

# USN 기반의 식물 성장환경 관리시스템 기술

이인범\*, 류대현\*\*, 신승중\*\*

\*평촌공업고등학교

\*\*한세대학교 IT학부

e-mail:myway66@paran.com

## A Technology of Plant Cultivation Management System based on USN

Rhee In-Baum\*, Daehyun Ryu \*\*, Shin Seung Jung \*\*

\*PyungChon Technical High School

\*\*Dept of IT, Hansei University

### 요약

본 연구는 USN 기반의 그린하우스 내에서 식물을 재배함에 있어, 식물 생장의 효과적 요인을 추출 및 계량화함으로써 재배 효율을 극대화하기 위한 관리 기술에 관한 것이다. 이 연구 수행을 위하여 그린하우스를 설치하고 내부에 다양한 센서를 장착한 후, 원격지에서 그린하우스 내부의 환경정보를 수집, 분석하여 데이터베이스화를 시도하였다. 또한 분석된 결과를 웹사이트와 모바일 상에서 실시간으로 확인하는 것을 가능하도록 하였다.

이 과제 수행을 통하여 거둔 성과는 다음과 같다. 첫째, 그린하우스 내의 환경정보를 원격지에서 안정적으로 수신하고, 이를 정보 유형별로 구분, 데이터베이스를 성공적으로 구축하였다. 둘째, USN 기반의 그린하우스를 실제 구성함으로써, 부품 간의 결합 및 관련 기술의 적용에 대한 적합성, 안정성 등을 실험적으로 확인하였다. 셋째, 그린하우스의 환경정보를 웹사이트 및 모바일에서 접근 가능하도록 함으로써, 그린하우스 내의 식물 재배 환경을 관리함에 있어 장소의 제한을 해소함을 물론 USN 기술의 다양한 활용 가능성을 제시하였다.

### 1. 서론

현재 우리나라의 농업 현실은 총체적 어려움에 직면하고 있다. 먼저 농산물 시장개방 체제에 따른 농산물 경쟁이 갈수록 심화되고 있으며, 이에 따른 국내 농업경쟁의 기반이 붕괴될 수도 있다는 위기감이 고조되고 있다. 또 농촌인구 감소 및 고령화에 따른 농업경쟁력 부족은, 재정적 어려움으로 인한 낙후된 기술과 장비의 문제와 함께 국제 경쟁시대에 부적응 요인으로 작용하고 있다. 한편 안전한 먹거리를 원하는 소비자의 기대 수준과는 달리, 최근 품질 낮은 수입 농산물의 불법 유통으로 국민 건강이 위협받고 있으며, 이러한 추세에 맞추어 농업 선진화를 통한 양질의 국산 농산물 생산에 대한 요구가 절실한 실정이다.

이러한 현실에서 u-IT 기술을 농업에 접목하는 것은 청정 농산물 생산을 가능하게 하는 것은 물론, 농촌 소득 증대에도 크게 기여하는 방안이 될 것이다. 즉, u-IT 기술을 통해 농산물 재배 및 양식 데이터를 체계적으로 관리 및 분석하여 품질 향상과 생산성을 제고하고, 농산물의 원산지, 파종 시기, 농약 사용 여부, 출하 시기 등 안전한 먹거리를 위한 생산 및 유통정보 데이터베이스 구축을 통해 농산물 상품성을 높이는 한편, 농산물 최적의 생산 조건 정보(온도, 습도,

조도 등), 이력 정보(파종 및 출하 시기 등), 농산물 시황 정보 등 정보공유 시스템을 구축하는 사업을 펼침으로써 농촌의 소득 증대에 좋은 기여를 하게 될 것이다.

한편 최근 기술의 흐름은, 업무 영역이 다른 업종 간의 통합이 활발하고 이를 통해 새로운 수익을 창출하며 시너지 효과를 거두는, 기술융합의 양상이 두드러지는 경향을 나타낸다. 이 과정에서 자신의 분야에서의 독자 기술 또는 고유 기술의 확보는 대단히 중요하고 의미 있으며, 이 확보된 기술을 바탕으로 다양한 분야와의 접목을 시도할 때 그 응용 범위와 여러 제약들에 대해서 매우 유연한 입장을 취할 수 있게 된다.

이러하므로 USN 기반 그린하우스 상황 하에서 식물 성장 환경을 관리하는 모형을 개발하는 연구는, 기존의 유사 연구에 대한 연구 결과를 검증하는 효과에 더하여 자체 기술력을 확보하는 유익이 있으며, 나아가 타 기술 분야와의 융합 국면에 있어 자체 기술을 앞세운 다양한 시도와 추진을 가능하게 할 수 있다.

