

센서 네트워크를 활용한 유비쿼터스 온실관리시스템 구현[☆]

Implementation of Ubiquitous Greenhouse Management System Using Sensor Network

서종성* 강민수** 김영곤***
심춘보**** 주수종***** 신창선*****
Jong-Seong Seo Min-Su Kang Young-Gon Kim
Chun-Bo Sim Su-Chong Joo Chang-Sun Shin

요약

본 논문에서는 토양 및 기상센서와 CCTV 카메라를 이용하여 온실 내 기상환경 및 토양 정보를 수집하고 온실설비의 실시간 모니터링 및 제어가 가능한 USN 기반의 온실관리시스템을 제안한다. 기존의 시스템은 대부분 온도에만 의존하여 온실을 단순 제어하고 있으며, 모니터링 또한 온실내의 제어실에서만 가능했다. 위와 같은 기존 시스템의 단점을 해결하기 위해, 본 시스템은 환경 정보들을 종합하여 온실을 원격지에서 다양한 모바일 기기를 통해 모니터링 및 제어가 가능하도록 했다. 시스템의 구성요소로는 토양 및 기상센서와 카메라로 온실의 정보를 수집 및 처리하기 위한 센서관리자와 CCTV관리자, 각종 온실의 정보를 저장하는 온실데이터베이스 및 온실정보를 GUI에 보내주거나 제어하는 온실서버, 마지막으로 사용자에게 온실 상태를 보여주는 GUI가 존재한다. 온실관리시스템의 수행성을 검증하기 위해 온실 모형을 제작한 후, 모형에 온실관리시스템의 구성요소를 적용하여 원격 GUI에서 온실의 상태를 모니터링 및 제어 하였다.

Abstract

This paper proposes a Ubiquitous Greenhouse Management System (UGMS) based on USN (Ubiquitous Sensor Network) which can be real-time monitoring and controlling of greenhouse's facilities by collecting environment and soil information with environment and soil sensors, and CCTV camera. The existing systems were controlled simply by temperature. Also, it was possible to monitor only at control room in a greenhouse. For solving problems of the existing system, our system can remotely monitor and control greenhouse by considering environment information. The detail components are as follows. The system includes the sensor manager and the CCTV manager to gather and manage greenhouse information with the soil and the environment sensors, and camera. Also the system has the greenhouse database storing greenhouse information and the greenhouse server transmitting greenhouse information to the GUI and controlling greenhouse. Finally, the GUI showing greenhouse condition to users exists in our system. To verify the executability of the UGMS, after developing the greenhouse model, we confirmed that our system could monitor and control the greenhouse condition at remote GUI by applying the UGMS's components to the model.

☞ keyword : USN, 토양센서, 자동온실제어, 유비쿼터스 농업, 온실관리시스템, Soil Sensor, Automatic Greenhouse Control, Ubiquitous Agriculture, Greenhouse Management System

* 준회원 : 순천대학교 정보통신공학과 석사과정
seojs@mail.sunchon.ac.kr
** 준회원 : 순천대학교 정보통신공학과 석사과정
kangminsu@mail.sunchon.ac.kr
*** 정회원 : 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
Websody@empal.com
**** 정회원 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
cbsim@sunchon.ac.kr

***** 종신회원 : 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부
교수 scjoo@wonkwang.ac.kr

***** 정회원 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
csshin@sunchon.ac.kr(교신저자)

[2007/12/10 투고 - 2007/12/14 심사 - 2008/02/05 심사완료]

☆ 이 논문은 2006년도 순천대학교 공과대학학술재단 연구비 및 정보통신부/정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IITA-2008-(C1090-0801-0047))

1. 서론

최근 유비쿼터스란 단어가 사회 곳곳에서 등장하고 있다. 유비쿼터스란 'Everywhere'라는 뜻을 가진 라틴어의 'Ubique'에서 유래된 개념으로 유비쿼터스 컴퓨팅 개념으로 소개되었다[1]. 유비쿼터스 컴퓨팅은 네트워크 및 과학기술의 발전과 함께, 사용자 중심의 물리적인 활동 공간과 가상 전자·컴퓨팅 공간의 융합으로 언제, 어디서나 주변 환경 변화에 따라 동적으로 구성된 서비스를 제공 받을 수 있는 새로운 컴퓨팅 패러다임이다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 출현으로 실생활공간이 보다 분산화 및 정보화되어 가고 있다[2,3].

정부는 이와 같은 IT 패러다임의 변화에 맞추어 u-IT839 정책을 발표하고 이에 따라 여러 선도사업을 발표했으며, 특히 농업분야에서는 u-농촌 사업을 진행하고 있다. u-농촌이란, IT 기술 활용이 상대적으로 미흡했던 농업 생산, 물류 및 유통관리 분야에 유비쿼터스 신기술을 적용한 것이다. 이와 같이 u-IT 기술을 농업에 적용함으로써 생산량 증가, 물류 및 유통관리에 따른 비용 절감 등의 효과를 통해 농업 분야의 국제 경쟁력을 강화 할 수 있다. 그러나 u-농촌 구축은 현재 초기단계로 관련 기술연구는 아직 미비한 상황이다. u-IT 기술을 접목한 u-농촌이 활성화되면 현재 농업생산자의 노령화, 노동인구의 감소, FTA 및 WTO에 의한 농업시장 개방의 압력을 극복할 수 있는 좋은 방안이 될 것이다.

본 논문에서는 u-농촌을 구축을 위한 응용 서비스 중 온실에 유비쿼터스 기술을 접목한 유비쿼터스 온실관리시스템(Ubiquitous Greenhouse Management System, UGMS)을 제안한다. 기존 온실 모니터링 시스템은 대부분 해외의 시스템을 그대로 도입하고 있는 실정이다. 이러한 시스템은 대부분 온·습도를 모니터링하고 온도에 의한 제어만을 하고 있다. 또한 모니터링 및 제어를 위해

생산자가 온실 내의 관리실에 상주하여 처리해야만 하며, 우리나라 농촌 현실에 적합한 서비스를 제공하기에는 한계가 있다. 본 논문에서 제안하는 온실관리시스템은 이러한 단점을 보완하기 위하여 온·습도에 토양 상태정보까지 고려하여 온실 내·외의 기상 및 토양 정보를 원격에서 모니터링 및 설비제어를 할 수 있다.

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서 관련연구에 대해서 살펴본다. 3장에서는 온실관리시스템의 구조, 구성요소와 지원서비스에 대해서 설명한다. 4장에서 제안한 시스템을 구현한 후 수행결과를 보인다. 5장에서 결론과 향후 연구내용을 기술한다.

2. 관련 연구

농작물의 성장 및 수확량에 영향을 미치는 필수 5요소로 빛, 공기, 물, 온도, 토양이 있지만 그중에서 토양은 농작물 생육에 근간을 이루고 있으며 가장 큰 영향을 미치는 요소이다. 다음 표는 토양의 수분, 전기기전도(Electronic Conductivity, EC)량에 따른 작물의 생육상태를 나타낸다[4]. (표 1)에서 토양 수분에 따른 토마토 글루코오스 및 과당의 양을 통하여 적정수분 유지의 중요성 및 (표 2)에서 EC량에 따른 토마토 재배 결과를 통하여 EC량의 조절 필요성을 보인다.

(표 1) 토양 수분에 따른 토마토 글루코오스 및 과당

Soil moisture tension (kPa)	Glucose (mg · g ⁻¹)	Fructose (mg · g ⁻¹)
-50	35.6a ²	36.5a
-30	31.4ab	32.4ab
-10 (Control)	25.8b	26.1b

위와 같이 정확한 생육정보의 수집은 작물 생산성 및 품질 향상에 영향을 미치고 있기 때문에

센서를 활용한 관련기술의 개발이 요구된다. 국외의 경우 센서 네트워크를 이용한 연구들이 진행되고 있다[5].

