

유비쿼터스 농업에서의 온실 환경 통합관리 시스템

순천대학교 | 이명훈* · 신창선** · 조용윤** · 여 현**

1. 서론

최근 정보통신 기술의 혁신으로 산업간 융합이 가속화되면서 IT와 전통산업 간의 융합기술이 새로운 화두로 부상하고 있다.

특히 전통산업인 농업 분야에 u-IT 기술을 적용함으로써 융복합기술이 노동집약적인 농업의 부가가치와 생산성을 높일 수 있는 원천기술로 자리매김하고 있다[1].

또한 재배환경 관리 및 제어 부분에 유비쿼터스 관련 신기술을 구축함으로써 농산물의 최적 생산 환경을 구현하고, 노동력 절감과 친환경 작물과 같은 품질 고급화를 이루고 있다.

더 나아가 농산물의 물류 및 유통 관리의 효율성·투명성을 제고시키는 이력정보 제공 등으로 소비자의 신뢰를 얻을 수 있다.

이러한 유비쿼터스 농업 환경을 성공적으로 구축하기 위해서는 센서노드 H/W, 센서노드 미들웨어 플랫폼, 라우팅 프로토콜, 농업환경 응용 서비스 등 농업에 최적화된 u-IT 핵심기술 개발이 반드시 필요하다.

그러나 다양한 산업분야에서 미들웨어 플랫폼이나 응용 서비스가 연구되고 있지만 농업 환경에 초점을 맞춘 u-IT 핵심기술 연구는 미비한 상태이다.

본고에서는 유비쿼터스 농업환경을 구현하기 위해서 온실 환경에 특화된 통합관리 시스템을 제안한다[2].

본고의 구성은 2장에서 국내외 농업환경에 적용된 모니터링 시스템관련 기술을 소개하고, 3장에서는 본고에서 제안하는 온실 환경 통합관리 시스템에 적용된 기술과 구현 사례를 설명하고, 4장에서는 결론으로 마무리한다.

2. 농업환경에 적용된 모니터링 시스템

2.1 미국; 포도원 재배환경 모니터링 시스템

Intel Research Berkeley Lab.[3]에서는 미국 오레곤 주 포도농장에 품질 좋은 와인을 생산하기 위해 성장환경 요소들을 측정하는 모니터링 시스템을 구축하였다[4].

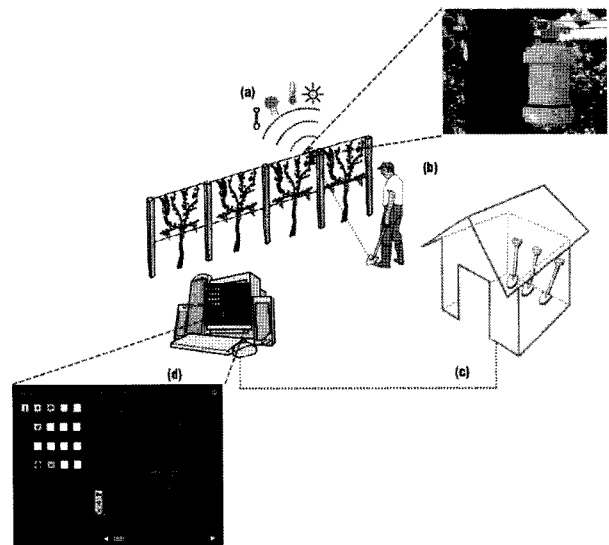


그림 1 포도원 재배환경 모니터링 시스템

포도원에 설치된 mote 센서노드[5]는 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 데이터베이스로 업로드 되게 된다.

측정된 데이터를 통하여 시간대별로 최고온도와 최저온도를 계산하고, 토양의 습기를 측정하여 물을 공급한다.

2.2 이스라엘; Phytech사의 무선 식물 모니터링 시스템

이스라엘의 Phytech[6]사는 식물 성장정보 및 재배환경을 모니터링 하는 센서와 소프트웨어를 개발하여 장미, 포도, 토마토 및 후추 등의 농장에 적용하였다.

