

시설하우스 이동형 환경 및 생장 모니터링 시스템 개발

김호준*

Development of a Moving Monitor System for Growing Crops and Environmental Information in Green House

Ho-Joon Kim*

요약 우리 농촌은 시장개방화와 생산 비용 상승으로 수익성 악화에 직면하고 있다. 최근, 정부는 농업 및 농촌의 보유자원과 정보통신기술을 결합한 6차산업의 활성화를 독려하고 있다. 이에 따라 시설 원예 작물의 생육 환경을 원격 모니터링하고 제어할 수 있는 ‘스마트 그린하우스’ 보급에 투자를 하고 있다. 본 과제의 목표는 하우스를 이동하는 작물 생장 모니터링 시스템을 개발하는 것이다. 이 시스템은 이동형 센싱 모듈, 제어 모듈, 서버 PC로 구성된다. 이동체는 고해상도 IP 카메라, 온습도 센서, 와이파이 중계기를 포함하고 있다. 이 장치는 그린 하우스 천정에 매달린 레일에 걸쳐 굴러간다. 제어 모듈은 임베디드 PC, PLC, 와이파이 라우터, 그리고 이동체를 끌기위한 BLDC 모터를 포함한다. 그리고 서버 PC는 통합 농장관리 소프트웨어, 홈페이지, 그리고 작물의 영상과 환경정보가 저장된 데이터베이스를 포함한다. 이동체는 하우스 내에서 넓게 이동하며 여러 정보를 수집한다. 서버는 이 정보들을 저장하고 직거래 장터 웹 페이지를 통해 고객에게 제공한다. 이 시스템은 농부들이 하우스의 환경을 제어하고 온라인 시장에 그들의 작물을 판매하는데 도움을 줄 것이다. 궁극적으로 농가 소득증대에 기여할 수 있을 것이다.

Abstract In rural area, our farmers confront decreasing benefits owing to imported crops and increased cost. Recently, the government encourage the 6th Industry that merges farming, rural resources, and information and communication technology. Therefor the government makes an investment in supplying ‘smart greenhouse’ in which a farmer monitor growing crops and environment information to control growing condition. The objective of this study is developing an Moving Monitor and Control System for crops in green House. This system includes a movable sensing unit, a controlling unit, and a server PC unit. The movable sensing unit contains high resolution IP camera, temperature and humidity sensor and WiFi repeater. It rolls on a rail hanging beneath the ceiling of a green house. The controlling unit contains embedded PC, PLC module, WiFi router, and BLDC motor to drive the movable sensing unit. And the server PC unit contains a integrated farm management software and home pages and databases in which the images of crops and environment informations. The movable sensing unit moves widely in a green house and gathers lots of information. The server saves these informations and provides them to customers with the direct commercing web page. This system will help farmers to control house environment and sales their crops in online market. Eventually It will be helpful for farmers to increase their benefits.

Key Words : Crop Monitoring system, Moving Camera, Green House, Urban Farm, Sensor

1. 서론

우리 농업·농촌은 시장개방화에 따른 농산물 공급 증가와 원자재 가격 상승에 따른 경영비 상

승으로 수익성이 악화되면서 어려움을 겪고 있다. 최근 정부는 농업을 중심으로 가공, 유통 및 서비스업을 연계하는 6차 산업화는 1·2·3차 산업간 융·

* Corresponding Author : Dept. of Information Communication Engineering, Jeonju University, Jeonju, Korea

Received June 09, 2016

Revised June 21, 2016

Accepted June 24, 2016

복합화를 통한 부가가치 제고와 일자리 창출의 중요한 전략을 수립하였다[1][2].

농식품 생산·유통·소비 분야에 정보통신기술(ICT)를 활용하기 위해 2017년까지 2249억원을 투입할 계획이다. 농림축산식품부는 '농식품 ICT 융복합 확산대책'을 발표했다. 정부는 우선적으로 기술 개발과 사업화가 용이한 시설원예와 과수, 축산을 중심으로 성공모델을 확산시키겠다고 밝혔다. 세부적으로 시설원예 작물의 생육환경을 모바일과 PC로 모니터링하고 제어할 수 있는 '스마트 그린하우스'를 보급하고, 과수작물에는 병해충을 살피고 미리 제어할 수 있는 ICT 장비를 지원해 생산비를 줄일 방침이다[6][7][8].