(표 2) EC량에 따른 토마토 재배 결과

Soil EC (dS/m)	Fertigation EC (dS/m)	Brix	Fruit weight (g)	Marketability (%)	Marketable yield (kg/10a)	Total yield (kg/10a)
1.4	0	5.3	156.7	81.6	8,432	10,125
	1.0	5.4	154.9	79.9	8,586	10,060
	2.0	5.2	155.3	77.8	8,532	10,170
	3.0	5.5	141.8	80.5	8,990	10,499
3.0	0	5.6	157.0	81.1	8,743	9,991
	1.0	5.5	161.7	78.2	9,162	11,219
	2.0	5.6	151.3	80.0	9,387	11,041
	3.0	5.3	156.7	81.0	8,712	10,093
5.4	0	5.2	163.5	84.0	9,447	10,844
	1.0	5.5	161.7	80.6	9,103	10,505
	2.0	5.6	161.7	79.0	9,362	11,150
	3.0	5.4	166.0	76.6	8,031	9,743
Main plot LSD (5%)		ns	ns	ns	ns	ns
Subplot LSD (5%)		ns	ns	ns	ns	ns
Main plot x Subplot LSD (5%)		ns	ns	ns	ns	ns

ns : Not significant

NASA의 Jet Propulsion Lab.은 미국 캘리포니아주 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. 2001년에 저 전력 소형으로 Sensor Web 3.0을 적용하였으며, 현재는 더 섬세하게 진화된 Sensor Web 3.1을 이용하여 정보를 수집하고 있다.

이스라엘 Phytalk사의 식물생장 모니터링 시스템은 작물과 생장 환경을 모니터링하는 센서와 소프트웨어를 개발하고 이스라엘 오렌지 농장에 적용하였다. 환경센서들을 통해 토양습도, 온도, 대기습도 등 재배환경을 측정하고, 식물에 부착된 센서들은 5분에서 10분 간격으로 정보를 수집하여 케이블이나 무선연결을 통해 재배자의 집에 있는 컴퓨터로 전송된다. 소프트웨어는 식물의 컨디션을 그래프와 색깔로 표시하고 작물이 스트레스 상태와 원인을 분석해준다. 이스라엘 오렌지 농장에 적용한 결과 환경정보를 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 응용들이 개발되고 있다.

3. 유비쿼터스 온실관리시스템(Ubiquitous Greenhouse Management System, UGMS)

UGMS은 온실 내·외의 토양센서, 기상센서, CCTV를 이용하여 토양, 기상, 영상 정보를 수집하고 다양한 인터페이스(랩탑, 웹, 휴대폰)를 통해 이를 실시간으로 모니터링 및 재배작물의 최적생장환경에 맞추어 온실의 설비장치를 제어한다. 본장에서는 제안한 최적생장 환경 조성을 위한 시스템의 구조와 구성요소 및 지원 서비스에 대해 기술한다.

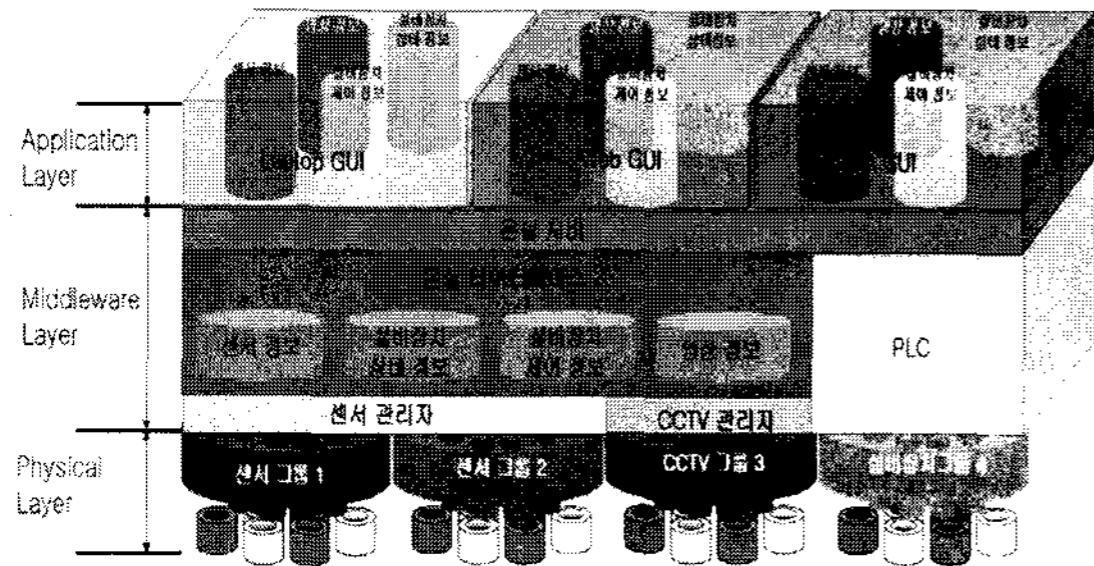
3.1 시스템 구조

UGMS는 (그림 1)과 같이 토양센서, 기상센서, CCTV, 설비장치들의 그룹으로 구성된 물리계층, 물리장치와 응용 사이의 통신을 지원하고 온실의 정보를 데이터베이스화 하여 모니터링 및 제어 서비스를 통해 재배작물의 최적 생장환경 조성을 지원하는 중간계층, 온실 모니터링 및 제어 서비스를 지원하는 응용들이 존재하는 응용계층으로 구성된다.

물리계층은 온실의 존재하는 모든 센서와 CCTV를 통해 토양정보, 기상정보 및 영상정보를 수집하고, 온실의 최적생장 상태 조성을 위한 환경상태를 제어할 수 있는 설비장치들로 구성된다. 수집된 정보를 이용하여 사용자에게 온실의 토양, 기상, 영상 모니터링 서비스와 설비장치를 통해 온실의 자동 및 수동 제어서비스를 제공한다.

중간계층은 물리계층의 센서 및 설비장치들을 관리하기 위한 센서관리자, CCTV관리자 및 PLC(Programmable Logic Controller)와 온실 정보가 저장된 온실데이터베이스, 그리고 온실의 모니터링 및 제어를 위한 온실서버가 존재한다. 본 계층에서는 물리장치들을 논리적으로 그룹화하고, 센서로부터 수집되는 데이터를 온실데이터베이스에 저장한다. 또한, CCTV로부터 들어오는 영상 데이터를 저장 후 스트림 서비스를 제공하며, 설비장치의 제어 및 모니터링 서비스를 제공한다.

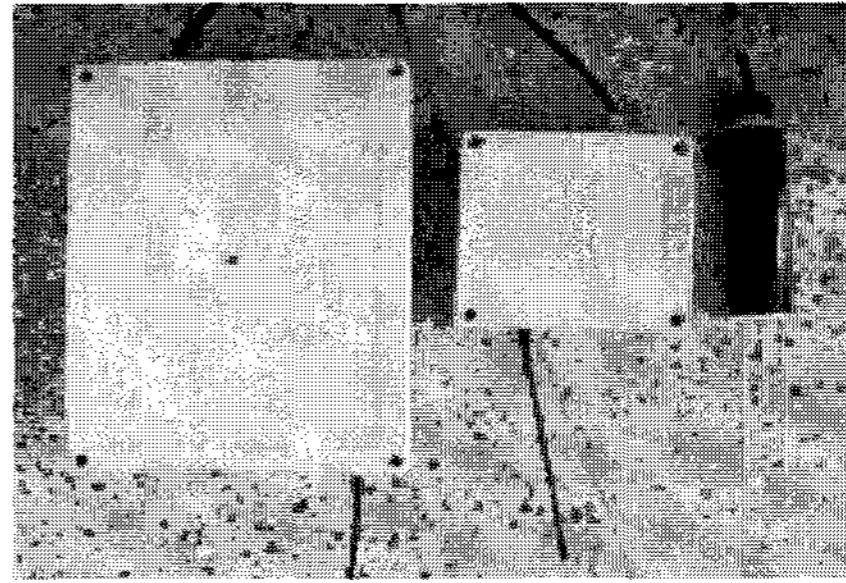
응용계층은 다양한 인터페이스를 통해 응용 서비스를 제공한다. 응용 서비스로는 온실의 토양, 기상의 정보를 사용자에게 보여주는 환경 모니터링 및 온실의 실제 영상을 보여주는 영상 모니터링 응용 서비스, 그리고 설비장치의 모니터링 및 제어 응용 서비스를 제공한다.