### 2. 연구 내용

본 연구는 농업 분야에 IT를 적용하여 생산성 및 효율

성을 제고하여 농업 경쟁력을 확보하려는 방안으로서, USN 기반 그린하우스에서 식물을 재배함에 있어, (1)그린하우스 내부 환경을 적절히 유지하는 기술 개발과 (2)식물 생장의 효과적인 영양 요소 및 환경 요인을 찾아내고 이를 계량화하는 작업을 수행함으로써, 재배의 효율을 극대화하는 관리시스템을 수립하는 것을 이 연구의 목표로 한다.

이를 위하여 본 연구는 다음의 내용을 주요 과제로 다룬다. 첫째, 그린하우스 내부의 환경정보를 USN을 이용하여 원격지에서 수집, 이 정보를 토대로 데이터베이스를 구축한다. 둘째, 그린하우스 내의 환경정보를 웹사이트 및 모바일로 실시간 모니터링하는 시스템을 구현한다. 셋째, 웹사이트 또는 모바일 상에서 그린하우스 내부 상황을 제어하는 시스템을 구현한다.

### 3. USN 기반 식물생장 관리시스템 설계

#### 3.1. 관리시스템의 주요 기능

관리시스템은 다음의 사항을 만족하여야 한다.

##### 가. 데이터베이스 구축

그린하우스 내부에서 수집된 환경정보를 USN을 이용하여 원격지에서 수집, 이 정보들에 대한 데이터베이스를 구축하여야 한다.

##### 나. 실시간 모니터링 기능

원격지, 즉 웹사이트 및 모바일로 그린하우스 내의 환경정보를 실시간 모니터링 하는 것이 가능하도록 하여야 한다.

##### 다. 제어 기능 구현

원격지에서 그린하우스 내부 상황을 제어하는 기능을 갖추어야 한다.

#### 3.2. 관리시스템 설계

##### 가. 관리시스템 구축 세부

관리시스템으로 서비스할 내용은 <표 1>과 같다.

<표 1> USN 기반 그린하우스의 서비스 종류

구분	종류	내용
모니터링 기능	온도·습도센서	· 온실 내의 온도, 습도를 모니터링
	강우센서	· 강우센서를 이용하여 강우 유무 판단
	일사량센서	· 일사량을 측정하여 커튼 제어
	CO <sub>2</sub> 센서	· CO <sub>2</sub> 값을 측정하여 내부 상황 모니터링
	지온센서	· 토양 온도 측정
	토양EC센서	· 토양 EC를 측정
	CCTV	· 온실 내의 전체상황을 영상을 통하여 모니터링

제어 기능	천창 1,2중 측창 1,2중 수직커튼 수평커튼 1,2중 관수제어 보일러 (추가시) 환풍기	· 온실 내의 온도와 습도에 따른 천창 및 측창 제어 · 일사량에 따른 수직 및 수평 커튼 제어 · 토양 수분 및 EC농도에 따른 관수 제어 · CO <sub>2</sub> 량에 따른 환풍기 및 창문 제어 · 온실 내의 설정온도 범위를 벗어나는 경우 보일러 제어
알람 기능	웹서비스 휴대폰	웹을 통한 제어기능 제공, 알람 제공 휴대폰을 통한 알람기능 (SMS기능)

##### 나. 전체 시스템 구성

관리시스템은 크게 그린하우스 내부의 정보수집 부문, 서버의 정보관리 부문 그리고 서비스 부문으로 구성된다.

##### 다. 설치 장비

관리시스템 구성을 위해서 설치되는 장비는 <표 2>와 같으며, 이 중에서 S/W는 자체 개발한다.

<표 2> 관리시스템 설치 장비의 종류 및 사양

구분	종류	제품 사양
센서류	· 온도센서 : 4EA · 습도센서 : 4EA · 강우센서 : 1EA · 일사량센서 : 1EA · CO <sub>2</sub> 센서 : 1EA · 지온센서 : 1EA · EC센서 : 1EA	-50 ~ 99.9 ℃ 20% ~ 99% 강우 유무 0~1500W/m <sup>2</sup> 0~3000ppm -50 ~ 99.9 ℃ 0 ~ 6.0 ds/m
USN 장비류	· 게이트웨이 : 1EA · 센서노드 : 1EA · 제어노드 : 1EA · RTU : 1EA	서버와의 통신: CDMA, TCP/IP, RS232 Zigbee 통신방식 : 2.4GHz Port : 15개 제어 포트 제공 Serial <-> TCP/IP 통신모드 변경
기타 장비	CCTV : 2EA	팬 틸트, 줌 인/아웃 기능
S/W (자체 개발)	· 웹 프로그램 · USN미들웨어	윈도우 기반 웹사이트 제작 센서정보 및 영상정보 취득 및 저장을 위한 USN 미들웨어

라. 그린하우스 외관 설계

그린하우스는 1,600[mm]×2,500[mm] 크기의 2연동하우스로 구축한다.