시설하우스의 환경 및 성장 정보를 수집하여 이를 기반으로 최적의 관리를 해야 하나 시설하우스의 환경 정보 수집과 제어 시스템은 고가이며 하우스 규모와 동수가 많을수록 시설 비용이 증가한다[3][4].

따라서 이동하며 넓은 지역의 환경 및 성장 정보를 수집하는 기술을 개발하여 시설 비용을 줄일 필요가 있다.

2. 기술현황

2.1 표준화 현황

현재 TTA 주관으로 시설원예 복합환경제어 "스마트 그린하우스"에 대한 개념 정립과 기능에 대한 표준화가 진행되고 있으며 다음 내용을 다루고 있다[5].

- 환경 정보 수집 : 온도/습도/CO2양액 측정
- 환경 제어 : 환기조절/난방조절/급수제어
- 성장 관리 : 생장환경 모니터링/분석, 병해충 예찰
- 소비자 서비스 : 화상/영상 제공, 소비안심, 직거래 홍보, 전자상거래, 교육 및 관광



그림 1. 스마트 그린하우스 개념도
Fig. 1. Conceptual Diagram of Smart Greenhouse

2.2 온실관제 시스템

온실관제시스템은 온실에서 작물 성장 모니터링 및 관리를 위해 센서노드를 통하여 다양한 정보를 수집하고, 이를 활용해 적정 생장환경을 조성하는 설비기기를 제어노드를 통해 제어가 가능한 시스템으로 생장환경 관리, 생장환경 제어와 같은 응용 서비스 기능 등을 제공한다. 온실관제시스템은 그림 2과 같이 센서노드, 제어노드, 온실통합제어기, 온실운영시스템, 온실통합관리시스템으로 구성되어 있다. 온실통합관리시스템과 온실운영시스템 간 그리고, 온실운영시스템과 온실통합제어기 간의 통신은 인터넷과 같은 IP 기반의 통신을 사용한다. 온실통합제어기와 센서노드/제어노드간의 통신은 RS-485, CAN 등의 유선기반의 통신과 ZigBee, WLAN 등과 같은 무선기반의 통신을 환경에 맞게 선택적으로 사용한다[5].

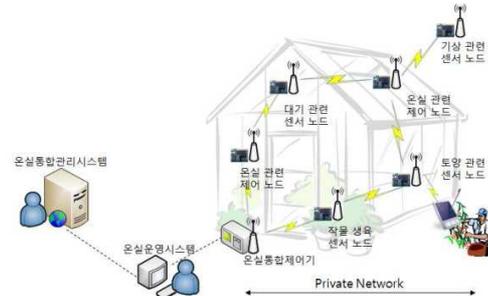


그림 2. 온실관제시스템
Fig. 2. Greenhouse Control System

3. 시스템 설계

본 과제의 시스템은 레일부, 센싱모듈, 콘트롤러 모듈, 통합 관리 서버 모듈, 휴대폰 모듈로 구성된다. 레일부는 이동체를 지지하고 이동의 경로를 제공하며 전원을 공급하고 이동체를 이동 시키며 이동체 위치 인식에 도움을 주는 기능을 담당한다.

센싱 모듈은 PTZ 제어 가능한 고해상도 카메라를 기본으로 장착하며 온습도 센서를 장착하여 이동 위치의 정보를 입수하며 지상과 외곽의 센서로부터 온습도 정보/토양 습도 정보를 무선으로 수집할 수 있는 센서 gateway를 선택사항으로 장착할 수 있다. 또한 전원 공급선을 이용하는 전력선 통신을 통해 이동체의 위치정보 전원의 상태등을 콘트롤러 모듈에 전송하며 제어를 받는 기능을 수행한다. 이를 위해 AVR 마이크로컨트롤러를 이용한 센싱 제어 기능을 수행한다. 카메라의 영상 정보를 전송하기위해서 WiFi 무선 네트워크 통신을 수행하며 원거리 전송을 위해 지향성 안테나를 사용한다.

콘트롤러 모듈은 터치패드 패널을 지원하는 Embedded PC를 사용하여 모터의 위치 제어와 무선통신을 통한 영상정보 수신과 임시 저장의 기능을 수행한다. 또한 전원 공급 회로를 통해 이동체의 에너지 공급을 담당한다.