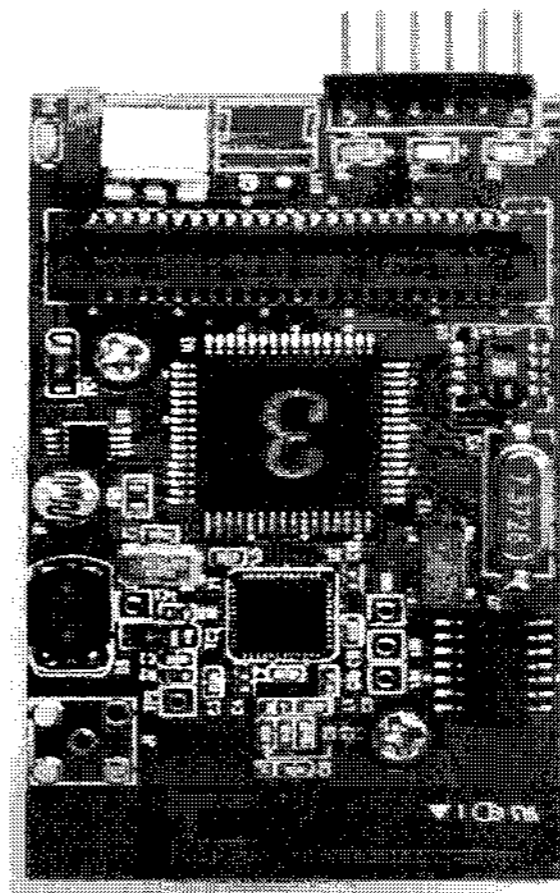
(그림 1) UGMS 구조

3.2 시스템 구성요소

물리계층의 구성요소는 다음과 같다. 토양센서는 (그림 2)와 같이 왼쪽부터 송신부, 수신부, 센서부로 이루어져 있다. 본 장치는 토양에 프로브 형태의 센서부를 삽입하여 일정주기 마다 토양에서 수분, 온도, 전기기전도(Electronic Conductivity, EC)를 측정하여 송신부를 통해 수신부에 센싱 데이터를 전송한다. 기상센서는 (그림 3)과 같이 Atmega128 마이크로 컨트롤러와 2.3GHz Zigbee Transceiver인 CC2420 기반이며 센서노드와 싱크노드로 구성된다. 센서노드에서 온실 내·외의 온도, 조도, 습도 값을 측정하여 일정 시간마다 싱크노드로 전송한다. 센서들 간의 통신은 트리 기반의 멀티홉 통신을 하며, 네트워크의 자가 구성, 자가 치유 능력을 갖추어 센서가 추가 또는 제거되면 스스로 네트워크를 구성하여 센서 간 통신거리 연장과 동적으로 통신경로를 형성한다. CCTV는 온실의 영상정보를 스트림 데이터로 CCTV 관리자로 보낸다. 마지막으로 온실 내 환경을 관리하는 설비장치로는 PLC로 제어되는 천창, 온풍기, 환풍기, 조명, 관수장치, 양액기가 존재한다.



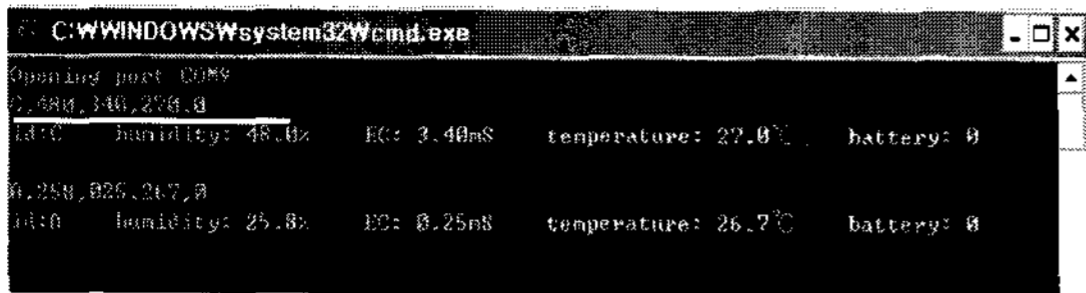
(그림 2) 토양 센서



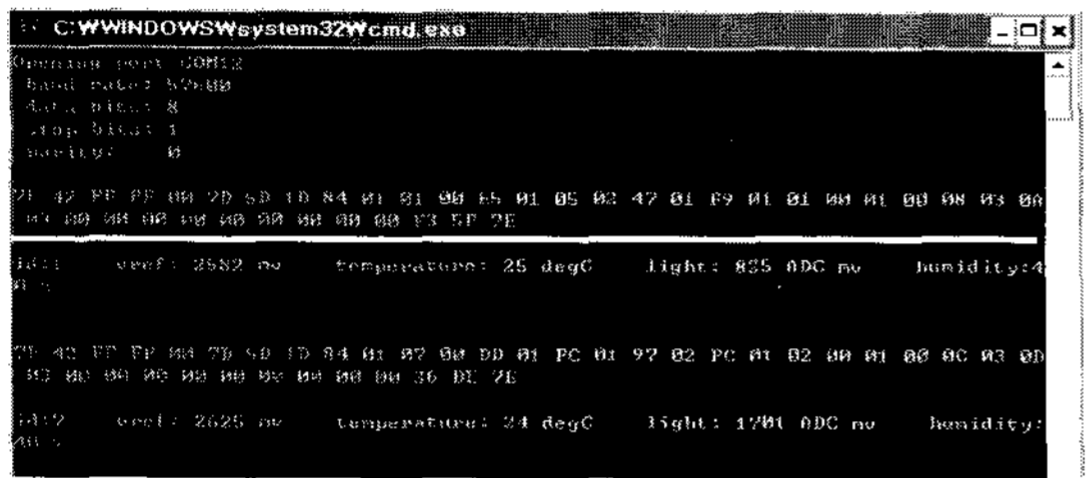
(그림 3) 기상센서

중간계층의 구성요소로 센서관리자는 센서로부터 들어오는 데이터를 온실데이터베이스에 저장한다. 주된 기능으로는 센서로부터 들어오는 스트림 형태의 데이터를 온실데이터베이스에 저장할 수 있는 포맷으로 가공하는 입력 스트림 처리, 센서로부터 들어오는 데이터를 측정요소에 맞는 단위로 바꿔주는 단위 변환, 가공된 데이터를 업데이트 질의를 사용하여 온실데이터베이스에 저장하는 데이터 저장 기능이 있다. 수행 과정을 보면 센서관리자가 센서로부터 (그림 4)와 (그림 5)의 밑줄과 같이 토양, 기상센서의 원시데이터가 들어온다. 원시데이터의 특정 위치에서 토양센서의 아이디, 온도, 수분, EC, 배터리 상태값 및 기상센서의 아이디, 온도, 습도, 조도, 배터리 상태값을 추

출하여 각 단위에 맞게 변환한다. 이 변환된 데이터는 네트워크를 통하여 온실데이터베이스에 저장된다.



(그림 4) 토양센서 원시데이터 및 변환값



(그림 5) 기상센서 원시데이터 및 변환값

온실데이터베이스는 온실 내·외에서 토양센서와 기상센서로부터 수집된 토양온도, 토양수분, EC, 온도, 조도, 습도 데이터와 설비장치 상태 및 컨트롤 데이터, 설비장치를 자동 제어하기 위한 기준값을 각각의 테이블로 나누어 저장한다.

온실서버는 응용 GUI와 온실 데이터베이스 사이에 존재하며 온실데이터베이스를 일정 시간간격으로 검사하여 설비장치 컨트롤 테이블의 값의 변화가 있으면 그 값에 따라 해당 설비장치를 가동 또는 중지시킨다. 또한 PLC로부터 물리장치의 상태값을 받아 온실데이터베이스에 저장하고 온실을 자동제어 할 경우 미리 정의된 기준값과 실제 온도값을 비교하여 환풍기, 천창, 온풍기를 제어하고 조도값에 따라 조명을 제어한다.

