이러한 시스템은 대부분 온/습도를 모니터링하고 온도에 의한 제어만을 하고 있다[9]. 또한 모니터링 및 제어를 위해 생산자가 온실 내의 관리실에 상주하여 처리해야만 하며, 우리나라 농촌 현실에 적합한 서비스를 제공하기에는 한계가 있다. 국외의 경우 센서 네트워크를 이용한 연구들이 진행되고 있다[10]. NASA의 Jet Propulsion Lab.은 미국 캘리포니아 주 Huntington 식물원의 온실 내부, 실외 종묘원, 수분 온실 등에 태양열을 사용한 센서를 설치하여 이를 통해 기온, 토양 온도 및 수분, 습도, 일사량, 산소량 등을 측정하였다. 이스라엘 Phytalk 사의 식물성장 모니터링 시스템은 작물과 성장 환경을 모니터링하는 센서와 소프트웨어를 개발하고 이스라엘 오렌지 농장 등에 적용하였다. 환경 센서들을 통해 토양 습도, 온도, 대기습도 등 재배환경을 측정하고, 식물에 부착된 센서들은 일정 시간 간격으로 정보를 수집하여 집에 있는 컴퓨터로 전송된다[11][12][13].

본 논문에서는 온실의 상황을 실시간으로 체크하여 온실의 환경을 최적의 상태로 유지하도록 하고, 또한 사용자가 원하는 환경에 대하여 필요한 장비를 수동 모드로 변환하여 일시적으로 작동시킬 수 있도록 온실 자동화 시스템을 구현하였다. 온실에서 수집된 환경 데이터는 모니터링 컴퓨터로 전송되는 것은 물론, 웹을 통하여 즉시적인 제어가 가능하도록 웹 기반 시스템이 지원된다. 사용자는 웹 기반 시스템을 이용하여 온실의 상황을 실시간으로 확인이 가능하며, 온실 환경에 대한 조건을 정하여 자동화 기능을 유지할 수 있다. 온실 운영 데이터는 데이터베이스에 저장되어 추후 확인 및 가공자료로 활용할 수 있다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 웹 기반 온실 자동화 시스템의 구성을 설명한다. 3장에서는 웹 기반 온실 자동화 시스템의 설계를 설명하고, 4장에서는 설계한 시스템의 구현을 설명하도록 한다. 마지막으로 5장에서는 본 연구에 대한 결론을 정리한다.

II. 웹 기반 온실 자동화 시스템 구성

본 논문에서 제시하는 웹 기반 온실 자동화 시스템의 구성은 그림 1과 같다. 시스템은 크게 하드웨어 모듈, 제어 시스템 모듈, 웹 시스템 모듈, 관리 시스템 모듈로 구성된다.

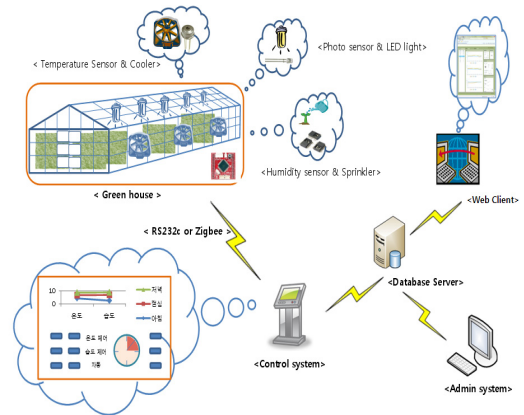


그림 1. 웹 기반 온실 자동화 시스템 구성
Fig. 1 Greenhouse automation system structure based on Web