통합관리 서버는 전체 시스템을 운영하며 수집 정보를 저장하고 인터넷을 통한 정보 제공과 외부 홈페이지의 연동을 담당한다. 이때 영상 정보를 포함하는 수집 정보를 보관하기 위한 네트워크 스토리지 장치를 사용하며 DBMS 관리를 수행한다. 또한 원거리 영산 정보 전송을 위해 무선 브릿지를 사용한다. 정보전송의 기본은 TCP/IP 네트워크로 유무선 공유기를 사용한다.

휴대폰은 농장 관리자 및 일반 소비자가 쉽게 시스템을 관리하고 상태를 확인을 할 수 있는 앱을 장착하며, 농장 현장에서 각 장비를 확인하고 추가 정보를 입수하고 제공하는 기능을 갖는다. 즉, 각 모듈의 상태를 관찰하고 관리자는 제어 기

능을 수행하도록 기능을 부여한다.

인터넷을 통해 연결되는 웹 호스팅 서버는 최종 고객을 대상으로 농장의 상태 정보와 구매 및 결재를 실행할 수 있는 기능을 갖는다. 또한 영상 전보를 포함한 농장 정보를 소비자에게 전달하고 구매를 할 수 있도록 사용자 편의적 홈페이지를 운영한다.

이를 위한 H/W 시스템 구성도와 S/W 시스템 구성도는 그림 3 및 4와 같다. 그리고 통합관리 서버 PC에서 돌아가는 서버 S/W의 기능 블록도는 그림 5와 같다.

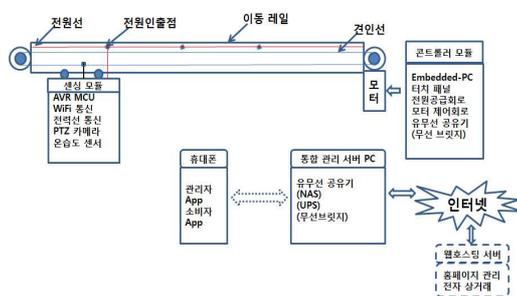


그림 3. H/W 시스템 구성도
Fig. 3. H/W System Configuration Diagram



그림 4. S/W 시스템 구성도
Fig. 4. S/W System Configuration Diagram

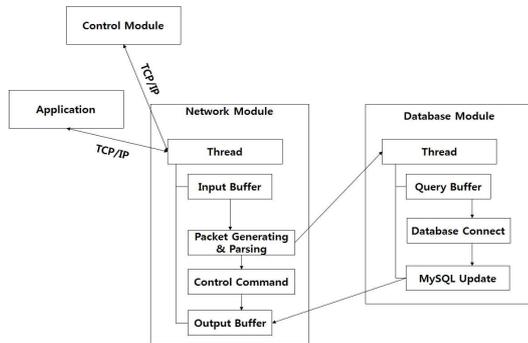


그림 5. 서버 S/W 구성
Fig. 5. Configuration of Server Software

4. 개발 결과

4.1 H/W 개발 결과

이동형 센싱 모듈은 IP 카메라, MCU 보드, 온습도 센서, 리튬폴리머 배터리, DC/DC 변환기, WiFi 리피터로 구성되며 그림 6과 같다. 이 모듈은 시설하우스의 천장에 고정된 레일을 따라 이동하며 로우프로 연결된 BLDC 모터의 폴리에 의해 견인된다. 이 장치는 시설하우스 곳곳을 이동하며 작물의 생육 영상과 그 지점의 온도, 습도를 측정하여 와이파이 리피터를 통해 제어기 모듈의 공유기에 연결되어 정보를 전송하게 된다. 최종적으로는 서버 PC의 데이터베이스에 기록된다.



그림 6. 이동형 센싱 모듈
Fig. 6. Mobile Sensing Unit

시설하우스 콘트롤러 모듈은 그림 7과 같으며 임베디드 PC, 유무선 공유기, BLDC 모터 제어기, PLC 이더넷 브릿지, SMPS 전원을 포함하고 있다. 이동체로부터 전송된 정보를 임시저장하고 있다가 서버 PC로 일괄 전송하며 이동체를 움직이기 위한 BLDC모터를 구동하고 하우스 내의 각종 장비를 켜고 끌 수 있는 PLC를 갖추고 있다.