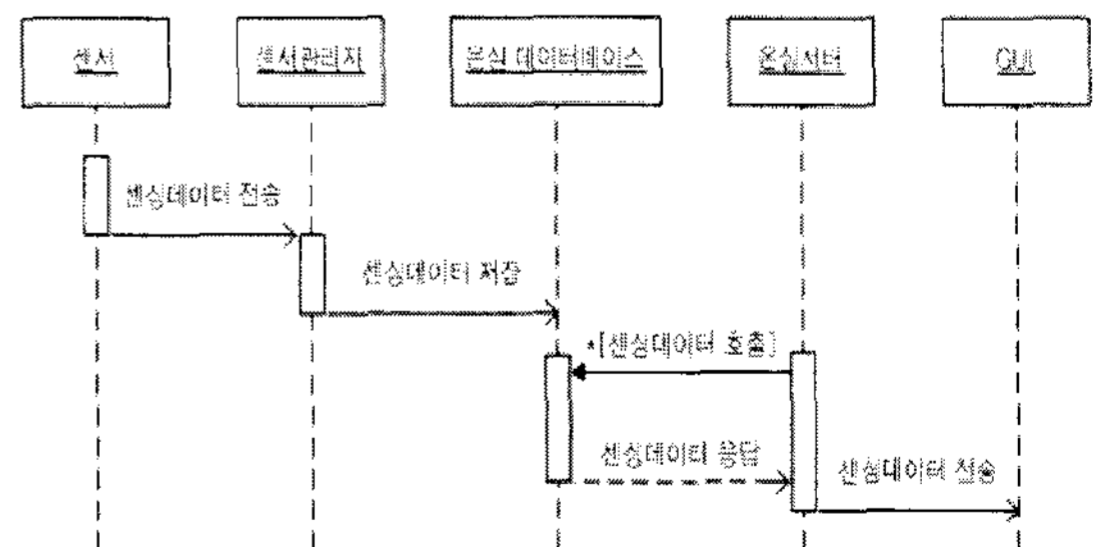
응용계층에는 다양한 플랫폼(랩탑, 웹, 모바일 폰)을 지원하는 응용 서비스로 구성된다. 세부적으로 온실 및 토양 모니터링 서비스, 온실 설비장치 제어서비스, 소비자 안심 서비스, 위험상황 경고 서비스를 제공한다.

3.3 시스템 지원 서비스

본 시스템은 온실의 토양, 실내·외 환경 및 영상 정보를 관찰 할 수 있는 온실 모니터링 서비스와 기준 환경값에 의한 자동 또는 사용자에 의해 수동으로 온실의 물리 장치들을 제어할 수 있는 온실 설비장치 제어서비스와 기타 부가적인 서비스로 나뉜다.

3.3.1 온실 모니터링 서비스

온실 모니터링 서비스는 온실의 실내·외 상태를 파악하기 위해 토양센서, 기상센서로부터 수집된 데이터를 사용자에게 보여주는 서비스이다. 본 서비스의 세부적인 동작과정을 살펴보면 온실에 설치된 토양센서, 기상센서로부터 토양의 온도, 수분, EC량과 온실 내·외 온도, 습도, 조도를 측정하여 센서관리자에게 주기적으로 전달한다. 센서관리자는 전달받은 데이터를 분석하여 각 센싱값을 추출 및 포맷 변환 후 온실데이터베이스의 각 테이블에 저장한다. 온실서버는 온실데이터베이스에 저장된 토양, 온실 내·외 환경정보를 각 사용자 GUI에 전송하며, 이를 통해 사용자는 온실의 토양, 환경, 작물 정보를 모니터링 할 수 있다. (그림 6)은 온실 모니터링 서비스의 동작과정을 보인다.



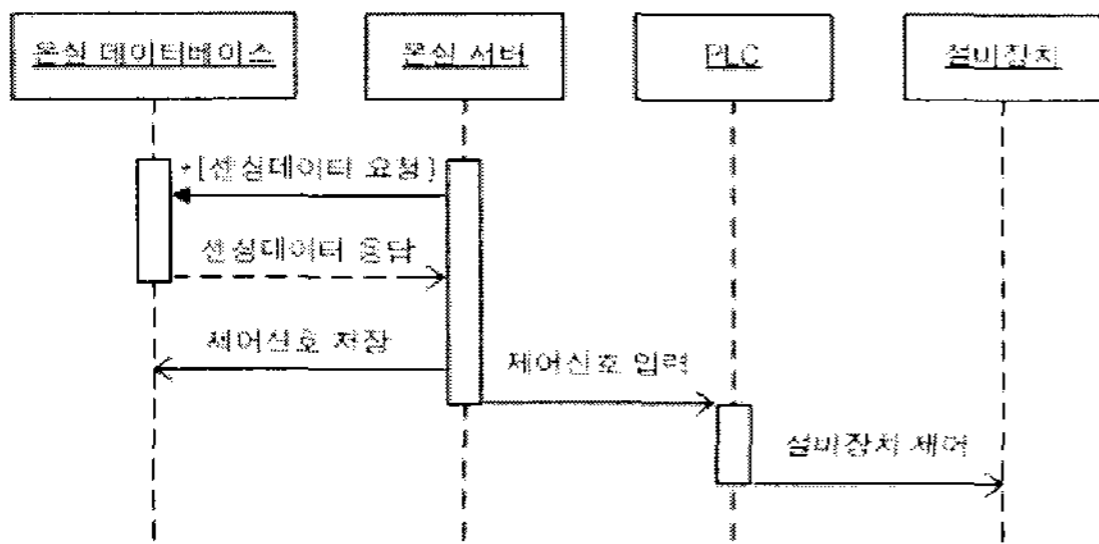
(그림 6) 온실 모니터링 서비스 동작과정

3.3.2 온실 설비장치 제어 서비스

온실 설비장치 제어 서비스는 각종 센서와 CCTV에서 관측된 정보를 바탕으로 온실서버가

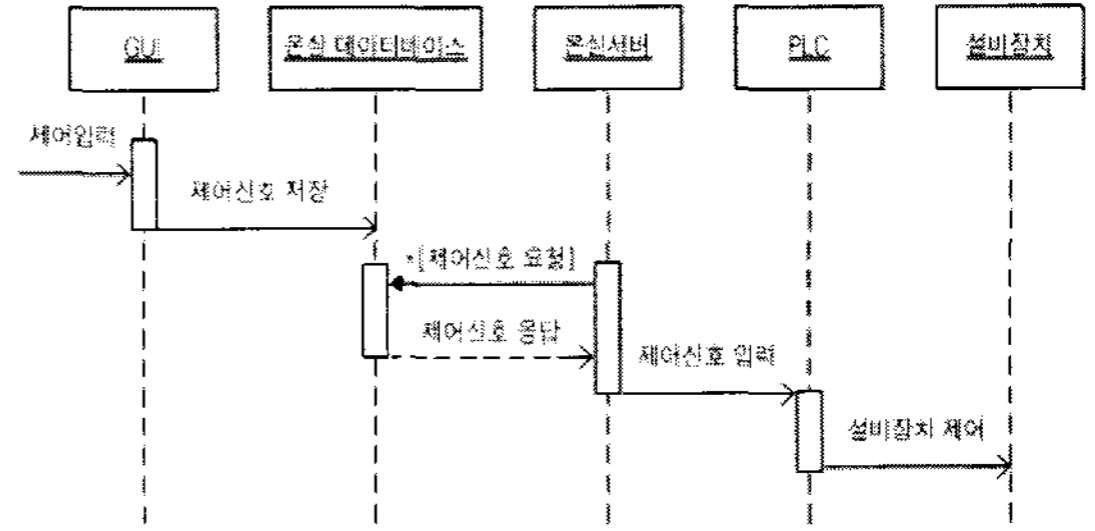
자동으로 온실 설비장치를 제어하거나 사용자가 수동으로 제어할 수 있는 서비스이다.

자동 제어 서비스의 동작 과정을 살펴보면 온실서버가 일정 주기마다 온실데이터베이스를 모니터링하여 온실정보(토양, 환경)를 확인한다. 이 정보를 기준 설정값과 비교하여 초과하거나 미만일 경우에 PLC에 제어 할 온실의 설비장치 동작 신호를 변환 시켜준다. PLC는 변환 된 값에 따라 해당 설비장치를 가동 또는 중지 시킨다. 마지막으로 온실서버가 PLC의 설비장치 상태값을 GUI에 보내어 설비장치의 상태를 표시해준다. 아래 (그림 7)은 온실 자동 제어 서비스의 동작 과정을 보인다.