하드웨어 모듈은 통상적으로 센서를 통해 측정된 계측 값을 수치화하여 제어 시스템에 전송한다. 또한, 제어 시스템을 통해 센서 제어 신호가 발생하면, 이를 인식하고 LED나 쿨러, 양수모터에 전압을 인가하여 하드웨어를 직접 구동하는 역할을 수행한다. 제어 시스템 모듈은 하드웨어 모듈과 웹 시스템 모듈간의 데이터 중계 역할을 수행한다. 하드웨어 모듈을 통해 센서의 계측 값을 수신하여 웹클라이언트에 재전송하고, 또한 데이터베이스에 이에 대한 내용을 기록하여 추후 온실의 상태 변화를 분석 할 수 있도록 하며, 웹클라이언트를 통해 온실의 제어 신호를 받고 이를 다시 하드웨어 모듈에 전송하여 센서를 구동 하게 하는 역할을 수행한다. 웹클라이언트 모듈은 사용자가 최종적으로 접하게 되는 일종의 터미널 역할을 수행한다. 제어 시스템과 데이터베이스의 데이터를 통해 사용자에게 온실의 정보를 표시하는 역할을 수행한다. 또한, 설정에 따라 자동/수동으로 온실의 환경을 원격으로 조정하여 일정하게 유지하는 역할을 수행한다. 관리 시스템은 전체적인 시스템을 관리 하는 역할을 수행

한다. 관리 시스템을 통해 운영할 온실을 추가 할 수 있고, 인터넷을 통해 접속할 때 필요한 아이디 등을 발급 할 수 있다. 또한, 웹 시스템처럼 모든 온실의 정보를 파악하고 관리 할 수 있게 된다.

III. 웹 기반 온실 자동화 시스템의 설계

3.1 온실 자동화 시스템의 하드웨어

본 논문에서 제안하는 온실 자동화 시스템의 하드웨어 구성은 그림 2와 같다. 전원으로는 MCU의 포트에 직접 연결되는 소자의 임계전압이 5V대 이며, ATmega128의 경우 5V의 TTL 전압을 기본 포트 전압으로 사용 하므로 MCU에는 5V의 정격 전압을 공급한다. 쿨러, LED, 양수모터의 경우 정격전압 12V 이상을 요구하므로 상승된 전압의 공급이 필요하고 이를 위해 릴레이 서킷을 두어 12V의 전압을 공급하며, ATmega128 MCU의 포트로부터 5V의 전압을 릴레이 서킷의 스위치 시그널로 받는다. 릴레이 서킷에 5V의 전압 인가시 연결된 쿨러, LED, 양수모터에 12V의 전압을 인가하는 회로를 구성한다.

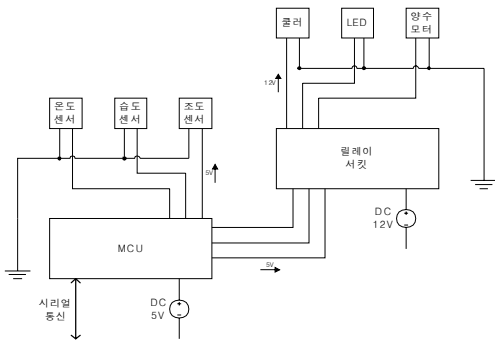


그림 2. 온실 자동화 시스템의 하드웨어 구성
Fig. 2 Hardware of greenhouse automation system

MCU의 내부 소프트웨어 순서는 MCU에 전원이 인가되면, 연결된 센서로부터 전압(Analog signal)을 감지하여 내부 ADC 회로와 알고리즘을 통해 integer type의 데이터 값(Digital signal)으로 변환한다. 데이터 송신을 위해 byte type array(패킷)로 인코딩 한 뒤 직렬통신을 통해 컴퓨터로 데이터를 송신한다. 만일 인터럽트를 통해 데이터가 수신되면 장비 제어 신

호로 여기고 byte type array(패킷)로 읽은 후 디코딩 하여 bool type의 장비 on/off 신호로 변환한 뒤 MCU에 연결된 relay circuit에 전압을 인가해 장비를 작동 시킨다.

3.2 하드웨어 구성별 수정 및 보완

3.2.1 광센서 구성

TSL252R 센서는 가시광선 대역폭을 센싱하며, 특히 635nm에 Normalize 되어 있다. 식물은 640~660nm 대의 붉은색 파장에 의해 광합성이 촉진되므로, TSL252R 소자를 이용하여 센싱을 수행하도록 하였다. 센싱 신호는 OP-AMP(LM358N)를 거친 후 MCU에 입력하게 하였으며, 0.1μF 캐패시터를 사용하여 OP-AMP의 전압의 안정화를 취하였다. 그림 3에 광센서 구성을 그림으로 나타내었다.