그림 7. 콘트롤러 모듈
Fig. 7. Controller Unit

4.2 S/W 개발 결과

그림 8은 콘트롤러 모듈의 임베디드 PC에서 동작하는 시설하우스 제어 모듈의 구동 소프트웨어 메인 화면이다. 임베디드 PC의 운영체제는 윈도우즈 CE이고 C#언어로 그래픽 및 통신 프로그램을 개발하였다.

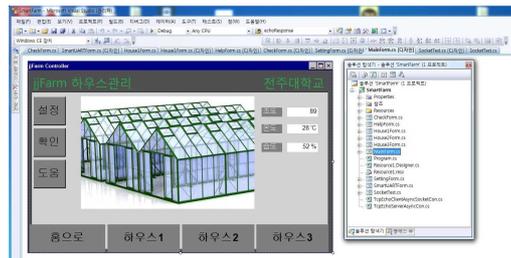


그림 8. 콘트롤러 소프트웨어
Fig. 8. Controller S/W

그림 9는 통합관리 서버 PC에서 돌아가는 관리 소프트웨어의 주화면이다. 마이크로소프트 비주얼 스튜디오 상에서 C#언어로 프로그래밍하였다. 이 소프트웨어는 특정 농장의 고유 IP 주소로 접속되어 실시간 화면과 카메라 이동을 위한 버튼이 존재하며 실시간 온도, 습도 등을 보여준다.

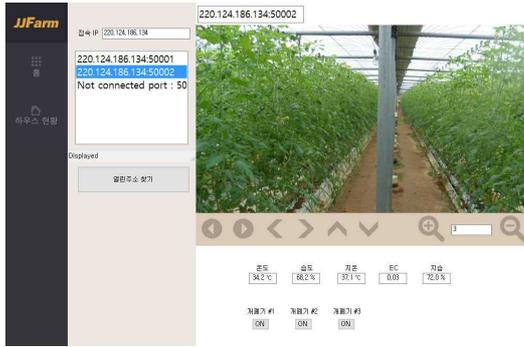


그림 9. 통합 관리 소프트웨어
Fig. 9. Integrated Management S/W

그림 10은 안드로이드 휴대폰 앱에서 서버 PC와 접속하거나 직접 이동체와 접속하여 선택된 농장의 실시간 영상 및 환경 정보를 표시하는 기능을 보여준다.



그림 10. 휴대폰 앱
Fig. 10. Mobile Phone App

이동형 센싱 모듈의 동작 상태와 온도 및 습도를 측정하는 기능을 확인하기 위한 테스트 챔버는 그림 11과 같다. 시설하우스를 대신하여 밀폐된 공간에서 다양한 온도와 습도 환경을 조성하고 이동체가 정확한 온습도를 측정하는지 확인하였다.



그림 11. 시험용 챔버
Fig. 11. Testing Chamber

표 1과 그림 12 및 그림 13은 이동형 센싱 모듈이 측정 가능한 온도 및 습도 범위를 확인하기 위한 실험 측정 결과를 보여준다. 온도 $-10^{\circ}\text{C} \sim 10^{\circ}\text{C}$, 와 상대습도 0%~99% 까지 측정 가능하였다.

표 1. 시제품 온도 및 습도 측정값
Table 1. measurement value of temperature and humidity

기준온도	측정온도	오차	기준습도	측정습도	오차
-23	-24	-1	0.4	0	-0.4
-21.1	21.3	-0.2	9.8	6.2	-3.6
2.1	2.3	0.2	18.4	16.1	-2.3
11.2	11.9	0.7	22.7	18.8	-3.9
14.1	15.1	1	36	37.2	1.2
16	17	1	45.9	45.4	-0.5
21.9	23.5	1.6	57.5	61.8	4.3
23.7	24.3	0.6	64.3	62.4	-1.9
30.5	30.7	0.2	70.2	72.8	2.6
38	38.6	0.6	72.8	73.5	0.7
50.6	51.6	1	80.7	85	4.3
68.6	68.9	0.3	85.6	89.5	3.9
79.6	79.8	0.2	93.5	92.7	-0.8
90.2	90.5	0.3	99.3	96.8	-2.5
109	104	-4.8	100	100	0