(그림 7) 온실 자동 제어 서비스 동작 과정

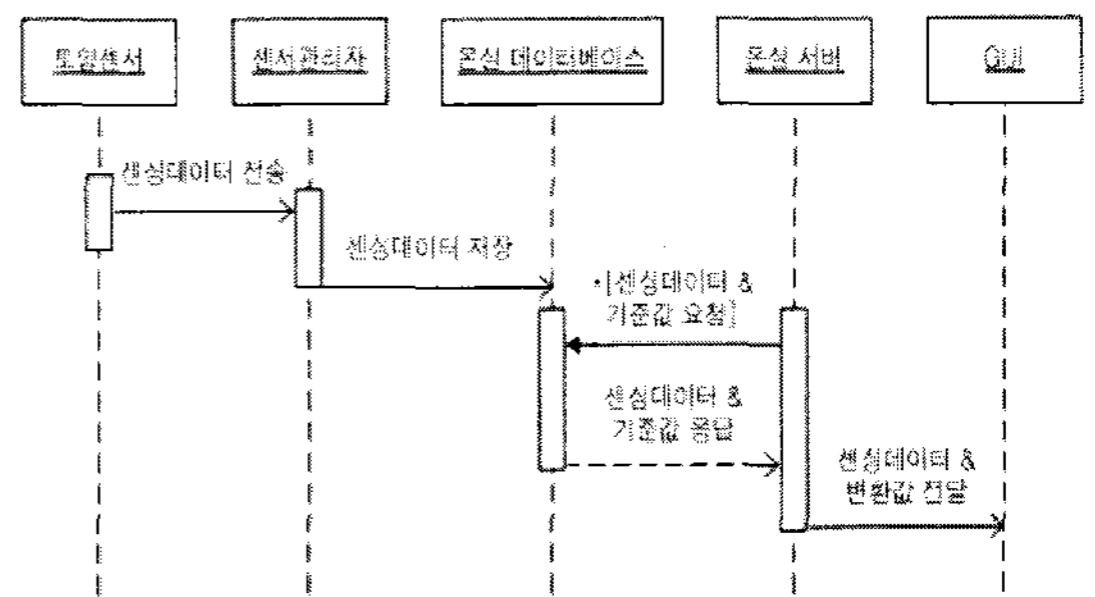
수동 제어 서비스의 동작 과정은 다음과 같다. 예를들어 사용자 GUI(랩탑, 웹, 모바일폰)에서 천창을 개폐시켰을 경우, 온실데이터베이스에 천창 상태값을 저장한다. 일정 주기로 온실데이터베이스를 모니터링하는 온실서버가 천창의 제어값을 인식하여 PLC에 제어 신호를 보낸다. PLC는 천창 개폐신호에 따라 천창을 제어한다. 이후 온실서버가 PLC를 모니터링하여 천창의 상태를 GUI에 반영한다. (그림 8)은 온실 수동 제어 서비스 동작 과정을 보인다.



(그림 8) 온실 수동 제어 서비스 동작 과정

3.3.3 토양정보 제공을 통한 소비자 안심 서비스

본 서비스는 토양 센서로부터 측정된 토양의 상태값을 소비자에게 제공하여 작물의 생육환경에 대해 안심하고 소비할 수 있도록 한다. 세부적인 동작과정으로, 먼저 토양센서에서 센싱 된 데이터를 센서관리자로 보낸다. 센서관리자는 이 데이터에서 온도, 수분, EC값을 추출하여 온실데이터베이스에 저장한다. 온실데이터베이스에 저장된 온도, 수분, EC값을 온실서버가 전달받아 현재 작물에 따른 표준값과 비교하여 낮음, 적당, 높음 등으로 단계를 구분하여 소비자에게 제공한다.

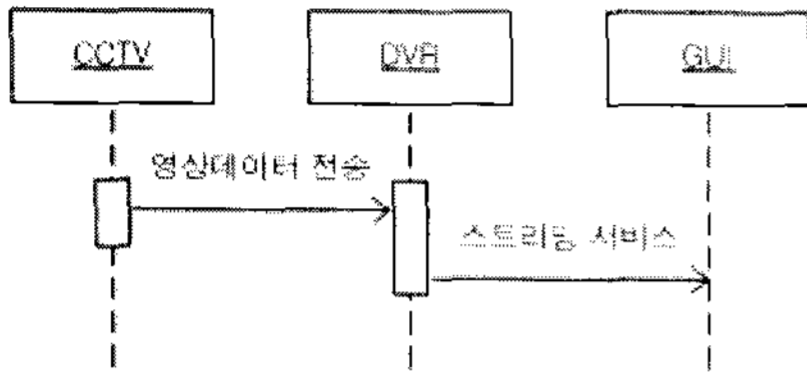


(그림 9) 토양 정보 제공을 통한 소비자 안심 서비스 동작과정

3.3.4 영상 정보 제공을 통한 소비자 안심 서비스

본 서비스는 앞서 설명한 토양정보 제공을 통한 소비자 안심 서비스와 동일하게 온실 내부에 설치되어있는 CCTV를 통하여 소비자에게 온실의 영상을 제공하는 서비스이다. 이로 인해 소비자는 온실의 상태를 실시간으로 확인하여 생산지의 생

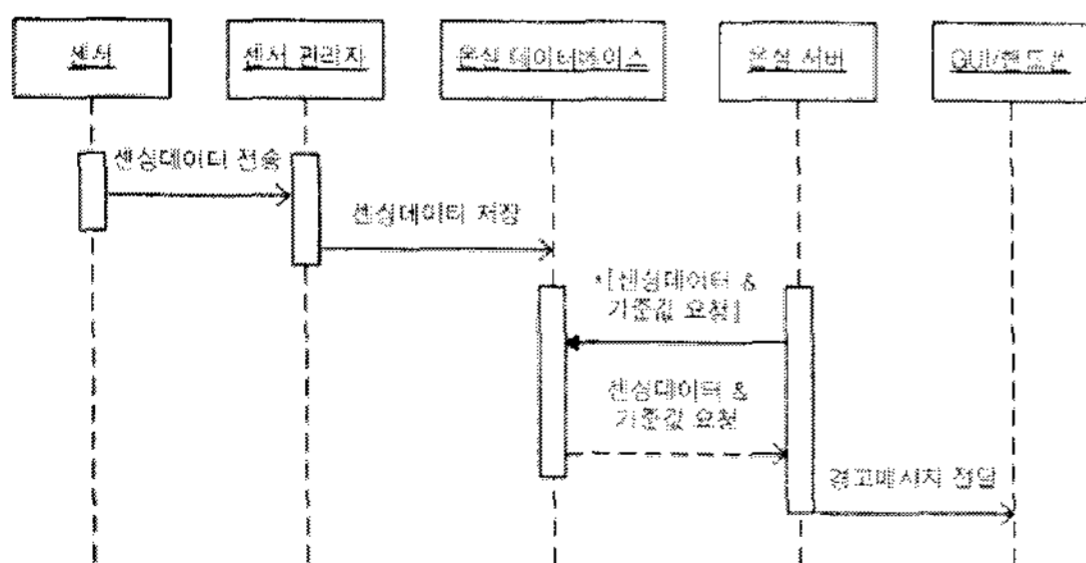
육환경에 대한 신뢰감을 높일 수 있다. 서비스 동작 과정으로, CCTV가 온실 내의 영상을 CCTV 관리자로 보낸다. CCTV 관리자는 이 스트림 데이터를 인터넷을 통해 웹으로 제공한다. 소비자는 인터넷을 통해 온실의 영상정보를 확인할 수 있다.



