

무선 센서 네트워크를 이용한 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템 설계 및 구현

임은천*, 신창선**, 심춘보**

A Design and Implementation of Multimedia Pest Prediction Management System using Wireless Sensor Network

Eun-Cheon Lim *, Chang-Sun Shin **, Chun-Bo Sim **

요약

온실을 통해 시설원예작물을 재배하는 대대수의 농업인들은 병해충의 예측, 진단 및 방제에 큰 관심을 가지고 있으며, 특히 농가에서는 병해충 관리 문제가 생산량과 품질에 직결되는 가장 큰 문제로 대두되고 있다. 따라서 본 논문에서는 토양 및 환경 센서를 이용하여 무선 센서 네트워크를 구성하고 이를 토대로 온실 내의 작물의 병해충에 대한 조기 예측 및 관리를 가능하게 하는 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템을 설계 및 구현한다. 제안하는 시스템은 기존 고가의 PLC 장비에 비해 온실 내에 무선 센서 네트워크를 형성하여 효율적으로 병해충 정보를 데이터베이스화하고 토양 및 온도, 습도, 조도와 같은 다양한 환경 정보를 수집할 수 있다. 아울러 시스템의 수행성을 검증하기 위해 가상 온실 모형을 제작한 후, 모형에 토양 및 환경 센서의 시스템 구성요소를 구성하여 각 플랫폼(Desktop, Web, PDA)별 GUI를 구현하여 온실상태에 따라 병해충 예측 및 관리가 가능한 수행 결과를 보였다. 마지막으로 제안한 시스템을 이용하여 온실 작물의 병해충 예측 관리가 다양한 플랫폼에서 잘 동작함을 확인할 수 있었다.

Abstract

The majority of farm managers growing the garden products in greenhouse concern massively about the diagnosis and prevention of the breeding and extermination for pests, especially, the managing problem for pests turns up as main issue. In the paper, we first build a wireless sensor network with soil and environment sensors such as illumination, temperature, and humidity. And then we design and implement multimedia pest predication and management

• 제1저자 : 임은천, • 교신저자 : 심춘보

• 접수일 : 2007.5.31, 심사일 : 2007.7.9, 심사완료일 : 2007. 7.20.

* 순천대학교 정보통신공학부 석사과정, ** 순천대학교 정보통신공학부 조교수

※ 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음
(IITA-2006-(C1090-0603-0047))

system which is able to predict and manage various pest of garden products in greenhouse. The proposed system can support the database with information about the pests by building up wireless sensor network in greenhouse compared with existing high-priced PLC device as well as collect various environment information from soil, the interior of greenhouse, and the exterior of greenhouse. To verify the good capability of our system, we implemented several GUI interface corresponding desktop, web, and PDA mobile platform based on real greenhouse model. Finally, we can confirm that our system work well prediction and management of pest of garden products in greenhouse based on several platforms.

▶ Keyword : 무선센서네트워크(Wireless Sensor Network), 병해충(Pest), 예측(Prediction), 온실(Greenhouse), 작물(Garden product)

1. 서론

온실 시설재배의 목적은 작물의 생산을 자연 조건에 의존 하지 않고 인공 생산이라는 능동적 단계로 전환함으로써 원하는 시기에 작물을 수확하는데 있다. 국내의 온실 원예 작물 생산 지역은 급속하게 증가하고 있는 추세이며, 90년대 이후 쌀 재배 농가들에 대한 정부의 유인책이 이와 같은 현상을 근본적으로 이끌었다. 국내의 원예시설 면적으로는 일본에 이어 세계에서 두 번째의 면적을 가지고 있으나 시설 내의 자동화된 온실 면적은 매우 적은 편이다. 온실 재배 작물로는 토마토, 오이, 고추, 딸기 등과 같은 시설작물들을 재배하고 있으며 파프리카와 같은 고부가가치 농작물의 경우는 생산량의 대부분이 전량 일본으로 수출되고 있다. 이와 같이 국내의 온실 재배가 점점 늘어나고 있는 상황에서 온실내의 병해충 관리 문제는 생산량과 품질에 직결되는 아주 중요한 문제로서 신선하고 고품질의 작물을 생산하기 위한 방법이 다각적으로 연구[1]되고 있다.

또한 최근 한-미 자유무역협정(FTA)이 체결되고 다른 농업을 중심으로 하는 국가들과도 FTA가 체결되고 있는 상황이다. 이와 같은 농산물 시장의 세계화-자유경쟁 상황에서 국내의 온실재배농업이 국제적인 교류 환경에 경쟁력을 갖추고, 농업 기술의 기반을 유지하기 위해서는 과학적이고 핵심적인 기술을 개발해야 하고 병해충의 관리 기술[2]도 이에 포함된다. 국내 농가는 시간이 지날수록 고령화 되어 가고 있으며, 인력 역시 점차 줄어들어 매우 부족한 상황이고, 90년대 이후 웰빙시대라고 하여 소비자들의 식단이 건강을 위주로 친환경, 유기농 농산물에 큰 관심을 보이고 있다. 이에 맞춰 농산물에 농약이 잔류하는 문제가 사회적으로 큰 문제인데, 이는 농업인들이 병해충의 정확한 진단에

근거한 방제 방법을 알지 못하기 때문이며 그에 맞춰 보다 효율적인 병해충 관리 시스템이 필요한 상황이다.