* 학생회원
 ** 정회원
 † 본 연구는 지식경제부의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었습니다(IITA-2009-(C1090-0902-0047)).

센서들에 의해 수집된 정보들은 관수 주기, 관수량 등 재배법 개선 및 수확량 예측에 이용되고, 온실의 경우에는 자동 물공급 및 온도조절도 가능하게 하였다.

그림 2와 같이 토마토 농장에 적용된 센서들은 전자측수기, 성장측정 센서, 줄기변화 감지 센서, 잎 온도 센서, 환경 센서, 토양습도측정 센서들로 구성되어진다.

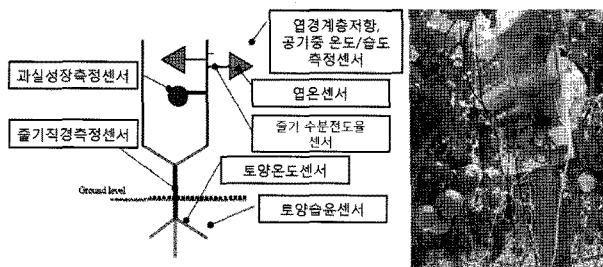


그림 2 Phytomonitoring 시스템

그림 3에서의 phytomonitoring 기법은 작물 성장 분야에 최적화된 실시간 정보 시스템인데, 그것의 목적은 관수 제어와 성장에 최적화된 기후 상태를 유도해내기 위한 새로운 작물 관련 정보를 수집하는 것이다. 원래, phytomonitoring은 작물 성장 관리를 위한 일종의 경영 정보 시스템(MIS)으로 세가지 주요 기능을 가지는데, 첫째는 매일 정해진 데이터를 측정 수집하는 부분이 있고, 둘째는 예상치 못한 이상 동작을 수집하는 부분이 있고, 셋째는 시행착오 수정 접근 방식을 통한 기후 및 관수 제어의 의사 결정을 지원해주는 부분을 가지고 있다. 이러한 의사 결정 방식을 그림 3이 보여주고 있다.

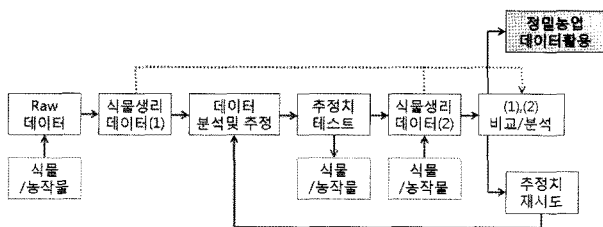


그림 3 Phytomonitoring의 정밀농업 기법

2.3 일본; Real-time Monitoring using Field Server

일본 마츠시타 전공(松下電工株式會社)에서 개발한 Field Server[7]는 CPU, AD컨버터, DA컨버터, 이더넷 컨트롤러, 고휘도 LED, 온도/습도/광량자밀도/토양습도/토양온도/EC량/엽로/적외선센서 등으로 구성된 센서, CCD카메라 등으로 구성된 자동 모니터링 시스템이다.

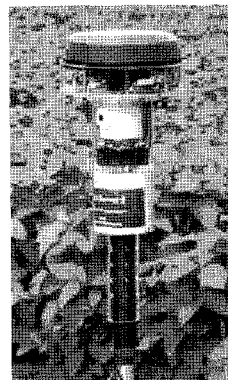


그림 4 Field Server

이러한 Field Server는 다양한 농작물 모니터링에 활용되고 있으며, 그림 5와 같이 SSG(sensor Service Grid)[8]라 불리는 센서 데이터 미들웨어를 통해 원격지에서 데이터를 송/수신하고, 실시간으로 모니터링을 할 수 있다.

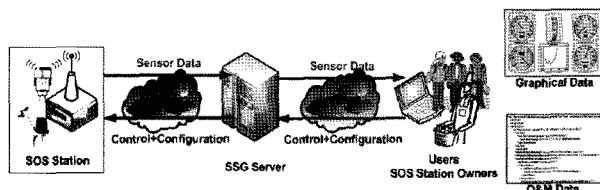


그림 5 SSG를 통한 센서데이터의 흐름

또한 Field Server를 사용한 실시간 토양정보 모니터링 시스템은 솔라패널을 사용하여 전원을 공급받고, 토양정보 데이터를 Field Server 간의 통신으로 relay 해서 원격지로부터 전송받아 그림 6과 같이 위성통신[9]을 사용하여 해외에서도 모니터링 정보를 얻을 수 있다.

