
u-IT 기반의 그린 성장환경 관리 시스템

김종찬* · 조승일** · 반경진** · 김치용***

u-IT Based Plant Green Growth Environment Management System

Jong-chan Kim* · Seung-il Cho** · kyeong-Jin Ban** · Kim Cheeyong***

요 약

노동 집약적인 농업의 생산성을 높일 수 있는 방법은 IT 기술을 접목시키는 것이다. 유비쿼터스 컴퓨팅의 대표적인 기술은 교통, 자동차, 건설, 군방, 헬스, 농업, 의료 서비스 등 사회 전 분야에 적용되고 있다. 이러한 IT 기술은 전통산업 간의 융합기술 개발이 새로운 화두로 부상하고 있다. 유비쿼터스 농업 환경을 성공적으로 구축하기 위해서는 센서노드 H/W, 센서노드 미들웨어 플랫폼, 라우팅 프로토콜, 농업환경 응용 서비스 등 농업에 최적화된 핵심 기술 개발이 필요하다. 본 논문에서는 정밀한 식물 성장환경관리를 위해서 재배온실에 환경요인 모니터링 센서 및 생체 정보 센서들을 이용하여 그린 성장환경 관리 시스템을 제안했다. 제안한 시스템을 이용하면 사용자는 저비용으로 특화된 융복합 농업을 실현할 수 있을 것으로 사료된다.

ABSTRACT

A way to increase productivity in agriculture that is labor-centered industry is to graft IT technology. Today, many technologies in ubiquitous computing are deployed in all areas of society such as traffic control, automotive manufacturing, construction, defence, healthcare and clinical services. These IT technologies is gaining more attention as a fusion technology among traditional industries. To successfully build ubiquitous agriculture environment, it needs optimized core technology development for agriculture that includes sensor node H/W, middleware platform, routing protocol and agriculture environment application services. To achieve accurate botany growth environment management, we propose a green growth environment management system using environmental factor monitoring sensor and biological information sensors in greenhouse. By using our proposed system, it is expected to realize fusion complex agriculture technology with low cost.

키워드

농업, 센서, 성장환경, 관리 시스템

Key word

Agriculture, Sensor, Growth Environment, Management System

* 중신회원 : 순천대학교
** 정회원 : 순천대학교
*** 정회원 : 동의대학교 (교신저자, kimchee@deu.ac.kr)

접수일자 : 2011. 05. 27
심사완료일자 : 2011. 05. 27

I. 서 론

인터넷 기술의 발달로 인하여 웹을 이용해서 온실을 방문하지 않고도 시스템을 구축하여 측정, 제어, 모니터링 할 수 있는 연구가 진행되고 있다. 특히 전통산업인 농업 분야에 u-IT 기술을 적용함으로써 융복합기술이 노동집약적인 농업의 부가가치와 생산성을 높일 수 있는 원천기술로 자리 잡고 있다. 농업강국들은 기업화된 농업시스템으로 인해 다양한 USN 기술들을 접목시키고 있는 실정이다. 또한 재배환경 및 관리 및 제어 부분에 유비쿼터스 관련 신기술을 구축함으로써 농산물의 최적 생산 환경을 구현하고, 노동력 절감과 친환경 작물과 같은 품질 향상에 신경을 쓰고 있다[1].

국외에서는 농업 선진국인 네덜란드, 일본 등에서는 이미 최첨단 과학 영농을 여러 분야에서 실현되고 있다. 국내에서는 성장환경 관련 정보를 단순 수집하는데 그쳐 모니터링 자료에 대한 분석이 미흡하다.

농산물 재배환경 관리 시스템을 동부 정보기술에서 USN과 개별 작물의 정보관리를 위해서 RFID 시스템을 개발하였다. 이러한 농업 기술은 다른 산업 기술에 비해 유비쿼터스 컴퓨팅을 통한 삶의 질 향상이라는 면에서 혜택을 받지 못하고 있는 실정이다[2]. 이런 시스템은 사용자가 항상 원격지에 상주해야 하는 번거로움이 있으며, 기계 오작동으로 인한 위험이 존재한다. 따라서 대부분의 사용자는 야간이나 외부에 있을 때에는 관리가 불편하다.