따라서 본 논문에서는 시설원예작물에 발생하는 병해충에 관한 정보를 데이터베이스로 구축하고 이를 토대로 농가 단위에서 병해충을 손쉽게 정확하게 예측 및 관리할 수 있는 토양 및 환경 센서를 이용한 WSN(Wireless Sensor Network)[3-6] 기반의 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템을 설계 및 구현한다. 제안하는 시스템에서는 데스크탑, 웹, 모바일 각각의 플랫폼에 따라 다양한 사용자 인터페이스를 제공한다. 제안하는 시스템을 통해 온실 시설 내의 PC(데스크탑)를 가지고 병해충 관리를 할 수 있으며, 인터넷이 되는 곳이면 웹을 통해 어디든지 온실 내의 상황을 확인할 수 있고, 아울러 모바일 PDA를 통해 손쉽게 휴대가 가능하기 때문에 언제, 어디서든지 장소와 시간의 구애 없이 온실 내의 환경 및 병해충 모니터링이 가능하다. 마지막으로 본 시스템의 수행성을 검증하기 위해 실제 온실을 축소한 온실 모형을 제작한 후, 각 환경 센서의 시스템 구성 요소를 구현하여 각 플랫폼을 통해 온실의 상태를 손쉽게 확인 할 수 있었고, 이를 바탕으로 효율적인 병해충 예측 및 관리가 가능한 수행 결과를 보였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련연구에 대해 살펴보고, 3장에서는 제안하는 병해충 예측 관리 시스템의 전체적인 구조를 기술한다. 4장에서는 제안한 시스템을 직접 구현하여 수행 결과를 확인하고 5장에서는 결론과 향후 연구 내용을 기술한다.

II. 관련 연구

최근 들어 유비쿼터스란 패러다임이 사회 곳곳에 적용되고 있다. 특히 농업 분야에서는 u-Farming이란 용어를 사용하고 있으며, 이러한 u-Farming은 u-IT 기술 활용이 상대적으로 미흡했던 농업생산, 농축산물 이력 및 유통 관리 분야에 유비쿼터스 관련 신기술을 접목한 정밀 농업[7-9]의 관심이 고조되고 있다. 이에 대한 많은 연구가 현재 진행되고 있으며, 간략하게 세 가지 연구만 기술한다.

첫째, [10]의 연구에서는 시설원예작물을 재배하는 농업인의 기술자문 요청의 대부분이 병해충의 진단과 방제에 관한 것임을 인지하고 병해충의 정확한 진단과 처방을 통해 청정 농산물을 생산할 수 있도록 하기 위한 시스템을 제안했다. 이를 수행하기 위해서 고추, 토마토, 가지, 수박 등 시설원예작물에 발생하는 각종 병, 해충, 생리장해 현상의 발생상황을 파악하고, 진단에 필요한 멀티미디어 정보를 현장에서 수집함과 아울러 중요한 병해충의 개략적인 발생일도 변동과 농가 대처방법, 증상자료 등을 수집하고 작물에 피해를 주는 병해충 및 생리장해를 농가단위에서 손쉽게 정확하게 진단하고 대처방법을 제시 할 수 있는 멀티미디어 진단체계를 개발하기 위해, 국내에 연구되어져 있는 많은 해충 관련 정보, 생리장해 현상 등 병해충의 모든 정보를 수집, 정리, 요약하고, 이외에 해당 작물의 재배과정에서 발생할 수 있는 생리장해 등을 현장에서 이용할 수 있는 진단 정보를 수집하여 데이터베이스를 구축 하였다. 또, 농산물 수출입과 관련된 검역대상 해외병해충의 문서 및 멀티미디어 정보를 수집하여 추가 하였다. 이를 근거로 농가 단위에서 손쉽게 이용할 수 있는 병해충진단체계(Identification and management Key)를 구성하여 CD-ROM 형태로 농업인 및 관련 기관에 보급함과 동시에 최신 정보를 지속적으로 인터넷을 통해 업그레이드 할 수 있는 시스템을 구축 하였다.

둘째, [11]의 연구에서는 무선 센서 네트워크라는 IT 신기술을 농업 산업에 적용함으로써 농작물 생육에 최적의 재배환경을 파악할 수 있는 농작물 재배환경 모니터링 시스템을 제안 하였다. USN 기반의 재배환경 관리 시스템에서, 비닐하우스에 센서 네트워크를 설치하고 농작물의 생육에 영향을 미칠 수 있는 온도, 조도 및 습도 등의 환경정보를 주기적으로 수집하여 데이터베이스 서버에 저장함으로써 농작물의 생육에 최적의 환경 상태를 분석, 파악하는데 이용

했다. 그리고 비닐하우스의 재배 환경을 유지하고 밤낮의 기후 변화나 날씨 변화에 따라 사용자가 온풍기나 조명 등과 같은 환경 조절장치를 제어하는 수고를 덜게 하기 위해, 센서 네트워크를 활용하여 적절한 재배 환경을 유지하는 역할을 할 수 있도록 했다. 실시간으로 수집된 환경 정보를 생산자가 미리 설정해 놓은 임계값에 위배할 경우, 환경 조절 장치에 연결된 액츄에이터 노드를 자동으로 동작시킴으로써 제어할 수 있게 구현했다. 또한 농작물의 배송, 출하에서 소비자까지 전달되는 동안 웹서비스를 통하여 어원산지 및 농약사용여부, 생산 환경 등의 농작물의 이력 정보를 제 공함으로써 u-Farm을 구현했다.