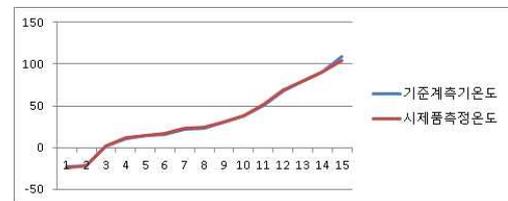


그림 12. 온도 측정
Fig. 12. Temperature Measurement

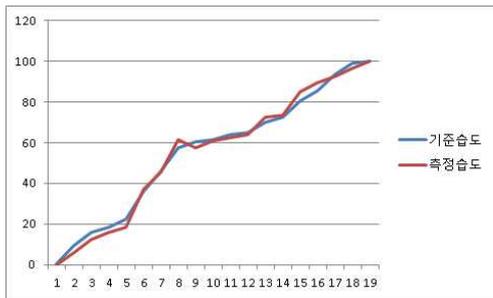


그림 13. 습도 측정
Fig. 13. Humidity Measurement

5. 결론

본 연구에서는 시설하우스 천정을 이동하는 센싱 모듈을 통해 하우스를 이동하며 작물의 생육 영상과 온도, 습도 등의 환경 정보를 모니터링하는 시스템을 개발 하였다.

이동형 정보수집 모듈은 천정에 부착된 레일을 타고 이동하며 수집된 정보를 콘트롤러 모듈을 거쳐 통합관리 서버에 전송한다.

통합관리 서버는 다수의 농장들로부터 수집된 정보를 통합관리하며 웹을 통해 소비자에게 실시간 또는 과거의 정보를 제공한다.

또한 스마트폰 앱을 통해 농장주와 소비자가 시설하우스와 작물의 상태를 확인할 수 있다.

개발된 시스템은 소규모 시설하우스를 운영하는 농가의 관리 지원과 소득증대를 위해 활용될 것으로 기대된다.

향후 양산형 H/W 시스템과 직거래 장터 웹 서버를 포함한 다수 농장 관리 에이전트를 위한 S/W를 개발하고 비즈니스 모델을 개발하여 상용화를 추진할 계획이다.

REFERENCES

[1] Agricultural Economy Research Center, "The Trend and Problems of agricultural 6th Industry in domestic and abroad," CEO Focus No. 324.
[2] S. S. Kang, S. H. Kim, J.W Lee, H. J. Kang, "IT

Convergence Technology Trend in USN based Agriculture," Electronics and Telecommunications Trens Vol. 26 No. 6, 2011. 12.
[3] National IT Industry Promotion Agency, "Guideline of construction and management for USN based agricultural crop growth and environment management system," 2010. 5.
[4] D. H. Ryu, "A Development of Urban Farm Management System based on USN," JKIECS, Vol. 8, No. 12, 1917-1922, 2013.
[5] Telecommunications Technology Association, "Greenhouse Control System- Part 4: Interface Standard between Greenhouse Operating System and Integrated Greenhouse Management System," TTA/KO-06.0288-Part4, 2013.
[6] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, "Spreading Plan for ICT Convergence of Agricultural Food," 2013. 8.
[7] H.S Koo, J. H Min, J.Y Park, "Survey of ICT-Agriculture Convergence" Electronics and Telecommunications Trens, Vol 30. No. 2, pp. 49-58, 2015.
[8] S.C Kim, K.H. Choi, Y.K. Hong, "A Smart Era, Smart Agriculture," RDA Interrobang, Vol. 13, 2011.

저자약력

김 호 준 (Ho-Joon Kim)

[종신회원]



- 1986년 2월 : 연세대학교 전기 공학과 졸업
- 1988년 2월 : 연세대학교 전기 공학과 석사
- 1998년 8월 : 연세대학교 전기공학과 박사
- 1988년 2월 : 삼성종합기술원 주 임연구원
- 1999. 4월 : 삼성전자 통신연구소 수석연구원
- 2001년 3월 ~ 현재 : 전주대학교 공과대학 교수

<관심분야>

이동통신, 센서네트워크, 사물인터넷