본 논문에서는 온실 내/외부에 부착된 생체센서, 근권센서, 수분센서 등의 각종 센서들로부터 환경 정보 및 생체정보 수집하여 정밀한 식물 성장환경관리를 위해서 재배온실에 환경요인 모니터링 센서 및 생체 정보 센서들을 이용하여 그린 성장환경 관리 시스템을 제안했다. 제안한 시스템을 이용하면 최적의 성장환경을 지속적으로 제공하여 식물 성장에 대한 효율성을 향상되고, 사용자는 저비용으로 특화된 융복합 농업을 실현할 수 있을 것으로 사료된다. 그리고 농산물의 물류 및 유통관리의 효율성과 투명성을 제고시키는 이력정보 제공 등으로 소비자의 신뢰를 얻을 수 있다.

II. 관련연구

2.1. 온실 환경 관리 시스템

온실 환경 관리 시스템은 온실내·외부에서 수집된 각종 센싱 정보들의 통해 농가별 터미널 프록시 서버들로부터 전송되는 센싱 정보를 DB화한다. 정보 분석을 통한 각종 통계 및 예측정보들을 제공하며 수집된 센싱 데이터들에 대한 개별 농가별 비교 분석 도구를 사용자가 알 수 있게 변환하여 실시간 환경요소들에 대한 정보의 분석을 가공하여 생산자들과 관련 컨설턴트, 생산자들에게 제공한다.

온실용 복합 환경 제어 시스템은 개별 환경 조건의 상호 관련성을 고려하여 복합적으로 장치를 구동 할 수 있도록 한 것으로, 제어 기준을 설정하고, 작물재배에 가장 적당한 온실의 환경을 센서를 통해 측정함으로써, 온실 환경이 제어 기준에 일치하도록 제어기를 통해 작동한다. 이와 같은 과정이 반복되면 온실 환경은 최적으로 유지될 수 있다. 그러나 여러 가지의 환경 조건을 최적으로 유지하기 위해서는 복합적으로 판단하고, 작동기도 복합적으로 가동시켜야 한다. 온실 환경 제어 방식으로는 하루 24시간을 최대 6개의 주기로 분할하여 각 주기마다 환기, 난방, 천정 등 작동 기기의 설정 값을 독립적으로 입력할 수 있으며, 각 주기의 시작 시간은 천문시(일출, 일몰)과 고정시를 기준으로 설정할 수 있다. 또한 외부 기상 환경(일사량, 풍향, 풍속, 온도, 감우, 습도)을 바탕으로 실내의 온습도 설정 조건을 최적화 시킬 수 있다. 전기 판넬에 연결된 온실의 각종 작동기기를 수집된 센서 값을 바탕으로 제어기에 입력된 제어 프로그램과 연동하여 실시간 제어하고 제어 값을 저장하고 온실 내부에서의 CO₂ 농도를 계측 및 제어한다[3,4].

2.2 국내 센서노드 기술 동향

국내 센서노드 기술은 ETRI를 중심으로 KETI, 삼성, Radiopulse, 태광 E&C, 옥타컴, 휴인스, Maxfor 등의 연구기관, 대기업 및 중소기업을 통해 서비스 목적에 따라 다양한 형태의 센서노드를 개발 중이다.

국내에서는 TI사의 CC 시리즈 및 국외 상용화 칩을 사용하여 센서노드를 구현하고 있으며, 현재 Radiopulse에서 독자 개발한 2.45GHz RF transceiver의 LM 2400 제

품을 출시하였다. 그리고 센서노드는 저전력 연구에 대한 기술 개발과 관련 기술력 확보를 위하여 국내 연구 기관 및 관련 업체에서 적극적인 참여가 이루어지고 있다.

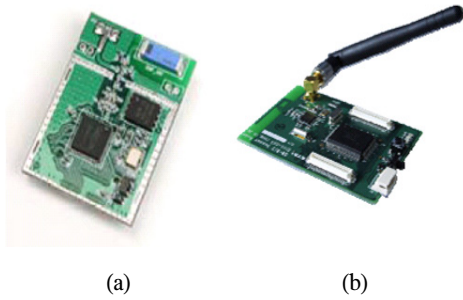


그림 1. 국내 센서노드 개발품. (a) Radiopuls: LM2400 (b) ETRI: 32bit Sensor Node
 Fig 1. Sensor nodes products from domestic institution and corporation. (a) Radiopuls: LM2400 (b) ETRI: 32bit Sensor Node

수신 신호에 따라 멀티 밴드를 사용하거나, 센서노드의 전력소모를 줄이기 위한 저전력 방식으로 wake-up 회로 기술 등을 포함했다. 그림 1은 Radiopuls와 ETRI의 기술개발을 통한 시제품을 나타낸다.