셋째, [12]의 연구는 일본 국립농업연구센터(NARC)에서 2000년 초반에 대규모 분산 모니터링 시스템(MDMS)을 구성하는 필드 모니터링 서버를 개발하였으며, 오사카의 실증시험을 거쳐 향후 상용화될 전망이다. 필드 서버는 온도, 습도, 일사량을 감지할 수 있는 센서와 화상 데이터를 전송할 수 있는 카메라, 관제센터까지 무선으로 데이터를 전송할 수 있는 무선 랜 인터페이스를 장착하고 있다. 아울러 영역이 광범위한 경우 각각의 필드 서버가 자동적으로 관련 네트워크를 구축하며, 각 필드 서버와 무선 랜 게이트웨이의 무선 통신 거리를 내장 안테나로 약 100m, 외부 안테나를 설치하면 최대 약 400m까지 가능한 시스템이다. 또한 센터 서버에 축적된 데이터를 인터넷 경유로 필드 서버 포털에 액세스하여 설치한 그 날부터 열람할 수 있는 특징을 가지고 있다.

III. 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템

3.1 시스템 구성도

본 시스템은 온실 정보 수집용 센서 장치와 이 장치로부터 수집된 데이터를 처리하기 위한 환경 데이터베이스와 병해충 데이터베이스 및 병해충 관리 데이터베이스, 그리고 카메라장치와 이를 처리하기 위한 스트리밍 서버, 사용자에게 병해충 예측 관리 정보를 제공하는 GUI로 구성되어 있다. <그림 1>은 본 시스템의 세부 컴포넌트들을 도식화하여 나타낸 것이다.

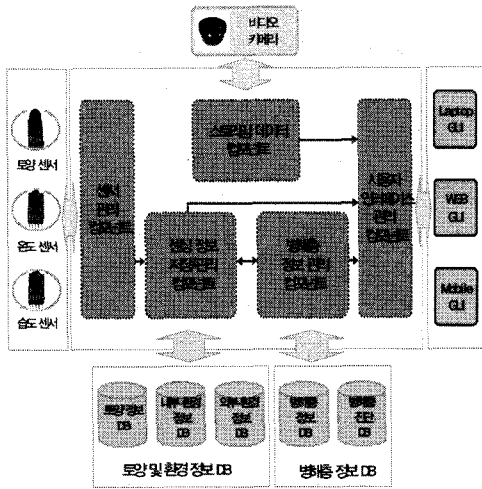


그림 1. 전체 시스템 구성도
Fig 1. Overall System Configuration

터베이스로 저장 및 관리한다. 스트리밍 데이터 컴포넌트는 카메라로부터 들어오는 데이터를 동영상 스트리밍 서비스로 제공하기 위해 사용자 인터페이스 관리 컴포넌트로 보내준다. 병해충 정보 관리 컴포넌트에서는 각종 센싱 데이터를 기반으로 병해충을 예측하고 병해충이 발생했을 때 병해충 관리 데이터베이스를 이용하여 해당 병해충의 진단 및 방제 방법을 사용자 GUI를 통해 브라우징하기 위해 사용자 인터페이스 관리 컴포넌트로 병해충 정보를 전송한다. 데이터 처리 하단부에는 다양한 센싱 정보 및 병해충 정보를 위한 데이터베이스가 위치한다. 마지막으로 사용자 인터페이스 관리 컴포넌트는 다양한 센싱 정보 및 병해충 정보, 온실 내의 스트리밍 데이터를 각 플랫폼(데스크탑, 웹, 모바일)별 GUI에 따라 해당하는 플랫폼으로 출력을 하기 위한 분배 역할을 담당한다. <그림 2>는 시스템 구성요소와 실제 동작 과정을 도식화한 것이다.