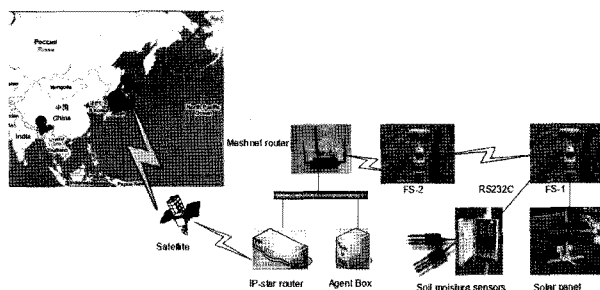


그림 6 위성을 통한 실시간 토양정보 모니터링 시스템

2.4 한국; 농산물 재배환경 관리 시스템

동부 정보기술에서 구축한 재배관리 시스템[10]은 농산물의 성장 환경정보를 모니터링하고 제어하기 위한 USN과 개별 작물의 정보관리를 위한 RFID 시스템으로 구성되었다.

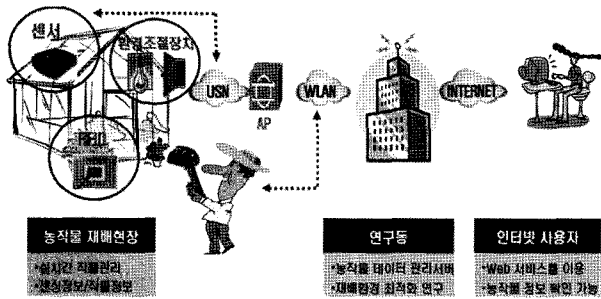


그림 7 농산물 재배환경 관리 시스템[11]

생장환경 모니터링을 위해 품종 별 원예시설에 온도, 습도, 조도 등을 측정할 수 있는 다수 개의 센서 노드를 설치하고 관리 서버와 무선 랜으로 연결된 베이스 스테이션으로 센싱 정보를 전송하도록 하였다.

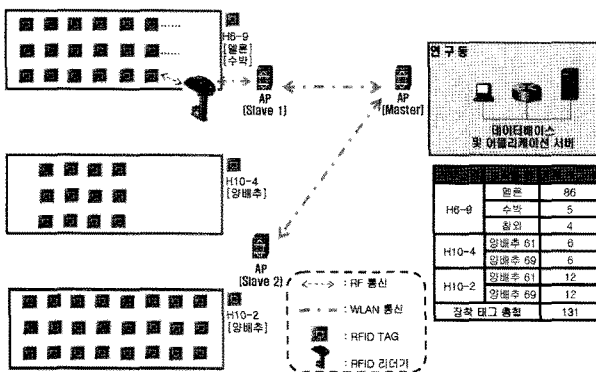


그림 8 RFID 시스템 구성도[11]

RFID 시스템은 개별 작물의 정보관리 및 비닐하우스 정보를 위해 구축되었다. RFID 태그를 비닐하우스 및 개별 작물이나 그룹에 부착하고 사용자는 휴대용 RFID 리더를 이용하여 작물에 설치된 태그를 읽도록 하였다.

그래서 서버의 데이터베이스에 저장되어 있는 작물 정보 및 센서데이터 값을 현장에서 실시간으로 검색하고 필요한 데이터를 입력하거나 수정할 수 있도록 하였다.

관리서버는 수집된 생장 환경 정보를 저장하고 이를 RFID 시스템을 이용하여 사용자에게 실시간으로 제공한다. 또한 수집된 정보는 최적의 생장 환경 제공을 위해 생장 환경 조절장치를 제어하는 데 사용된다.