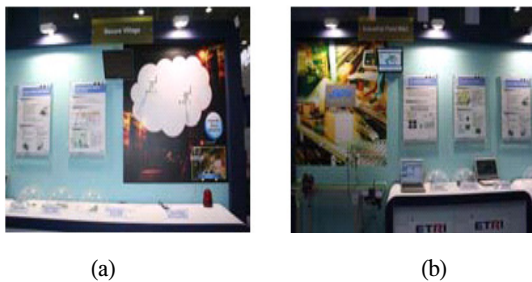


그림 2. ETRI 센서노드 응용 서비스
 (a) 위험감지 인식 서비스 (b) 산업현장 감시 제어
 Fig 2. Services of ETRI's sensor node application
 (a)Industrial monitoring and control
 (b) The threat-aware services

ETRI는 센서노드의 저전력 기술 및 고성능 기술을 위하여 32bit MCU를 개발하여 이를 활용한 32bit 센서노드 시제품을 개발하였다. 개발한 시제품을 이용하여 센서노드에 마이크를 부착하여 음성인식 및 분석이 가능한

귀가 안전 서비스로 위험감지 인식 센서네트워크 시스템과 열 감지 센서 및 적외선 센서를 사용하여 화재 및 주변 모니터링 서비스가 가능한 감시제어 시스템을 개발했다. 그림2는 ETRI의 센서노드를 산업재해 현장의 이용한 서비스를 나타낸다[5,6].

2.3 국외 그린농업 모니터링 시스템

미국 오리곤 주 포도원에서 품질 좋은 와인을 생산하기 위하여 성장환경 요소들을 측정하는 모니터링 시스템을 구축했다. 포도원에 설치된 mote 센서노드는 온도, 습도, 조도와 같은 환경데이터를 수집하고, 포도원에서 발생하는 활동을 감지한다. 수집된 데이터는 농장 작업자의 삽에 설치된 센서노드에 기록되고, 헛간에 삽을 갖다 놓으면 삽에 기록된 데이터는 중앙 데이터베이스에 업로드 된다. 측정된 데이터를 통하여 시간대별로 최고 온도와 최저온도를 계산하고, 토양의 습기를 측정하여 물을 공급한다[7].

이스라엘의 Phytech사는 식물 성장정보 및 재배환경을 모니터링하는 센서와 소프트웨어를 개발하여 장미, 포도, 토마토, 후추 등의 농장에 적용했다. 그리고 이스라엘 히브리농대는 식물의 잎 두께가 물의 양을 좌우한다는 점을 착안해서 물 공급자동 관제 시스템을 개발했다.

센서들에 수집된 정보들은 관수 주기, 관수량 등 재배법 개선 및 수확량 예측에 이용되고, 온실의 경우에는 자동 물공급 및 온도조절도 가능하다. 토마토 농장에 적용된 센서들은 전자측수기, 성장 측정 센서, 줄기변화 감지 센서, 잎 온도 센서, 환경센서, 도양습도 측정 센서들로 구성된다[8].

III. 그린 성장환경 모니터링 시스템

3.1 온실 환경제어 시스템 분석

온실 환경제어 시스템 구축은 온실 환경 계측, 식물의 근권환경 데이터 수집 시스템, 온실의 CO₂ 관리 시스템, 에너지 관리 시스템으로 구축했다.

온실 내부에서 식물의 근권에 영향을 주는 급액 량, 급액 EC, 급액 pH, 폐액량, 폐액 EC, 폐액 pH, 배지내의 함수율, 급액 온도, 폐액 온도를 계측 및 분석했다. 그리고 온도, 상대습도, 작물 위의 광도, 작물 하부의 광도, 공

기 유동율, 광 투과량 계측 및 분석했다. 온실의 CO₂ 관리 시스템 구축은 온실 내부에서의 CO₂ 관리 시스템인 이산화탄소 사용량, 작물상부 CO₂ 농도를 계측 및 분석하였다. 그림 3은 온실 환경제어에 관한 세부기능을 분석했다.