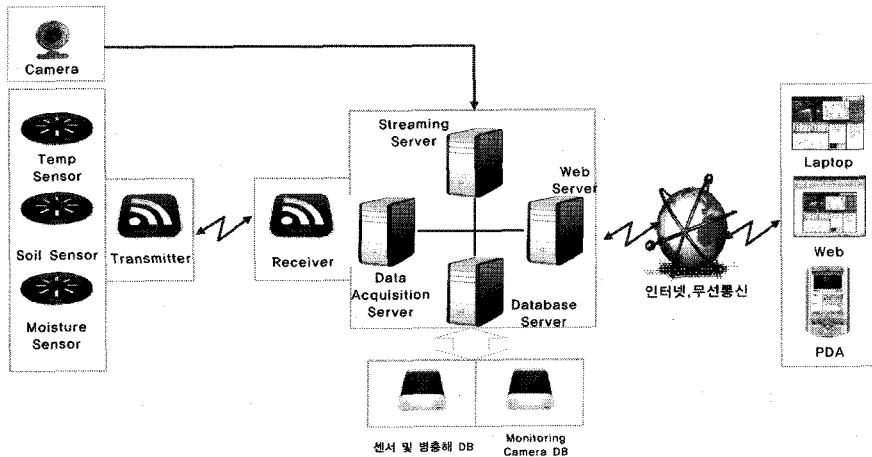
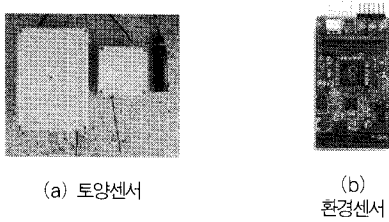


그림 2. 시스템 구성요소 및 동작 과정
Fig 2. System component and work flow

본 시스템은 크게 4 부분으로 구성되어 있다. 왼쪽 부분에서는 각종 센서들과 비디오카메라가 위치하며, 온실의 환경 센서는 토양과 온실 내/외의 환경의 변화에 따라 온도, 습도, 조도, EC(Electrical Conductivity)센서가 센싱한 값을 측정하여 무선 네트워크를 통해 주기적으로 센서 관리 컴포넌트로 전송한다. 비디오카메라는 온실 내의 상태를 스트리밍 데이터 컴포넌트로 전달한다. 중간 부분의 센서 관리 컴포넌트는 각종 센서들로부터 들어오는 센싱 데이터를 수집하고 해당 데이터를 센싱 정보 저장/관리 컴포넌트로 보낸다. 여기서는 센서 종류별로 분류한 후 해당 데이

3.2 시스템 구성요소

본 시스템에서의 센서는 크게 토양 센서와 환경 센서로 구성되어 있다. 먼저 토양센서는 <그림 3(a)>와 같이 송신부, 수신부, 센서부로 이루어져 있다. 본 장치는 토양에 센서부를 삽입하여 일정주기 마다 토양에서 수분, 온도, 전기기전도(Electronic Conductivity, EC)를 측정하여 송신부를 통해 무선으로 수신부에 센싱 데이터를 전송한다. 아울러 환경센서는 <그림 3(b)>와 같은 센서노드와 싱크 노드로 구성되고, 토양센서와 마찬가지로 센서노드에서 온실 내/외의 온도, 조도, 습도 값을 측정하여 일정 시간마다 싱크 노드로 전송한다.



(a) 토양센서 (b) 환경센서

그림 3. 토양 및 환경 센서
Fig 3. Soil and environment sensor

카메라는 온실의 영상을 촬영하여 스트림 데이터로 스트리밍 관리자로 보낸다. 온실 내 환경을 관리하는 설비장치로는 PLC로 제어되는 천창, 온풍기, 환풍기, 조명, 관수장치, 양액기가 존재한다. 센서 관리자는 센서로부터 들어오는 데이터를 온실 데이터베이스에 저장하는 역할을 한다. 주된 기능으로는 센서로부터 들어오는 스트림 형태의 데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있는 데이터 형태로 가공하는 입력 스트림 처리, 센서로부터 들어오는 데이터를 측정요소에 맞는 단위로 바꿔주는 단위 변환, 가공된 데이터를 업데이트(update) 쿼리를 사용하여 데이터베이스에 저장하는 데이터베이스에 데이터 저장 등이 있다. 수행 과정을 보면 센서 관리자가 센서로부터 <그림 4>와 <그림 5>의 밑줄과 같이 토양, 환경센서의 원시(raw) 데이터가 입력된다. 원시 데이터의 특정 위치에서 토양센서의 아이디, 온도, 수분, EC, 배터리 상태값, 환경센서의 아이디, 온도, 습도, 조도, 배터리 상태값을 추출하여 각 단위에 맞게 변환한다. 이렇게 변환된 데이터는 인터넷 망을 통해 온실 데이터베이스에 쿼리를 실행시켜 각 센싱값에 따른 테이블에 저장된다.

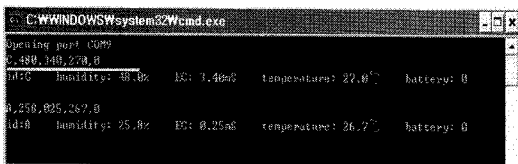


그림 4. 토양 센서의 원시 데이터 및 변환값
Fig 4. Raw data of soil sensor and transformed value

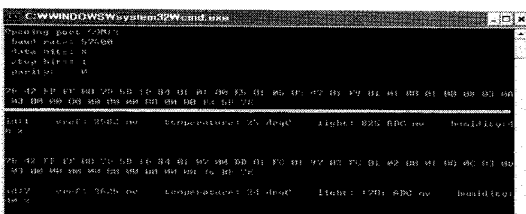


그림 5. 환경 센서의 원시 데이터 및 변환값
Fig 5. Raw data of environment sensor and transformed value