3. 온실 환경 통합관리 시스템

농업은 농산물을 파종 및 수확에 이르기까지 토지 위에서 연중 생육과 생장을 지속하게 되므로 농작물은 여러 가지 환경요소 - 빛, 공기, 온도, 물, 토양 등 - 의 영향을 받는다.

온실 환경 통합관리 시스템은 환경요소를 측정하는 센서 및 CCTV를 통해 온실 환경 상황정보를 수집하고, 사용자에게 온실의 상태를 모니터링 및 제어할 수 있도록 지원하는 시스템이다.

3.1 USN 모니터링 시스템

온실 환경 통합관리 시스템에 환경요소를 제공하는 USN 모니터링 시스템은 온실 내/외의 센서 네트워크[12]를 기반으로 온도, 습도, 조도, 토양의 전기도(EC) 등을 모니터링 하여 최적의 환경조건에서 생장할 수 있게 자동화 시스템 및 제어 시스템을 구축한다[13].

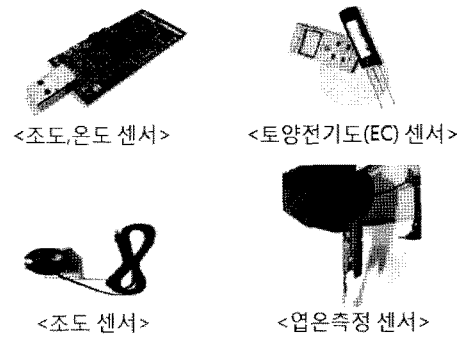


그림 9 온실 환경요소 측정 센서

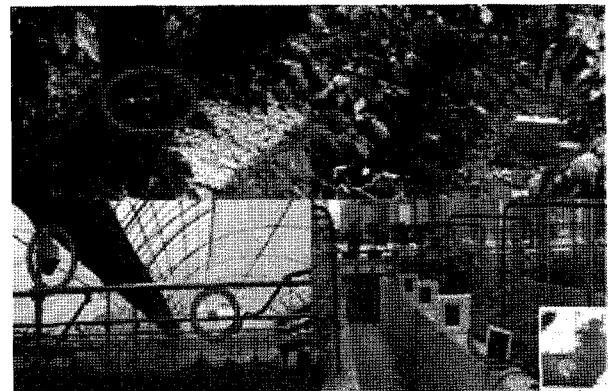


그림 10 온실에 설치된 센서 노드

또한 CCTV는 온실 내/외의 영상정보를 영상처리 서버에 저장하여 농작물 도난 또는 온실 상태를 실시간 모니터링 할 수 있는 서비스를 제공한다.

3.2 온실 환경 통합관리 시스템

3.2.1 영상처리 서버

영상처리 서버는 CCTV에서 수집한 아날로그 영상 신호 데이터를 영상처리 서버의 DVR을 이용하여 디지털 영상신호로 변환하여, 온실 내/외의 영상정보를 사용자에게 실시간으로 제공하고, 이를 환경정보 데이터베이스에 저장한다.