(그림 10) 온실 내 영상 정보 제공을 위한 소비자 안심 서비스 동작 과정

3.3.5 위험상황 경고 서비스

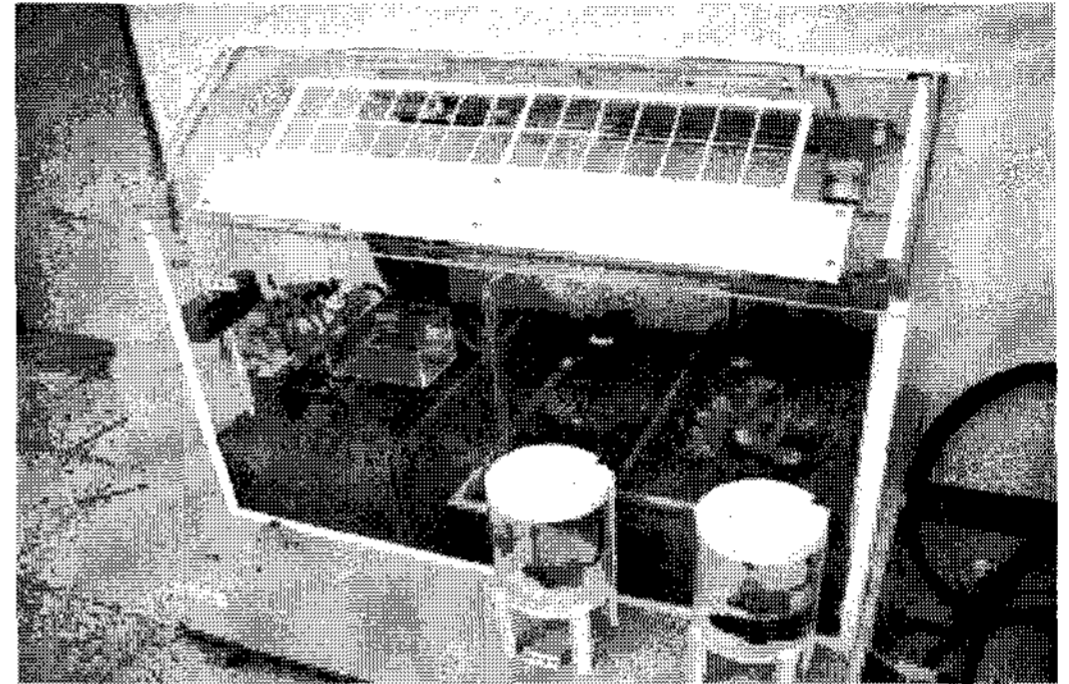
본 서비스는 기상변화와 온실의 상황변화를 농민과 같은 사용자에게 실시간으로 알려주어 조치를 취해 위험상황을 미연에 방지하기 위한 서비스이다. 서비스의 과정을 보면 토양 및 기상센서로부터 센싱되는 데이터가 센서관리자에게 보내어진다. 센서관리자는 전송받은 데이터에서 센싱값을 추출하여 온실데이터베이스에 저장한다. 저장된 센서의 센싱값들을 온실서버가 주기적으로 모니터링하여 기준값을 초과하거나 미달되면 이벤트가 발생한 요소에 대하여 표시를 해준다. 또한 SMS를 통해 사용자에게 알려준다.



(그림 11) 위험상황 경고 서비스 동작 과정

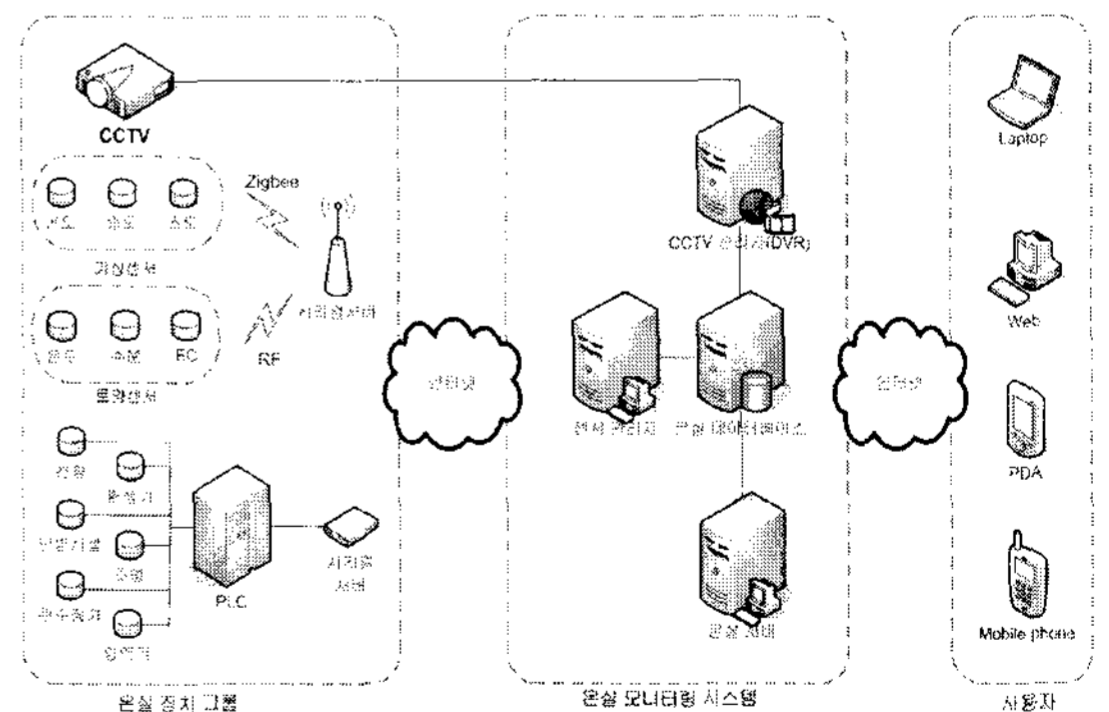
4. 시스템 구현

4.1 구현환경



(그림 12) 온실 모형

본 시스템의 수행성을 검증하기 위해 (그림 12)와 같이 온실 모형을 제작한 후 토양 및 기상 센서와 CCTV를 설치했다. 모형에 설치된 토양 및 기상 센서와 CCTV로 수집된 정보들은 센서관리자, CCTV관리자, 온실데이터베이스, 온실서버를 통해 GUI로 전달되고 사용자에게 제공된다. 아래 (그림 13)은 유비쿼터스 온실관리시스템의 물리적인 구성도를 보인다.