온실 데이터베이스는 온실 내에서 토양센서와 환경센서로부터 추출한 토양온도, 토양수분, EC, 실내온도, 실내조도, 실내습도의 데이터와 설비장치의 상태와 컨트롤 데이터, 설비장치를 자동 제어하기위한 기준치 데이터를 각각의 테이블로 나누어 구축하였다. 온실서버는 GUI와 온실 데이터베이스 사이에 존재하며 온실 데이터베이스를 일정시간 간격으로 체크하여 온실의 환경 정보가 병해충 데이터베이스와 비교하여 병해충 예측 관리 서버를 동작하게 한다. 사용자를 위한 GUI는 일반 데스크탑 환경에서부터 웹 환경 및 유비쿼터스 환경을 지원하는 모바일 단말기까지 지원한다. 각 GUI는 온실 모니터링 서비스, 병해충 예측 관리 서비스, 병해충 정보 관리 서비스, 온실 감시 서비스 등 다양한 서비스를 지원하고 있다.

3.3 시스템 설계

본 시스템은 소프트웨어의 재사용성 증대와 빈번한 구조 변경에 따른 유지 보수 비용을 최소화하기 위해 객체지향 모델링의 디자인 패턴(13-14)을 적용하여 시스템을 설계한다. <그림 6>은 제안하는 시스템의 전체 클래스 구성도를 나타낸다. 각 센서와 스트리밍 서버에서 전달받은 데이터를 그에 상응하는 해당 데이터베이스에 저장한 후 최종적으로 사용자 GUI에 보여지게 된다.

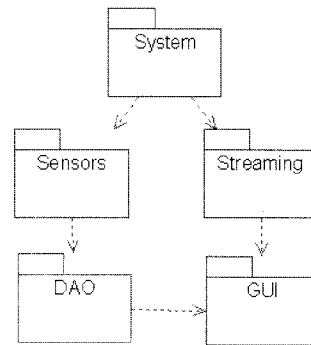


그림 6. 전체 클래스 다이어그램
Fig 6. Overall class diagram

<그림 7>은 토양 센서 및 환경 센서에 관련된 클래스 다이어그램으로 토양, 온도, 습도 센서로부터 센싱된 정보들을 전달 받는다.

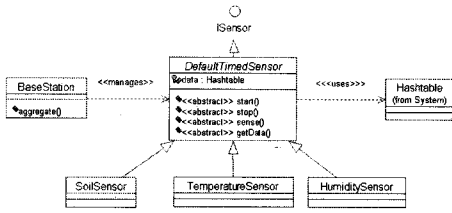


그림 7. 센서를 위한 클래스 다이어그램
Fig 7. Class diagram for sensor

〈그림 8〉은 환경 정보 데이터베이스에 연결해서 센서로부터 얻은 정보를 환경 정보 데이터베이스에 저장하고 이 데이터를 데이터베이스로부터 검색한 후 해당 플랫폼별 GUI에 보내주고 아울러 병해충 발생 정보 및 방제 정보를 얻어오는 다이어그램이다.

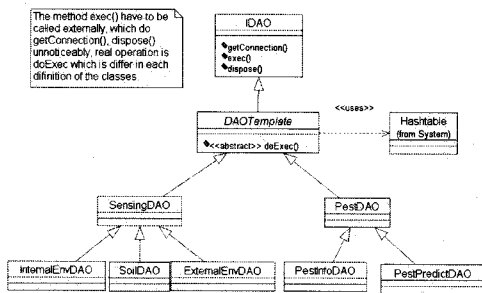


그림 8. 데이터베이스 관련 클래스 다이어그램
Fig 8. Class diagram for database

〈그림 9〉는 비디오 카메라 클래스 다이어그램으로, 서버에서 카메라로부터 얻은 이미지를 스트리밍 서버에 저장해서 사용하는 스트리밍 서버에 연결한 후 이미지를 볼 수 있게 된다.

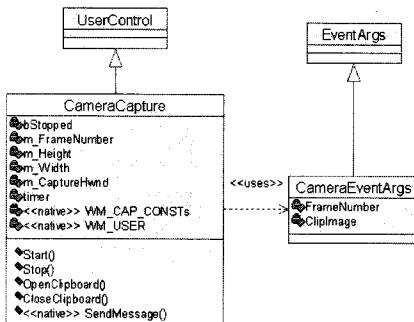


그림 9. 비디오 카메라 클래스 다이어그램
Fig 9. Class diagram for video camera

마지막으로 〈그림 10〉은 각 플랫폼별 GUI로 사용자에게 보여주는 클래스 다이어그램이다.