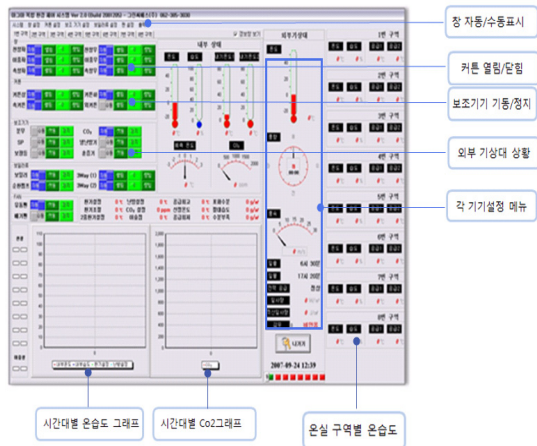


그림 3. 온실 환경제어 시스템의 세부기능
Fig 3. Specific functionality of greenhouse environment control system

효율적인 에너지관리 시스템 구축은 온실 내부에서의 에너지 관리정보인, 병커 온도 계측, 공급 온도 계측, 회수 온도 계측, 온수 공급량 계측, 온실 내 온수파이프 공급부위온도, 온실 내 온수파이프 회수부위 온도, 생산 난방 파이프 온도를 계측 및 분석했다.

생체정보 데이터 수집 시스템 구축은 온실 내부에서 식물의 엽온, 상하부 줄기온도, 과실의 온도 및 부피, 식물체 무게, 식물체의 초장, 작물 수광량 측정, 수확량 계측, 식물체 무게 증가율을 계측 및 분석했다.

3.2 그린 성장환경 모니터링 시스템

그린 성장환경 모니터링 시스템은 농장 내에 센서 및 USN 기술을 도입하여 실시간으로 온실 환경 계측 및 데이터 수집, 온실의 CO₂ 관리 시스템, 생체정보 데이터 수집 시스템 구축, 성장환경 모니터링 제어 시스템을 제안했다. 그림 4는 USN을 이용한 그린 성장환경 모니터링 시스템을 나타낸다.



그림 4. USN 이용한 그린 성장환경 시스템
Fig 4. Green growth environment system using USN technology

본 시스템은 생체 센서, 근권 센서, 에너지 관리 등으로 나누어서 구축했다. 농작물의 재배환경과 관련된 온도, 습도, 일사량, EC, pH, 염온, 무게, 부피 데이터를 일정 시간 간격으로 수집하고 데이터베이스 서버에 보낸다. 재배중인 농작물은 일정 단위별로 센서를 부착하고 단말기를 통하여 재배 현장에서 실시간으로 농작물 생장 및 비료 이력정보를 데이터베이스에 저장한다. 또한 농작물의 재배 및 성장 정보를 검색하기 위하여 원격지에서는 웹 서비스를, 재배현장에서는 온실환경 실시간 제어 시스템을 구축하여 데이터베이스에 저장된 정보를 검색할 수 있다.

그리고 최적의 재배환경 구축을 위하여 자동조도 제어장치 및 자동개폐장치를 운영하여 센서와 연동시킨다. 그리고 시설물 원격 제어 서비스, 이상상황 알림 서비스, 관리품목 정보 서비스, 생산량 통계 및 분석 서비스, 원격 컨설팅 서비스 등으로 확대된다. 그림 5는 u-IT 기반의 성장환경 모니터링 시스템 개념도를 나타낸다.

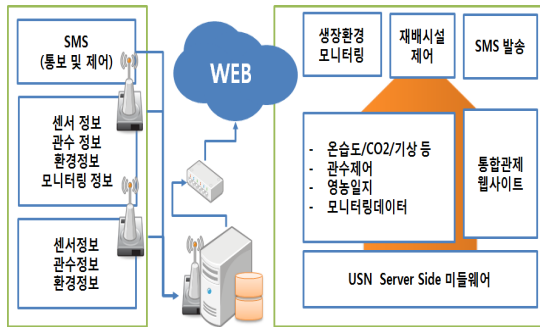


그림 5. u-IT 기반의 성장환경 모니터링 시스템 개념도
 Fig 5. Concept of u-IT based green growth environment monitoring system

IV. 결론 및 향후과제

u-IT 기술을 이용한 원예 산업 영역확장 및 시설원에 대한 인프라 개선이 시급하다. 본 논문에서는 정밀한 식물 성장환경관리를 위해서 재배온실에 환경요인 모니터링 센서 및 생체 정보 센서들을 이용하여 그린 성장환경 관리 시스템을 제안했다.