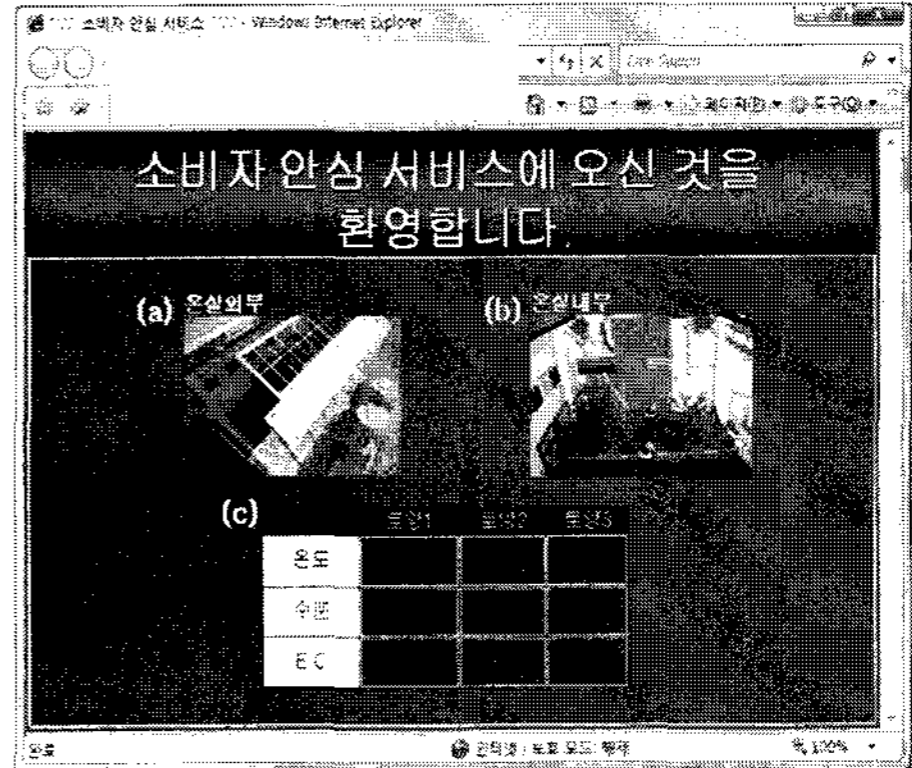


(그림 13) 유비쿼터스 온실관리시스템 구성도

4.2 구현결과

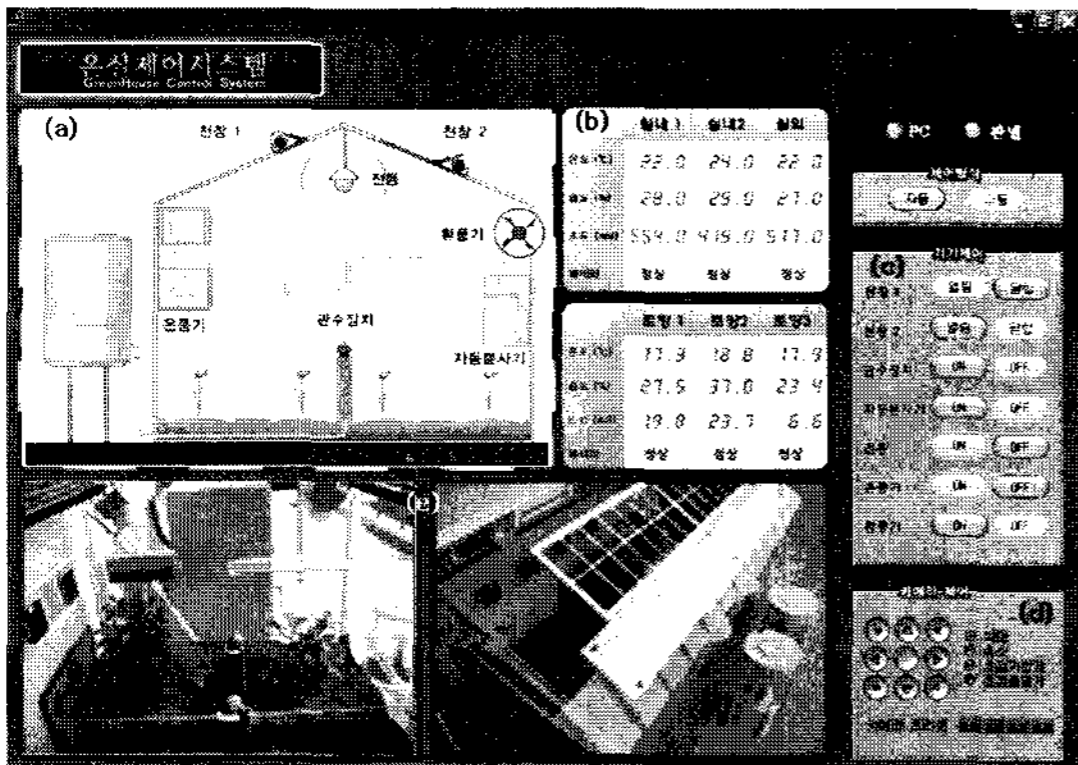
사용자를 위한 GUI를 구현하여 본 시스템의 수행결과를 확인한다. (그림 14)는 온실관리시스템의 랩탑용 GUI이다. 온실에서 토양 및 기상 센서에서 측정된 센싱값은 (b)에 표시된다. (c)에서는 온실의 설비장치를 제어하거나 상태를 볼 수 있다. (a)는 (c)에서 설비 장치의 상태값을 온실이미지에 표현했다. (d)에서 CCTV를 제어한다. (e)는 온실 실내·외 영상을 보인다. 온실서버는 표준값을 기준으로 값을 초과하거나 미달되면 설비장치를 작동 시킨다. 이와 같이 랩탑용 GUI와 동일하게 기능과 구성으로 웹용 GUI도 구현됐다. (그림 14)는 랩탑용 GUI를 나타내고, (그림 15)는 PDA용 GUI를 나타낸다.

(그림 16)은 소비자 안심 서비스를 위한 GUI를 보인다. (a)와 (b)에서 온실 내·외부 영상을 확인할 수 있다. (c)에서 토양 상태정보를 소비자가 이해하기 쉽도록 낮음, 적정, 높음의 3단계로 표시한다.

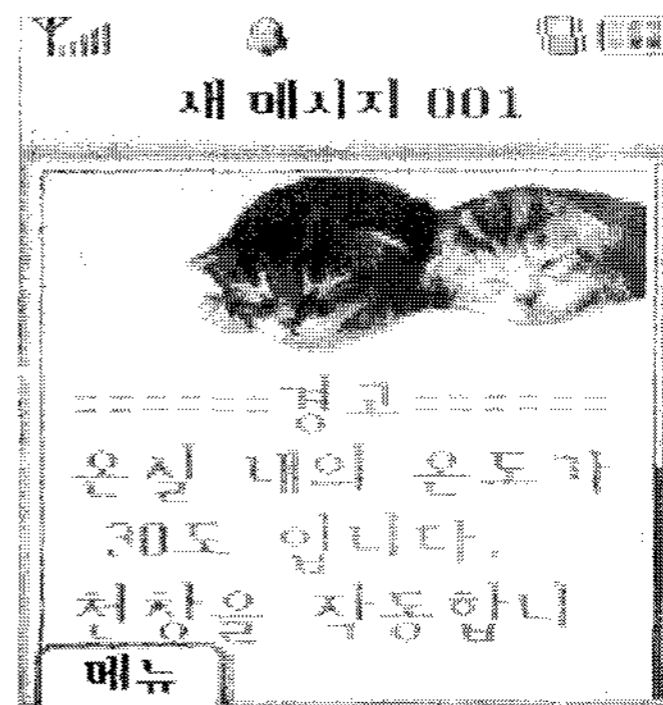


(그림 16) 소비자용 GUI

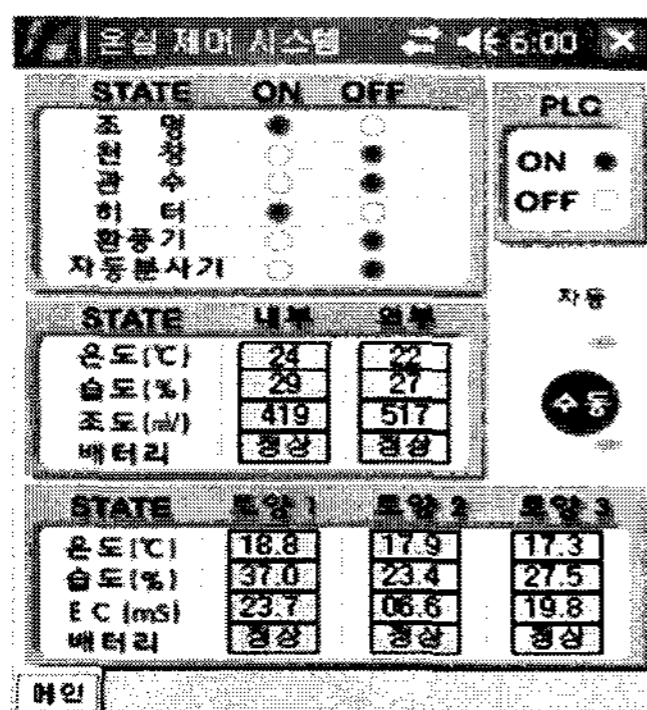
(그림 17)은 위험상황 경고 서비스의 수행결과로 온실의 온도가 변함에 따라 사용자에게 온실의 상황을 모바일폰을 통해 SMS로 알려준다. 위험상황 경고는 모바일폰뿐 아니라 응용 서비스가 수행되는 랩탑과 PDA로도 동일하게 제공된다.



(그림 14) 랩탑용 GUI



(그림 17) 위험상황 경고 SMS



(그림 15) PDA용 GUI

위와 같은 수행결과로부터 센서와 CCTV를 통하여 토양 및 온실 내·외의 환경정보, 그리고 영

상정보를 수집하여 GUI를 통하여 온실의 상태를 모니터링하고 제어됨을 볼 수 있었고, 소비자용 GUI를 통해 소비자 안심 서비스와 모바일폰의 SMS 메시지를 통하여 위험상황 경고 서비스가 수행함을 확인했다.