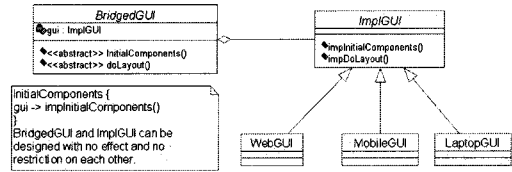
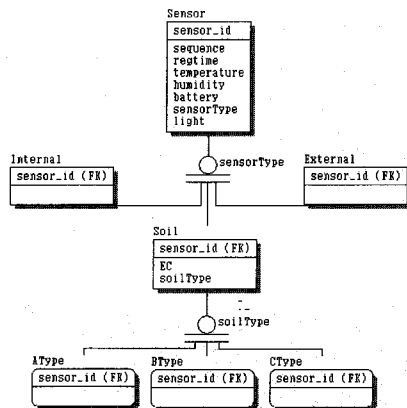


그림 10. GUI 클래스 다이어그램
Fig 10. Class diagram for GUI

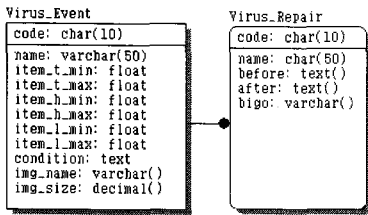
본 시스템의 설계는 객체지향 모델링의 디자인 패턴을 적용하여 설계하였으며 이를 통해 객체지향 모델링의 가장 큰 장점인 시스템 변경 및 확장에 따른 유지 보수 비용의 최소화 및 시스템의 컴포넌트의 재사용성을 최대화 할 수 있다.

3.4 데이터베이스 스키마

〈그림 11(a)〉와 〈그림 11(b)〉는 각각 토양 및 환경 센서들로부터 전달받은 센싱 정보들을 저장하는 환경 정보와 병해충 정보 데이터베이스 스키마이다. 환경정보 데이터베이스에는 각 센서에 전달 받은 정보들을 실내1, 실내2, 실외, 토양1, 토양2, 토양3에 각각 저장한다. 병해충 데이터베이스는 병해충에 대한 발병 조건을 나타내는 테이블과 병해충의 예방 방법과 방제 방법을 가지고 있는 테이블로 나누어져 있다.



(a) 환경정보 데이터베이스 스키마



(b) 병해충 데이터베이스 스키마

그림 11. 데이터베이스 스키마
Fig 11. Database schema

IV. 시스템 구현

4.1 구현환경

본 시스템의 수행성을 검증하기 위해 <그림 12>와 같이 환경 센서와 카메라를 부착하고 이를 통해 제안하는 병해충 예측 관리 시스템의 수행성을 검증했다. 온실 모형에 설치된 환경 센서를 통해 수집된 정보들은 환경 데이터베이스에 저장되고 이를 이용해서 각 플랫폼 별 GUI 화면을 통해 사용자들이 온실 상황을 모니터링 할 수 있도록 한다. 시설작물의 병해충 정보는 다양한 정보가 요구되지만, 본 논문에서는 토양 및 온도, 습도, 조도와 밀접하게 관련된 작물의 병해충 정보를 데이터베이스화하여 병해충 예측 및 관리를 서비스한다. 제안하는 시스템은 데스크탑 환경의 GUI를 위해서는 Visual Basic 언어를 이용하여 구현하였으며, 웹 환경의 GUI를 위해서는 ASP 언어로 구현하였다. 아울러 모바일 사용자를 위한 PDA의 경우는 .Net Compact Framework를 이용하여 구현하였다. <그림 12>은 본 논문에서 시스템 검증을 위해 만든 가상의 온실 모형이다.

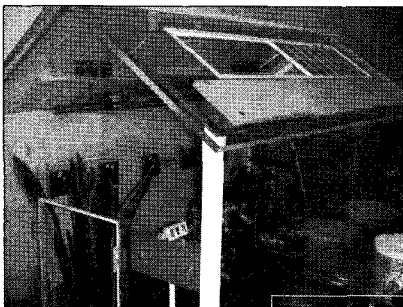


그림 12. 온실 모형
Fig 12. Greenhouse model

4.2 구현 결과

<그림 13>과 <그림 14>는 각각 제안하는 시스템의 데스크탑 및 웹 기반 사용자를 위한 GUI들이다. 먼저 ①은 온실 모형내에 설치된 카메라를 통해 현재 온실 내의 시설작물의 실제 상황을 모니터링 할 수 있는 서비스를 제공한다. ②는 각 환경 센서를 통해 환경 데이터베이스에 저장된 정보(온도, 습도, 조도, 배터리 잔류량)를 모니터링 할 수 있도록 한다. ③은 최근 온실의 환경 상황 변화를 라인차트(Line Chart) 그래프를 통해 쉽게 모니터링 하고 분석할 수 있는 기능을 제공하는 화면이며, ④는 온실의 환경 상황이 병해충을 발생시킬 수 있는 상황이 되면 발생할 가능성이 있는 병해충 정보를 경보와 함께 알려주고 병해충의 증상과 관련 이미지를 보여준다. ⑤는 해당 병해충의 예방 방법과 방제 방법을 자세히 설명해 주기 위한 화면이다. ⑥은 온실 내의 장비 즉, 조명전등, 환풍기, 온풍기, 관수장치, 천장개폐 등을 제어 할 수 있는 기능을 제공하는 버튼이다.