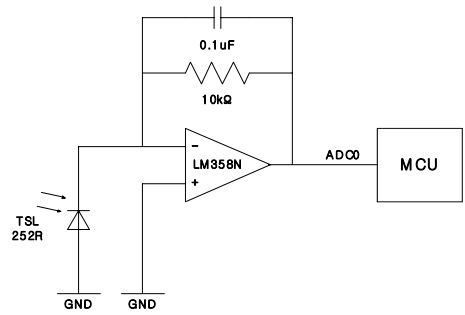


그림 3. 광 센서 구성
Fig. 3 Optical sensor structure

3.2.2 온습도 센서 구성

본 논문에서는 아날로그 센서모듈인 CHIPCAP-R/Module을 이용하여 온습도 측정을 구성하였다. 그림 4는 온습도 센서 구성을 나타내고 있다.

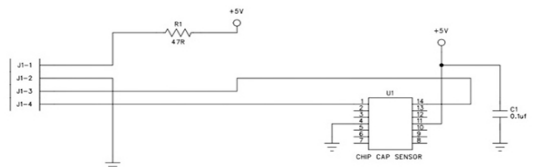


그림 4. 온습도 센서 구성
Fig. 4 Temperature-humidity sensor structure

3.2.3 쿨러 회로 구성

본 논문에서 사용한 쿨러 회로 ZM-F3은 DC12V, 035A를 정격 전압 및 전류로 갖는다. 공급전압으로 12V 1A를 이용할 것이므로 20Ω 저항을 연결하여, 전류값을 맞추도록 하고 있다. 그림 5는 쿨러 회로 구성을 나타내고 있다.

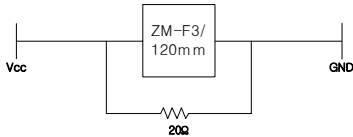


그림 5. 쿨러 회로 구성
Fig. 5 Cooler circuit structure

3.2.4 온습도 센서 ADC

ATmega128의 경우 10bit ADC를 사용하므로 2^{10} 의 분해능을 갖는다. 즉, Analog 입력의 경우 0~1023의 범위 값을 갖게 된다. 온습도 센싱용으로 사용한 모듈의 경우

$$\text{습도} : \%RH = ((V_{out} - (0.1 * V_{supply})) / (0.8 * V_{supply})) * 100$$

$$\text{온도} : T_c = ((V_{out} - (0.1 * V_{supply})) / (0.8 * V_{supply})) * 200 - 50$$

의 변환식을 가지고 있으므로, 이를 이용하여 V_{supply} 를 1023으로, V_{out} 에 ADC포트를 통해 입력되는 값을 대체하여 온도와 습도를 구하도록 하였다.

3.2.5 광량 측정

TSL252R의 경우 635nm에 설정 되어 있는 센서이다. 식물이 광합성에 사용하는 빛의 파장대가 정해져 있으므로, 단순히 빛의 세기만을 이용한 lux 측정은 무의미 하다. 따라서 635nm에 유사한 빛을 발광하는 적색 LED를 이용하여 무광원인 상태에서 단독으로 센서의 출력값(V_{base})을 얻어내고, 해당 빛의 출력값에 비례하는 빛의 세기로 광량을 나타내도록 한다.

$$\text{광량}(\%) = V_{out} / V_{base}$$

3.2.6 데이터 수신

데이터 수신은 구성된 하드웨어를 제어하기 위한 명령을 수신하는 과정을 의미한다. 이 과정은 1바이트의 데이터를 읽고, 다음과 같은 알고리즘에 의해 디코

딩된 데이터를 해석한다.

Device Operation	Included bit
쿨러	0x01 (0000 0001)
양수모터	0x02 (0000 0010)
LED	0x04 (0000 0100)

ex) Sample code

```

if(recived_data | 0x01 ) {
    쿨러 on
}
else {
    쿨러 off
}
    
```

3.2.7 데이터 송신

데이터 송신은 센서에서 센싱된 데이터를 송신하는 과정을 의미한다. 이 과정은 연속된 3개의 센서값을 스트링 형태로 전송하며, 중간 구분자를 통하여 각각의 데이터를 구분하도록 한다.

ex) Sample code

```

25/60/250
온도 : 25°C
습도 : 60%
광량 : 250%
    
```

3.3 관리 및 제어 시스템 설계

3.3.1 관리 시스템 클래스 다이어그램

관리 시스템은 전체적인 시스템을 관리 하는 역할을 수행하고 있으며, 관리 시스템을 통해 운영할 온실을 추가 할 수 있고, 인터넷을 통해 접속할 때 필요한 아이디 등을 발급 할 수 있다. 또한, 모든 온실의 정보를 파악하고 관리 한다.