5. 결론

본 논문에서 토양 및 기상 센서로부터 온실 내·외의 상태와 토양의 정보를 주기적으로 수집하여 사용자가 다양한 플랫폼에서 온실의 상태를 모니터링 할 수 있게 해주며, 이 정보를 바탕으로 온실내의 각종 설비장치를 자동 및 수동으로 제어하는 유비쿼터스 온실관리시스템을 제안했다. 또한 제안한 시스템의 수행성을 검증하기 위해 온실 모형을 제작한 후, 시스템의 구성요소를 구현하여 각 플랫폼별 GUI를 통해 온실의 상태가 정확히 모니터링 되고 설비장치가 제어되는 수행 결과를 보였다. 이를 통해 우리가 제안한 시스템이 다양한 센서 및 설비장치 등을 이용하여 원격지에서 모니터링 및 제어가 가능하고 작물의 최적 성장환경을 유지시켜줄 수 있는 시스템임을 확인했다.

향후 연구로는 기상, 토양뿐만이 아니라 작물의 개체상태를 측정 가능한 습윤 센서 등을 추가하여 작물의 최적성장 조건 조성을 위한 온실 제어 알고리즘을 개발하고자 한다.

참고 문헌

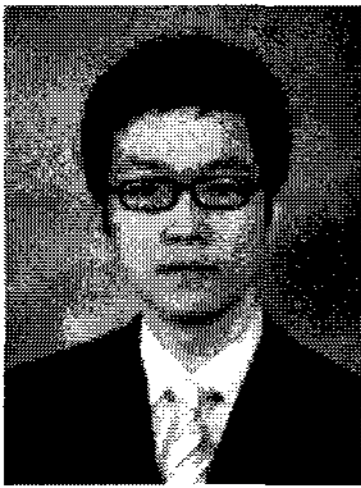
- [1] 이영호, 김혜원, 김영진, 손혁. "유비쿼터스 비즈니스 모델 설계를 위한 개념적 프레임워크 개발", 대한산업공학회논문지, Vol.19, No.1, pp.9-18, 2006.
- [2] M. Weiser, "Hot Topics: Ubiquitous Computing", IEEE Computer, 1993.
- [3] M.Weiser, "The Computer for the 21st Century", Scientific American, Vol.9, pp.66-75, 1991.
- [4] 이성태, 김영봉, 이영한, 이상대. "토양의 EC 수준에 따른 관비공급 농도가 시설토마토 수량과 토양의 염류집적에 미치는 영향", 한국환경농학회지, 제25권, 제1호, pp.64-70, 2006.
- [5] 정부만. "u-Farm 해외 적용 사례집", 한국정보사회진흥원, 2006.
- [6] 김기돈, 이종국, 이기순, 윤화모. "토양 수분조절이 토마토 품질과 기호도에 미치는 영향", 한국국제농업개발학회지, 제17권, 제3호, pp.188-191, 2005.
- [7] 김영식. "시설재배환경의 자동제어를 위한 전문가시스템 개발", 한국화훼산업육성협회 화훼연구회지, 제12권, 제4호, pp.342-346, 2004.
- [8] 김동억, 장유섭, 김종구, 김현환, 이동현, 장진택. "PLC와 컴퓨터를 이용한 식물생산공장의 환경제어", 한국생물환경조절학회지, Vol.15, No.1, pp.1-7, 2006.
- [9] 허원석, 심주현, 이석규, 김규원, 조명환, 김희태. "웹 기반의 온실 원격 제어 시스템의 개발", 한국농업기계학회지, 제27권, 제4호, pp.349-354, 2002.
- [10] 김승우. "퍼지 전문가 제어 기법을 이용한 시설재배 자동화 소프트웨어의 구현", 컴퓨터교육학회논문지, Vol.7, No.1, pp.67-77, 2004.
- [11] 이상훈, 박희순. "PLC를 이용한 온실 환경의 가상 모니터링 시스템의 구현", 원광대학교 공업기술개발연구소 공업기술개발연구지, Vol.19, pp.279-286, 1999.
- [12] 김대업, 박홍복. "인터넷 기반의 온실 환경 제어 시스템에 관한 연구", 정보처리학회논문지, Vol.8, No.4, pp.427-438, 2001.
- [13] 이변우. "시설 토마토재배 최적환경구현을 위한 자동제어 논리개발", 농림부 보고서, 1997.
- [14] 강민수, 서종성, 여현, 신창선. "토양 및 미세 기상 센서를 이용한 온실 모니터링 시스템", 한국인터넷정보학회 학술발표논문집, 제7권,

제2호, pp.395-398, 2006.

[15] 강민수, 서종성, 박계리, 김영곤, 심춘보, 신
창선. “최적성장 환경 조성을 위한 온실 모니

터링 시스템”, 한국인터넷정보학회 학술발표
논문집, 제8권, 제1호, pp.285-290, 2007.

○ 저 자 소 개 ○



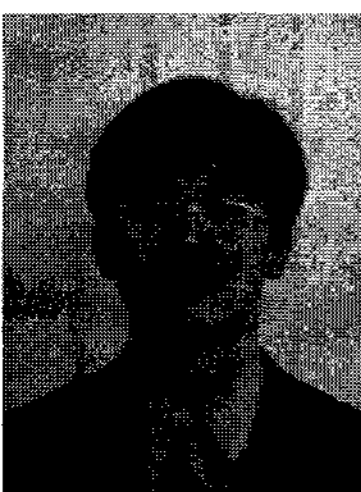
서 종 성 (Jong-Seong Seo)

2005년 순천대학교 정보통신공학과(공학사)
2006년~현재 순천대학교 정보통신공학과 석사과정
관심분야 : RFID/USN, 미들웨어, 응용 서비스, etc.
E-mail : seojs@mail.sunchon.ac.kr



강 민 수 (Min-Su Kang)

2005년 순천대학교 정보통신공학과(공학사)
2006년~현재 순천대학교 정보통신공학과 석사과정
관심분야 : RFID/USN, LBS, 응용 서비스, etc.
E-mail : kangminsu@mail.sunchon.ac.kr



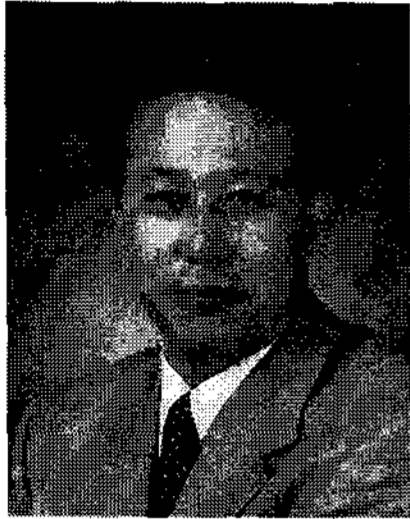
김 영 곤 (Young-Gon Kim)

2003년 순천대학교 컴퓨터과학과(이학석사)
2007년~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
관심분야 : RFID/USN, GIS, HCI, etc.
E-mail : Websody@empal.com



심 춘 보 (Chun-Bo, Sim)

1996년 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(학사).
1998년 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사).
2003년 전북대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).
2004년 부산가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 전임강사.
2005년 ~ 현재 순천대학교 정보통신공학부 교수.
관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, 멀티미디어 정보검색, LBS
E-mail : cbsim@sunchon.ac.kr



주 수 종 (Su-Chong Joo)

1986년 원광대학교 전자계산공학과 졸업(학사).

1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학석사).

1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).

1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc.

2003년 미국 University of California at Irvine, Visiting Professor.

1990년 ~ 현재 원광대학교 전기·전자 및 정보공학부 교수.

관심분야 : 분산 실시간 컴퓨팅, 분산객체모델, 시스템 최적화, 멀티미디어 데이터베이스

E-mail : scjoo@wonkwang.ac.kr



신 창 선 (Chang-Sun Shin)

1996년 우석대학교 전산학과 졸업(학사).

1999년 한양대학교 컴퓨터교육과 졸업(석사).

2004년 원광대학교 컴퓨터공학과 졸업(공학박사).

2005년~현재 : 순천대학교 정보통신공학부 교수

관심분야 : 분산컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체모델

E-mail : csshin@sunchon.ac.kr