<그림 15>는 병해충 정보를 조회하고 등록, 수정하거나 삭제할 수 있는 사용자 GUI 화면이다. 먼저 ①은 병해충 데이터베이스에 저장된 병해충 정보를 조회 할 수 있으며 ②는 병해충에 대한 발병 조건 정보와 병해충 방제법을 보여주고, 병해충 정보를 신규로 등록할 시 입력 새로이 입력할 수 있는 화면이다. ③은 병해충 정보를 추가, 삭제, 저장할 수 있는 버튼으로 이를 통해 병해충 정보를 손쉽게 추가, 삭제 및 저장 할 수 있다.

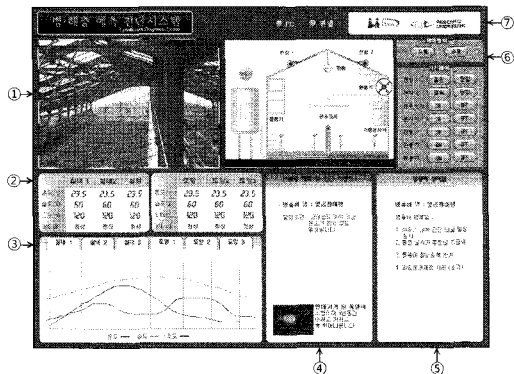


그림 13. 데스크탑 사용자를 위한 GUI 화면
Fig 13. GUI interface for desktop user

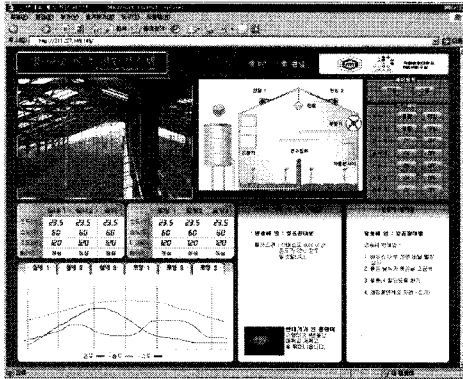


그림 14. 웹 사용자를 위한 GUI 화면
Fig 14. GUI interface for web user

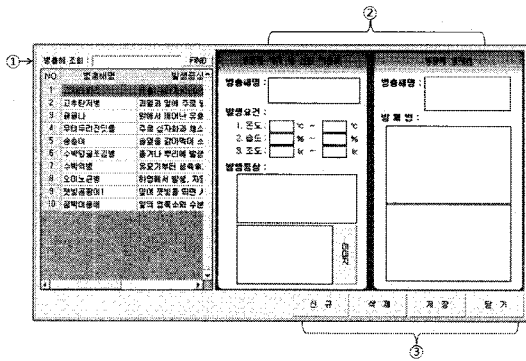


그림 15. 병해충 관리 GUI 화면
Fig 15. GUI interface for pest management

마지막으로 <그림 16>은 모바일 사용자를 위한 PDA용 GUI 화면이다. 먼저 ①은 온실 내의 상황을 모니터링 하는 화면이다. 이를 통해 실내, 실외, 토양의 정보를 모니터링 할 수 있고, 오른쪽 상단의 녹색 경보는 병해충 예측 관리 아이콘이며, 온실 내의 환경이 병해충이 발생할 상황이 되면 노란색의 경보로 바뀌어 경고해 주고, 특별한 행위가 취해지지 않으면 빨간색의 경보로 바뀌어 병해충 발생 정도가 높다는 것을 경고한다. ②는 온실의 최근 환경 정보의 변화를 손쉽게 라인 차트(Line Chart) 그래프를 통해 확인하고 변화의 흐름을 편리하게 분석할 수 있는 화면이다. 각 위치별 정보를 온도, 습도, 조도로 나누어서 모니터링 할 수 있다. 마지막으로 ③은 병해충이 발생 했을 시 이미지와 병해충명, 예방방법, 그리고 발생 했을 시 방제방법을 제시하는 화면이다.

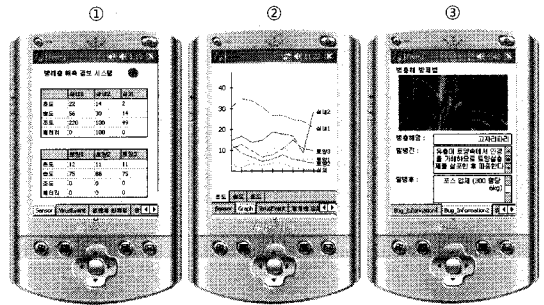


그림 16. PDA 사용자를 위한 GUI 화면
Fig 16. GUI interface for PDA user

마지막으로 <표 1>은 본 시스템과 기존의 시스템과를 비교 분석한 내용이다.