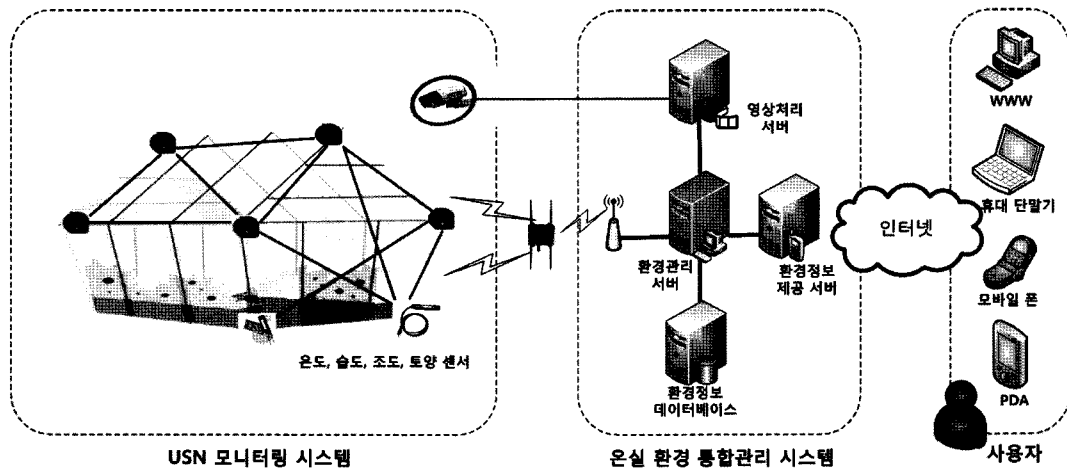


그림 11 온실 환경 통합관리 시스템 구성도

3.2.2 환경정보 데이터베이스

환경정보 데이터베이스는 온실 내/외의 환경측정 센서로부터 추출한 토양전기도(EC), 온도, 조도, 습도 등의 환경 데이터와 제어장치의 동작상태정보, 제어장치를 자동 제어하기 위한 기준값 데이터를 각각의 테이블로 나누어 구축한다[14].

3.2.3 환경관리 서버

환경관리 서버는 환경정보 측정 센서로부터 들어오는 센싱정보를 환경정보 데이터베이스에 저장하고 환경정보의 변화에 따라 작동되는 제어장치를 제어한다.

주된 기능으로는 각각의 환경정보 측정 센서로부터 들어오는 raw 데이터를 데이터베이스에 저장할 수 있는 데이터 형태로 가공하는 입력 스트림 처리와 가공된 데이터를 환경정보 데이터베이스에 저장하는 환경정보 저장 기능, 온실 환경 모니터링이 자동일 경우 기준값을 통해 제어장치 - 즉, 환풍기, 창문, 난방기, 가습기, 조명, 영상처리기 등 - 를 동작시키는 자동제어 기능 등이 있다.

추출된 환경정보는 유/무선망을 통하여 환경정보 데이터베이스에 각각의 테이블로 나누어 저장된다.

3.2.4 환경정보 제공 서버

환경정보 제공 서버는 사용자와 환경관리 서버 사이에 존재하며, 사용자 또는 온실 환경에서 이벤트가 발생하면 해당 정보를 다양한 사용자 단말을 통해 제공하게 된다.

3.3 온실 환경 모니터링 시스템

온실 환경 통합관리 시스템에서 사용자에게 제공하는 모니터링 시스템은 휴대형 GUI 인터페이스와 데스크탑형 인터페이스가 주로 사용된다[13].

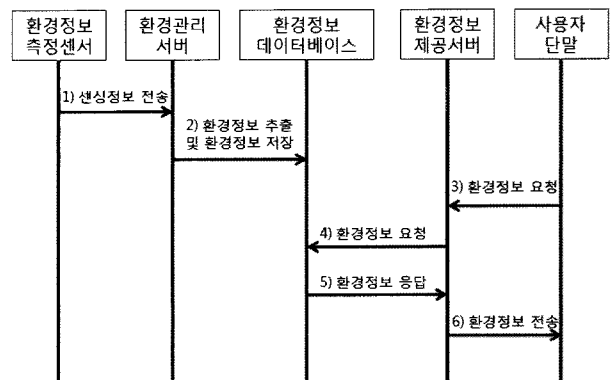


그림 12 온실 환경 정보 제공 동작 프로세스

온실 환경 모니터링 시스템은 재배환경에 영향을 미치는 환경요소 - 즉, 온도, 습도, 일사량, CO₂, 압모니아, 풍속, 강우 등 - 를 모니터링하고 이를 바탕으로 온실 환경을 관리/제어 할 수 있는 서비스를 제공하는 시스템이다.

그림 13은 온실 환경 모니터링 시스템의 데스크탑형 인터페이스이다. 기능을 자동모드와 수동모드로 나눌 수 있으며, 온실의 실내/외 환경 온도, 습도, 조도, EC 등의 환경정보와 배터리 상태를 파악할 수 있다. 또한 실/내외 영상정보를 확인 할 수 있으며, 제어장치 - 즉, 환풍기, 창문, 난방기, 관수장치, 조명 - 를 동작시킬 수 있다.

자동모드에서는 환경정보 데이터베이스에 저장되어 있는 환경정보를 환경관리 서버에서 분석하여 그 상황에 맞는 제어장치를 가동시킬 수 있다.