그림 6은 관리 시스템의 클래스 다이어그램을 나타내고 있다. 로그인 클래스는 처음 GUI를 나타내는 클래스이다. 인증 절차를 거쳐 접속하게 하는 클래스로, 관리자 계정으로 데이터베이스의 아이디와 패스워드를 입력해야 한다. 인증에 성공하면 Farm_admin_main(String dbID, String dbPW) 클래스가 호출되며, 입력한 아이디와 패스워드가 매개변수로 전달된다. 인증은 DB_control() 클래스의 SetConnection() 메소드를

호출하여, 인증 검사를 한다. 관리 시스템의 전체적인 뷰를 담당하는 클래스는 하우스 상태 모니터링, 하우스 제어 설정, 하우스와 아이디의 생성, 수정, 삭제 기능을 수행한다. DB_control() 클래스는 다른 클래스들이 데이터베이스로부터 데이터를 얻거나 수정, 삭제를 하려할 때 그에 해당하는 기능을 수행한다.

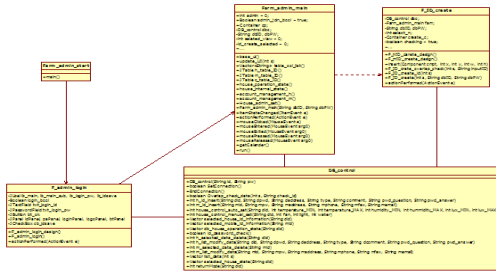


그림 6. 관리 시스템의 클래스 다이어그램
Fig. 6 Class diagram for administration system

3.3.2 제어 시스템 클래스 다이어그램

제어 시스템은 센서의 계측값을 수신하여 웹 클라이언트에 재전송하고, 또한 데이터베이스에 이에 대한 내용을 기록하여 추후 온실의 상태 변화값을 분석할 수 있도록 하며, 웹 클라이언트를 통해 온실의 제어 신호를 받고 센서를 구동 하게 하는 역할을 수행한다.

그림 7은 제어 시스템의 클래스 다이어그램이다. Farm_house_login 클래스는 인증 절차를 거쳐 접속하는 클래스로, 아이디와 패스워드를 입력 한다. 인증에 성공하면 Farm_house_view(String did) 클래스가 호출되며, 입력한 하우스 아이디가 매개변수로 전달된다. 인증은 DB_control() 클래스의 DB_house_login(String did, String dpwd) 메소드를 호출하여, 인증 검사를 한다.