성장환경 모니터링 시스템은 농가, 연구자, 소비자 및 컨설턴트들이 접근할 수 있는 웹 포털 사이트로 구축했다. 각종 센서 및 USN을 활용하여 성장환경 값을 수집하여 종합 분석했다. 개·폐창 자동 제어 및 생장에 필요한 요소 값들을 조절하여 최적의 성장환경을 유지할 수 있는 시스템이다. 본 시스템을 이용하면 최적의 성장환경을 지속적으로 제공하여 식물 생장에 대한 효율성이 향상된다. 인공광원의 활용으로 이산화탄소 배출에 대한 절감효과가 있다. 일반 사용자는 온실 및 하우스 설비에 u-IT 신기술 활용을 통한 최적성장환경 자동 제어와 원격 모니터링 등으로 생산성 증대와 노동력 절감했다. 그리고 농산물의 물류 및 유통관리의 효율성과 투명성을 제고시키는 이력정보 제공 등으로 소비자의 신뢰를 얻을 수 있다.

향후과제는 현장 중심형 u-IT 시스템 적용하여 수출 농산물 고품질화 및 안정물량 확보, 고부가가치 산업화 및 국제 수출 시장경쟁력 강화에 신경 써야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 서종성, 강민수, 김영곤, 심춘보, 주수종, 신창선 “센서네트워크를 활용한 유비쿼터스 온실관리시스템 구현,” 한국 인터넷 정보학회, 논문집, 제 9권 3호, pp.129-139, 2008.
- [2] 이명훈, 신창선, 조용윤, 여현, “유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템”, 정보과학회지 제 27권 제6호, pp.21-26, 2009.
- [3] Chang-sun Shin, Yong-woong Lee, Meong-hun Lee, Jang-woo Park, and Hyun Yoe, “Design of Ubiquitous Glass Green Houses,” ISORC 2009.
- [4] H. J. Kang, M. H. Lee, H. Yoe, “Design of efficient routing method for USN based Large-scale Glass Greenhouses,” Software Engineering Research, Management & Applications, 2007. SERA 2007. 5th ACIS International, pp. 523-528, Aug, 2007.
- [5] J. Burrell, T. Brooke, R. Beckwith, “Vineyard Computing: Sensor Networks in Agricultural Production,” Pervasive Computing, IEEE, Vol.3, Issue 1, pp.38-45, Jan, 2004.
- [6] M.H. Lee, K.B. Eom, H. J. Kang, C.S. Shin, and H. Yoe, “Design and Implementation of Wireless Sensor Network for Ubiquitous Glass Houses,” Computer and Information Science, 2008. ICIS 08. Seventh IEEE/ACIS International Conference, pp.397-400, May, 2008.
- [7] 이성태, 김영봉, 이영한, 이상대, “토양의 EC 수준에 따른 관비공급 농도가 시설토마토 수량과 토양의 염류집적에 미치는 영향,” 한국환경농학회지, 제25권, 제1호, pp. 64-70, 2006.
- [8] 김경욱, 박경욱, 김종찬, 장문석, 김웅곤, “웹기반의 온실환경 원격 모니터링 시스템 구축,” 한국전자통신학회 논문집, 제6권, 제1호, pp.77~83, 2011.

저자소개



김종찬(Jong-Chan Kim)

2000년 : 순천대학교
전자계산학과(이학사)
2002년 : 순천대학교
컴퓨터과학과(이학석사)

2007년 : 순천대학교 컴퓨터과학과(이학박사)
※ 관심분야 : 3D Animation, Multimedia Design, HCI,
VR Contents Design, Computer Graphics, Games, SNG



조승일(Seung-II Cho)

1992년 2월 조선대학교
수학교육과 (이학사)
2001년 2월 순천대학교
컴퓨터교육과(교육학석사)

2003년 3월 ~ 현재 순천대학교 컴퓨터과학과 박사과정
※ 관심분야 : Multimedia Design, HCI, VR Contents
Design, Computer Graphics, Games



반경진(Kyeong-Jin Ban)

2003년 순천대학교 컴퓨터과학과
(이학사)
2005년 순천대학교 컴퓨터과학과
(이학석사)

2010년 순천대학교 컴퓨터과학과 (이학박사)
※ 관심분야 : Computer graphics, HCI, Image processing,
VR and AR



김치용(Kim Cheeyong)

1994년 인제대학교 물리학과
이학사, 이학석사
2000년 인제대학교 전산물리학과
이학박사

2003년 ~ 2006년 동서대학교 디지털디자인학부
멀티미디어디자인학 전공 조교수
2006년 ~ 동의대학교 영상정보대학 영상정보공학과
조교수
※ 관심분야 : 3D Animation, Multimedia Design, Film &
Video Editing, VR Contents Design, Chaos & Fractal
Design, CG, HCI