그림 14에 보인 PDA형 환경 모니터링 시스템은 현장에서 직접 제어 및 관리를 할 수 있다는 장점이 있다[15]. PDA 단말을 통한 영상정보로 농작물에 대한 도난 유·무를 파악할 수 있고, 온실 환경을 자동 또는 수동으로 제어할지 선택이 가능하다. 자동으로 할

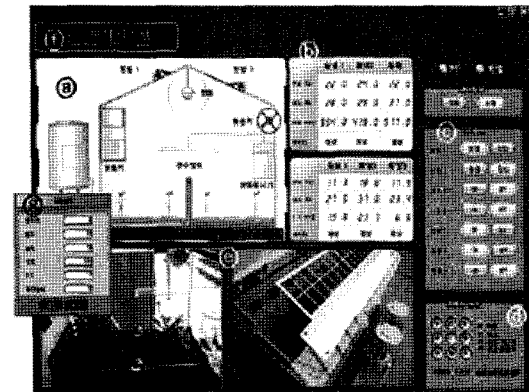
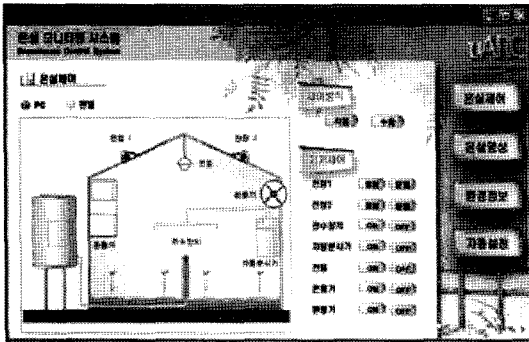


그림 13 온실 환경 모니터링 시스템 GUI

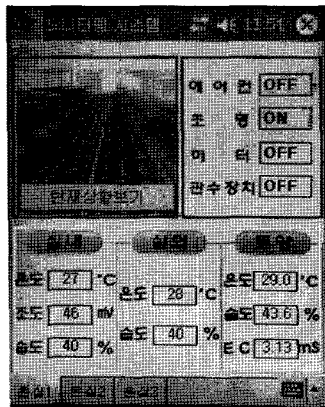


그림 14 PDA형 환경 모니터링 시스템

경우, 미리 설정된 환경 데이터에 맞도록 제어하는 것이며, 수동일 경우에는 관리자가 직접 설비 장치를 제어할 수 있게 하는 것이다.

4. 결론

본고에서는 유비쿼터스 농업환경을 조성하기 위하여, 재배환경에 영향을 미치는 환경요소 - 즉, 온도, 습도, 일사량, CO₂, 암모니아, 풍속, 강우 등 - 를 측정하기 위해 온실에 센서 네트워크로 구성하고, 측정된 환경요소의 변화에 따라 작동되는 장치 - 즉, 환풍기, 창문, 난방기, 가습기, 조명, 영상처리기 등 - 를 제어하는 온실 환경 모니터링 시스템을 제안했고,

최종적으로는 USN 모니터링 시스템과 환경 정보 관련 데이터베이스가 서로 연동되는 온실 환경 통합관리 시스템을 설계하였다.

온실 환경 통합관리 시스템은 인터넷을 통해 실시간으로 온실 상태를 파악할 수 있으며, 원격제어가 가능해 장소와 시간의 제약없이 인터넷이 가능한 어느 곳에서도 자신의 농장을 관리할 수 있어 진정한 의미의 u-농업을 실현할 수 있을 것이다.