표 1. 기존 연구와의 비교 분석
Table 1. Comparison among conventional work

기존	종류	(10)의 연구	(11)의 연구	(12)의 연구	본 시스템
센서 노드 사용 유무		×	○	○	○
자동 제어 기능		×	○	×	○
카메라 기능		×	○	○	○
모니터링 기능		×	○	○	○
병해충 관리 기능		○	×	×	○

VI. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 우리나라 농가의 인력 부족 현실과 고령화 되어가고 있는 상황에 맞춰, 온실에 장착된 토양 및 환경 센서를 이용하여 온실의 환경 상태와 정보를 습득하여 사용자에게 병해충의 예측 및 관리 정보를 GUI로 제공하는 멀티미디어 병해충 예측 관리 시스템을 제안했다. 본 시스템의 수행성을 검증하기 위해 가상의 온실 모형을 제작하고 환경 센서를 장착하여 각 플랫폼 별 GUI(Laptop, Web, PDA)를 통해 온실의 환경정보를 모니터링하고 이에 따른 병해충 예측 및 방제 방법을 수행 할 수 있었으며, 스트리밍 서버에서 전달 받은 카메라의 영상을 통해 온실의 상황을 모니터링 할 수 있었다.

향후 연구로는 병해충의 완벽한 예측 시스템을 구현하기 위해 토양 및 환경 정보뿐만 아니라 다양한 병해충의 생리장해현상 정보를 데이터베이스화하고, 알려지지 않는 병해

충이 발병했을 때 발병모습을 이미지로 저장하고 해당 이미지를 가지고 병해충 정보를 검색할 수 있는 시스템을 연구하는 것이다.

참고문헌

[1] 김승우, "퍼지 전문가 제어 기법을 이용한 시설 재배 자동화 소프트웨어의 구현," 컴퓨터교육학회 논문지, 제7권 제1호, pp. 67-77, 2004.

[2] 조명래, 최국선, 김창효 외, "병해충 방제도감," 학술편수관, pp. 197-880, 1999.

[3] 김대영, 도윤미, 박노성, 이상수, 팜민룡, 뒤뷔백, 파티오즈투르크, "특집:센서 네트워크 기술," 한국정보처리학회지, 제10권 제4호, 2003.

[4] 김 경우, "유비쿼터스 컴퓨팅의 실태와 발전에 관한 연구," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제9권 제4호, pp. 221-231, 2004.

[5] 이기욱, 성창규, "유비쿼터스 센서 네트워크 기반의 상황 정보 모니터링 시스템 구현," 한국컴퓨터정보학회 논문지, 제11권 제5호, pp. 259-265, 2006.

[6] 장선호, 이민경, 김재준, "유비쿼터스 센서 시장 및 기술 동향," IT Soc Magazine, IITA 기술정책정보단, 정보통신연구진흥원, 2006.

[7] 김동익, 장유섭, 김종구, 김현환, 이동현, 장진택, "PLC와 컴퓨터를 이용한 식물생산공장의 환경제어," 한국생물환경조절학회지, 제15권 제1호, pp. 1-7, 2006.

[8] 허원석, 심주현, 이석규, 김규원, 조명환, 김희태, "웹 기반 온실 원격 제어 시스템의 개발," 한국농업기계학회지, 제27권 제4호, pp. 349-354, 2002.

[9] Dongxian He, Youlu Bai, Yingzhe Wang, Hua Wu, "A Crop Field Remote Monitoring System based on Web-Server-Embedded Technology and CDMA Service," Int'l Symp. on Applications and the Internet Workshops(SAINTW'07), 2007.

[10] 송유한 외 9인, "시설원예작물의 청정생산과 수출경쟁력 향상을 위한 멀티미디어 병해충 진단 및 관리정보시스템 개발", 2000년 농림수산특정연구사업 최종보고서, 2002.

[11] 김태홍, 유성은, 김재연, 김대영, "USN 기반의 u-Farm 농작물 재배환경 관리 시스템," 한국농업정보과학회 학술대회, pp. 27-34, 2007.

[12] T. Fukatsu, M. Hirafuji, "Field Monitoring using Sensor-Nodes with a Web Server," Journal of Robotics and Mechatronics, Vol. 17, No. 2, pp. 164-172, 2005.

[13] 김운용, 최영근, "디자인 패턴지향 소프트웨어 개발 지원 도구," 한국정보과학회 논문지, 제29권 제8호, 2002.

[14] Larman, Craig, "Applying UML and Patterns," Hong Reung Science Pub. Co., 2003.

저자 소개

임은천

2007년 2월 : 순천대학교 정보통신공학과 공학사
 2007년 3월 ~ 현재 : 순천대학교 정보통신공학부 석사과정
 관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스, RFID/USN, 유비쿼터스 컴퓨팅



신창선

2004년 2월 : 원광대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2004년 3월 ~ 2005년 1월 : 원광대학교 헬스케어기술개발센터 Post-Doc.
 2005년 2월 ~ 현재 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
 관심분야 : 분산컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체모델



심준보

2003년 2월 : 전북대학교 컴퓨터공학과 공학박사
 2004년 3월 ~ 2005년 1월 : 부산가톨릭대학교 컴퓨터정보공학부 교수
 2005년 2월 ~ 현재 : 순천대학교 정보통신공학부 교수
 관심분야 : 멀티미디어 데이터베이스 & 정보검색, RFID/USN, 유비쿼터스 컴퓨팅