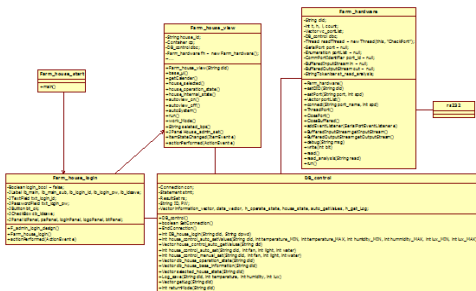


그림 7. 제어 시스템의 클래스 다이어그램
Fig. 7 Class diagram for control system

Farm_house_view 클래스는 접속한 하우스 시스템의 View를 담당한다. 해당 클래스에서는 하우스 상태 모니터링, 하우스 제어 설정, 하드웨어로 제어 실행, 자동 모드를 통한 자동실행(쿨러, 양수모터, LED)을 수행한다. 하우스의 상태는 house_internal_state() 메소드를 통해서 현재의 온도, 습도, 조도 값을 알 수 있다. 하우스의 제어 상태는 house_operation_state() 메소드를 통해서 DB_control 클래스의 db_house_operation_state(String did) 메소드를 호출하여 알 수 있다. 하우스의 상태가 자동모드 일 때에는 사용자로부터 온도와 습도를 최저, 최고값을 입력받아 더한 값의 중간지점에 도달할 때까지 실행된다. 조도의 경우는 기준의 빛을 받지 못할 경우 LED가 실행되도록 하였다. 하드웨어로 제어를 실행할 때는 Farm_hardware() 클래스를 통하여 write() 메소드를 호출한다. 호출한 메소드에서는 설정 값을 바이트단위로 전송한다. 접속한 하우스에 대한 데이터베이스의 상태 표를 검사하여, 수동은 제어 값을 바로 실행하며 자동일 경우는 HARDWARE_CONFIG 테이블에 저장된 자동 설정 값과 현재 상태가 저장된 HARDWARE_ENVIRONMENT 테이블에서 현재 상태를 DB_control() 클래스를 통하여 데이터를 받아온다. 이 데이터로 연산(Auto)을 수행하여 자동적으로 동작하도록 한다.

Farm_hardware() 클래스는 논리적인 제어 값을 물리적으로 하드웨어를 제어 할 수 있도록 연결하며, RS232 직렬 통신을 한다. 이 클래스에서는 사용자로부터 연결에 필요한 정보(Port, bps)를 입력받고, 해당 포트에 연결시켜준다. 하드웨어와 동일한 포트에 연결된 경우 read() 메소드를 통하여, 하드웨어로부터 3초마다 송신된 온도, 습도, 조도 데이터를 수신한다. read()에서는 1초마다 검사하여 하드웨어로부터 받은 데이터가 송신되면 바로 수신하고, 수신한 데이터는 read_analysis() 메소드를 통하여, 각각의 값을 데이터베이스에 저장한다. 사용자로부터 받은 제어 값은 write() 메소드를 통하여 작동한다. 이전의 제어 값은 쿨러, 양수 모터, LED의 제어 값을 각각 전송하여 하드웨어를 동작하게 한다.

b=0x00(초기값)	on (켜짐)	off (꺼짐)
쿨러	b = b 0x01	b = b&0xfe
LED	b = b 0x02	b = b&0xfd
양수모터	b = b 0x04	b = b&0xfb

ex) 쿨러(on), LED(off), 양수모터(on)

→ b=0x00:(초기값) ⇨ b=b|0x01 ⇨ b=b&0xfd ⇨

b=b|0x04

write(b); 제어 값 전송

DB_control()은 데이터베이스로부터 데이터를 얻거나 수정, 삭제를 하려할 때 그에 해당하는 기능을 수행하는 클래스이다. 여기에서 제공하는 기능으로는 하우스 아이디 & 패스워드 체크(로그인), 하우스 아이디에 대한 온도, 습도, 조도 상태 값 확인, 기본적인 정보 확인(재배종, 주소, 코멘트), 하우스의 제어 설정, 자동 설정 값 확인 및 수정, 수동 설정 값 확인 및 수정, 실시간 상태 점검(하드웨어로부터 받은 데이터가 올바른 경우 즉시 저장) 등이 있다. 데이터베이스를 공용으로 사용하여 커뮤니케이션을 하므로 실시간으로 검사할 수 있다. 검사는 해당 하우스에 대한 모드를 판별한다. 판별 후 자동인 경우는 Autosystem()에 필요한 자동 설정 값, 현재 상태를 비교하여 제어 값을 저장한다. Farm_house_view() 클래스에서 제어 값을 실시간으로 읽어 Farm_hardware() 클래스를 통해 하드웨어로 보내게 된다.

IV. 웹 기반 온실 자동화 시스템 구현

4.1 하우스 관리자 뷰

하우스 관리자 뷰에서는 온실 환경에 대한 데이터를 추가, 수정, 삭제를 할 수 있다. 데이터 갱신 시 시스템의 성능을 고려하여, 우측 상단의 콤보박스를 이용하여, 데이터베이스로부터 데이터를 갱신하는 시간을 설정할 수 있다(1초, 15초, 60초, 수동). 그림 8은 하우스 관리자 뷰를 나타내었다.