참고문헌

- [1] 이광희, 안춘모, 박광만, “전통산업과 IT 산업의 융합화 분석,” 전자통신동향분석, 제23권, 제2호, pp. 13-22, 2008
- [2] Hyun-joong Kang, Meong-hun Lee, Hyun 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
- [3] <http://berkeley.intel-research.net>
- [4] Jenna Burrell, Tim Brooke, Richard Beckwith, “Vineyard Computing: Sensor Networks in Agricultural Production,” Pervasive Computing, IEEE, Vol. 3, Issue 1, pp. 38-45, jan, 2004
- [5] <http://www.xbow.com>
- [6] <http://www.phytech.com>
- [7] Masaru Mizoguchi, Shoichi Mitsuishi, Tetsu Ito, Seishi Ninomiya, Masayuki Hirafuji, Tokihiro Fukatsu, Takuji Kiura, Kei Tanaka, Hitoshi Toritani, Hiromasa Hamada, and Kiyoshi Honda, “REAL-TIME MONITORING OF FARMLAND IN ASIA USING FIELD SERVER,” International Symposium on Geoinformatics for Spatial Infrastructure Development in Earth and Allied Sciences 2008, 2008
- [8] Kiyoshi Honda, Aadit Shrestha, Apichon Witayangkurn, Rassarin Chinnachodteeranun, Hiroshi Shimamura, “Fieldservers and Sensor Service Grid as Real-time Monitoring Infrastructure for Ubiquitous Sensor Networks,” Sensors 2009, 9(4), pp. 2363-2370, 2009
- [9] <http://model.job.affrc.go.jp/FieldServer/>
- [10] 동부정보기술, 동부한농화학, UCT, “농산물 품질향상을 위한 USN 기반의 재배환경 모니터링 시스템,” 2005
- [11] 김태홍, 유성은, 김재언, 김대영, “USN 기반의 u-

Farm 농작물 재배환경 관리 시스템,” 한국농업정보 과학회 학술발표회, 2007

- [12] Ian F. Akyildiz et al., “A survey on Sensor Networks,” IEEE Communications Magazine, Vol. 40, No. 8, Aug. 2002
- [13] Meong-hun Lee, Ki-bok Eom, Hyun-joong Kang, Chang-sun Shin, Hyun 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
- [14] Chang-sun Shin, Yong-woong Lee, Meong-hun Lee, Jang-woo Park, and Hyun Yoe, “Design of Ubiquitous Glass Green Houses,” ISORC 2009, 2009
- [15] 강민수, 서종성, 여현, 신창선, “토양 및 미세기상 센서를 이용한 온실 모니터링 시스템,” 한국인터넷 정보학회 추계학술발표대회, 제7권 제2호, pp. 395-398, 2006



이명훈

2004 순천대학교 정보통신공학과(학사)
2006 순천대학교 정보통신공학과(석사)
2006~현재 순천대학교 정보통신공학과 박사과정
2005~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터 연구원

관심분야: MANET, RFID/USN, BcN

E-mail : leemh777@sunchon.ac.kr



신창선

1996 우석대학교 전산학과(학사)
1999 한양대학교 컴퓨터교육과(석사)
2004 원광대학교 컴퓨터공학과(공학박사)
2004~2005 원광대학교 헬스케어기술개발센터 Post-Doc.

2005~현재 순천대학교 정보통신공학부 교수

2009~현재 순천대학교 공과대학 부학장

2009~현재 전라남도 IT 융합모델 기획위원

관심분야: 분산컴퓨팅, 분산알고리즘, 실시간 객체모델

E-mail : csshin@sunchon.ac.kr



조용운

1995 시립인천대학교 전산과(학사)
2006 숭실대학교 컴퓨터학과(석사, 박사)
2003~2008 아트웨어(주) 연구원
2007 대림대학 정보학부 겸임교수

2008 동양공업전문대학 전임강사

2009~현재 순천대학교 정보통신공학부 조교수

관심분야: 시스템소프트웨어, 유비쿼터스 컴퓨팅, 임베디드 시스템 등

E-mail : yycho@sunchon.ac.kr



여현

1984 항공대학교 전자공학과(학사)
1987 항공대학교 전자공학과(석사)
1992 숭실대학교 전자공학과(공학박사)

1987~1993 한국통신 통신망 연구소

1993~현재 순천대학교 정보통신공학과 교수

2005~현재 순천대학교 u-농업 IT 응용 연구센터

(ITRC) 센터장

관심분야: 휴대인터넷, VoIP, Mobile IP, RFID/USN

E-mail : yhyun@sunchon.ac.kr