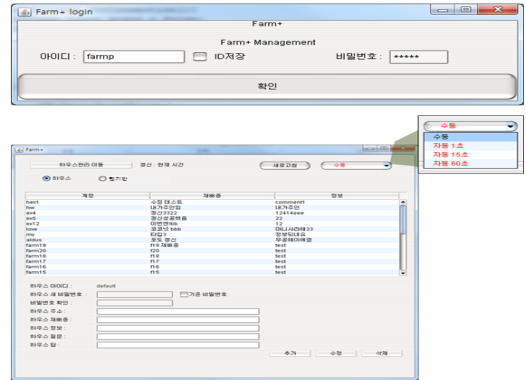


그림 8. 하우스 관리자 뷰 1
Fig. 8 House administrator view 1

하우스 관리자 뷰 테이블로부터 원하는 항목을 클릭할 경우 그에 대한 상세 내용은 하단의 뷰를 통해 보여지며, 이를 수정할 때는 하단의 정보에서 수정한 후 우측 하단의 수정 버튼을 클릭한다. 해당 하우스에 대해 기존 패스워드를 체크하고, 패스워드를 수정하고자 하는 경우는 새 패스워드와 패스워드 확인란에 새로 사용할 패스워드를 재입력한다. 기본적인 항목으로는 아이디에 대한 중복검사, 패스워드 검사, 필수항목 검사(재배종, Q&A)를 수행한다. 좌측 상단의 라디오 버튼에서 웹 기반을 선택한 경우, 웹 기반 시스템에 대한 목록이 나타난다. 하우스 관리자 뷰와 같은 기능으로, 웹 기반 시스템에 대한 아이디의 추가, 수정, 삭제를 할 수 있고, 기존 패스워드 확인 기능을 사용할 수 있다. 그림 9는 로그인 한 뒤의 전체 시스템 상황을 나타내었다.

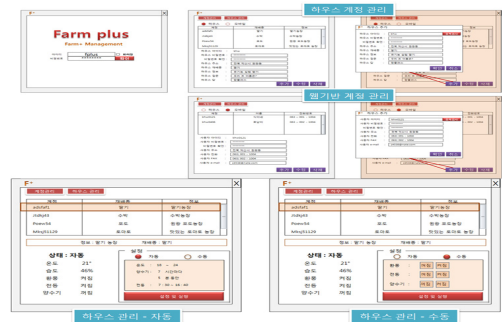


그림 9. 하우스 관리자 뷰 2
Fig. 9 House administrator view 2

그림 10은 하우스 관리 이동 버튼을 클릭한 경우 계정관리를 위한 하우스 제어 및 모니터링 뷰를 보이고 있다. 1번 경우는 이전의 뷰를 보면 하우스 관리 이동으로 버튼을 클릭하였을 경우 계정관리 이동으로 변하게 된다. 2번 경우는 현재 하우스들에 대한 갱신으로 새로고침 버튼을 누르거나, 콤보박스의 1초, 15초, 60초 선택 기능을 이용하여 주기적인 자동 갱신 서비스를 제공한다. 3번 경우는 사용자로부터 하우스가 선택되어졌을 경우 그에 대한 재배종과 정보에 대한 것을 제공한다. 4번 경우는 선택된 하우스에 대한 상태로 자동모드인지 수동모드인지 확인한다. 또한, 온도, 습도의 값과 쿨러, LED, 양수모터 시스템이 작동 중인 유무를 모니터링 할 수 있다. 5번의 경우는 4번의 뷰를 통해서 사용자가 수동모드나 자동모드로 값을 지정할 수 있도록 입력받는 곳이다.

검사하여, 동작을 하게 되며, 현재의 설정 값 및 상태를 모니터링 및 제어 할 수 있다.



그림 11. 하우스 제어 시스템 뷰
Fig. 11 House control system view



그림 10. 하우스 제어 및 모니터링 뷰
Fig. 10 House control and monitoring view

4.2 하우스 제어 시스템 뷰

하우스 제어 시스템 뷰는 하우스의 아이디와 패스워드를 입력한 후 인증되어야만 접속이 가능하다. 그림 11은 하우스 제어 시스템 뷰를 나타내었다. 통신을 설정하는 콤보박스를 통하여 컴퓨터 포트 중에서 선택한다. 기본 속도 체크 시 9600 bps로 설정된다. 기존의 조도 값을 렉스의 범위를 지정하는데 있어서 고려한 결과, 해당 사용하는 센서의 조도 범위의 수치로 값을 받아오는데 이에 LED를 켜는 경우의 범위를 검사하여, 현재 조도 값이 기준 값보다 작을 경우 LED의 on 기능, 현재 조도 값이 기준 값보다 클 경우 LED의 off 기능이 되도록 설계하였다. 하드웨어를 조작하는 폼이기 때문에 데이터베이스 값을 계속해서

4.3 웹 기반 뷰

그림 12는 하우스에 대한 전체 목록을 나타내었다. 1번은 각 하우스에 대한 이름을 선택하면 그 하우스에서의 재배종을 확인할 수 있다. 2번의 경우, 선택한 하우스에 대한 하우스 명과 재배종이 보여 진다. 3번은 선택한 하우스에 대한 실시간 그래프를 나타내어 모니터링 서비스를 제공한다. 각 온도, 습도, 조도의 현재 상태 및 변화를 동적으로 모니터링 한다. 그래프의 주기는 사용자가 5번에서 설정한 값으로 사용가능하다. 4번은 선택한 하우스에 대한 온도, 습도, 조도 값과 날짜를 모니터링 한다. 5번은 사용자로부터 하우스 상태 주기를 설정하는 곳으로, 자동과 수동이 있다. 자동 상태는 STOP, 1s, 5s, 15s, 60s로 사용자가 자동 설정 가능하고, 수동 상태는 Refresh Button을 사용하여, 수동으로 모니터링 가능하다. 6번의 경우는 선택한 하우스에 대한 제어 정보를 모니터링 하는 곳으로 현재 하우스에 대한 자동/수동 모드, 쿨러, 양수모터, LED의 동작 상태 및 자동일 경우는 각 자동에 대한 설정 값에 대한 모니터링 서비스를 제공한다. 7번의 경우는 자동 모드와 수동 모드를 설정하는 곳으로, 사용자로부터 하우스에 대한 제어 값을 입력받는다.(send를 통하여 실행)



그림 12. 하우스 모니터링 초기 상태
Fig. 12 House monitoring initial state

그림 13은 하우스에 대한 모니터링 서비스로 진행 된 온도, 습도, 조도 상태를 볼 수 있으며, 이에 설정 값과 현재의 온도, 습도, 조도 값 및 하드웨어의 제어 상태를 모니터링 하는 기능이다. 자동인 경우 MIN, MAX의 기준이 그래프에 추가되어 하우스의 내부 상태가 범위 내에 있는지 모니터링 가능하다. House_state 뷰에서는 하우스 상태를 모니터링 하는 곳으로 각각의 쿨러, 양수모터, LED에 대한 제어 상태를 모니터링 한다.

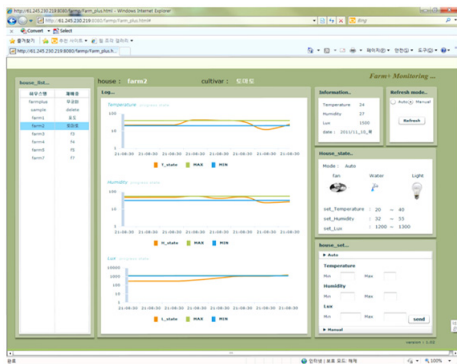


그림 13. 실행중인 하우스 모니터링
Fig. 13 Running house monitoring

V. 결론

본 논문에서 제안하는 온실 자동화 시스템은 온실 환경의 즉시적인 변화를 인식하여 그에 따른 제어를 할 수 있도록 웹 기반의 시스템으로 구축하였다. 웹을

이용한 온실 시스템의 사용성은 사용자 위주의 편리함과 물리적인 활동 공간을 동적으로 활용할 수 있도록 함으로써 필요할 때 바로 제어가 가능하도록 하고 있다. 온실 환경의 즉시적인 제어를 위한 관리자 모드와 웹 기반의 모니터링 시스템을 구축함으로써 생산성을 증대시킬 수 있을 것으로 기대된다. 사용자는 로컬 시스템의 관리자 모드를 이용하거나 웹을 이용하여 온실의 상황을 실시간으로 확인이 가능하며, 온실 환경에 대한 조건을 정하여 자동화 기능을 유지할 수 있다. 또한 사용자는 원하는 장비를 수동모드로 변환하여 일시적으로 작동 시킬 수 있으며, 온실 운영 데이터는 데이터베이스에 저장되어 추후 확인할 수 있도록 하였다.

참고 문헌

- [1] C. Tavares, A. Gongalves, P. Castro, D. Loureiro, and A. Joyce, "Modeling and agriculture production greenhouse", *Renewable Energy*, Vol. 22, Issues 1-3, pp. 15-20, Jan.-Mar. 2001.
- [2] 이은진, 이권익, 김홍수, 강봉수, "통합 센서 모듈을 이용한 농업 환경 모니터링 시스템 개발", *한국콘텐츠학회 논문지*, 10권, 2호, pp. 63-71, 2010.
- [3] 강민수, 서종성, 박계리, 김영근, 심춘보, 신창선, "최적생장 환경 조성을 위한 온실 모니터링 시스템", *한국 인터넷 정보학회 학술발표대회 논문집*, pp. 285-290, 2007.
- [4] Ning Wang, Zhang Moahao Wang. "Wireless sensors in agriculture and food industry-Recent development and future perspective", *Computer and Electronics in Agriculture*, Vol. 50, pp. 1-4, 2006.
- [5] 심춘보, 정세훈, 김경중, "웹기반 통합설비 관리 시스템을 위한 UML 기반 객체지향 모델링", *한국전자통신학회논문지*, 5권, 6호, pp. 602~612, 2010.
- [6] 김경욱, 박경욱, 김중찬, 장문석, 김응근, "웹기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축", *한국전자통신학회논문지*, 6권, 1호, pp. 77~83, 2011.
- [7] 서종성, 강민수, 김영근, 심춘보, 주수중, 신창선, "센서 네트워크를 활용한 유비쿼터스 온실 관리 시스템 구현", *한국인터넷정보학회*, 9권, 3호, pp. 129-139, 2008.

- [8] 정부만, “u-Farm 해외 적용 사례집”, 한국정보사회진흥원, pp. 1-109, 2006.
- [9] 박상오, 이양선, 김세한, 박지수, 이기정, 박종혁, “U-온실 시스템 기술에 대한 분석”, 한국항행학회 논문지, 16권, 1호, pp. 89-95, 2012.
- [10] Raul Morais, A. Valente, C. Serodio, "A Wireless Sensor Network for Smart Irrigation and Environmental Monitoring", EFTA/WCCA Vita Real, pp. 845-850, Portugal, July, 2005.
- [11] Murat Demirbas, Ken Yian Chow, Chieh Shyan Wan. INSIGHT:Internet-Sensor Integration for Haitat Monitoring. Technical Reports at Department of Computer Science and Engineering University at Buffalo. pp. 550-558, 2006.
- [12] 김정빈, “유비쿼터스 센서 네트워크를 이용한 스마트 온실 환경 제어 시스템 설계”, 호서대학교 대학원, 석사학위논문, pp. 1-25, 2. 2010.
- [13] 예성빈, 양수영, 정희택, “컴포넌트 기반 환경정보모니터링시스템 개발”, 한국전자통신학회논문지, 7권, 1호, pp. 195~201, 2012.



정석태(Suck-Tae Joung)

1989년 전남대학교 전산학과 졸업
 1996년 쓰쿠바대학 이공학과 전자정보 졸업(공학석사)
 2000년 쓰쿠바대학 공학과 전자정보 졸업(공학박사)

2001년~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 교수
 2011년~현재 원광대학교 공학교육원 원장, 원광대학교
 애플작터 센터장
 ※ 관심분야 : 멀티미디어, 공간과서생성기, 비주얼시스템

저자 소개



최유순(Yue-Soon Choi)

1986년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 1990년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2004년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
 2012년 원광대학교 컴퓨터공학과 강사
 ※ 관심분야 : 정보통신시스템, 웹서비스



이혜정(Hyae-Jung Lee)

1997년 호원대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학사)
 2000년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학석사)

2012년 원광대학교 대학원 컴퓨터공학과 졸업(공학박사)
 2012년~현재 원광대학교 공학교육원 연구교수
 ※ 관심분야 : 영상처리, 컴퓨터그래픽스, 모바일