#### 4. USN 기반 식물생장 관리시스템 구현

##### 4.1. 관리시스템의 전체 구성도

완성된 관리시스템의 전체적 구성은 [그림 1]과 같다.



[그림 1] 완성된 관리시스템 구성도

##### 4.2. 센서정보 프로토콜

센서정보를 위한 프로토콜은 [그림 2]와 같다.

내용	HEAD	NMS	센서정보					모뎀 번호	TAIL	Check Sum
BYTE수	1byte	24byte	24byte	...	24byte		11byte	1byte	1byte	
Desc.	'\$'		ID 1번 센서정보	...	ID N번 센서정보			'#'	00	

  

BYTE수	2	2	2	2	2	2	2	8	2
내용	Event Code	Sensor ID	Year	Month	Day	Hour	Minute	센서데이터	KIND
Desc.	00-99	01-99	각 2BYTE ASCII						

Head : Frame Start Code  
 NMS : 모뎀상태정보  
 모뎀번호 : 게이트웨이 구분 번호  
 TAIL : Frame End Code  
 Check Sum : 프레임 오류체크 값

Event Code : 센서정보코드  
 SensorID : 센서 고유 번호  
 센서데이터 : 측정값  
 KIND : 센서 종류 구분 코드

[그림 2] 센서정보 프로토콜

센서정보 프로토콜은 위 그림과 같이 프레임 스타트 코드인 '\$'로 시작하여 프레임의 끝부분인 '#'로 끝이 나며, 맨 뒤에는 프레임 오류체크를 확인하기 위한 Check Sum값이 붙는다. 센서정보 프로토콜은 게이트번호나 정보코드들을 담고 있는 헤더 부분과, 각 센서들이 측정하여 전송하는 센서정보 부분으로 나눌 수 있다. 헤더 부분에는 모뎀상태 정보를 가지고 있는 24Byte 크기의

NMS와, 모뎀구분번호인 11byte 크기의 모뎀번호 부분이 있다. 그 사이에 들어가는 센서정보 부분에는 N개의 센서정보가 N\*24Byte만큼 들어가 있다. 각 한 개의 센서정보 부분은 이벤트코드 또는 정보코드 여부를 확인하는 이벤트코드 부분, 센서 고유의 ID를 가지고 있는 센서ID 부분, 10Byte의 측정시간정보 부분, 센서측정값인 8Byte의 센서데이터 부분 그리고 센서의 종류를 표시하는 2Byte의 KIND 부분으로 구성된다.

##### 4.3. DataBase 구축

전송된 데이터는 서버에 일정한 시간 간격으로 저장된다. 센서 헤더 테이블을 설정하여, 헤더ID와 게이트웨이 구분 번호, 데이터코드와 시간을 저장하며, 다른 센서별 테이블들도 동일 헤더ID를 기준으로 하여 측정값을 저장한다.

#### 5. 실험 결과 분석 및 결론

과제 수행을 위하여, USN 관련 기술들을 이용하여 관리시스템을 실제 구성하고 실험하였으며, 이 과정에서 주요한 몇 가지 사항을 확인하였다.

##### 5.1. 연구의 제한점

시스템 구현 과정에 있어, 기술 외적 장애 요인에 의하여 당초 목표했던 일부 항목에 대하여 미결인 채로 연구를 마치게 되었다. 그 주요 내용은 다음과 같다.

##### 가. 식물 재배 과정의 누락

식물의 재배 실험을 진행하지 못하였으며, 이로 인하여 재배 식물의 성장에 적합한 최적의 제어 요소를 추출하지 못하였다.

##### 나. 관리시스템의 제어 기능 미비

현재의 시스템은 주로 정보 수집 및 분석 부분에 기능 구현이 이루어졌으며, 그에 비해 제어 기능은 취약하다.

##### 5.2. 확인된 결과

##### 가. 그린하우스로부터의 데이터 수집 확인

온·습도센서를 비롯한 각종 센서 그리고 CCTV를 통한 데이터 수집과 송신 및 수신이 원활하였다. 이는 USN을 구성하는 각종 부품 및 전송선로가 정상 기능 상태인 것을 의미한다.

##### 나. 데이터베이스의 안정적 구축

그린하우스로부터 전송되는 환경정보는 서버측의 데이터베이스에 안정적으로 축적되었으며, 이를 이용한 다양한 자료처리를 실험적으로 확인하였다. 이는 미들웨어를 비롯한 관련 소프트웨어가 오류 없이 안정적으로 작동하는 것을 의미한다.

##### 다. 사용자 서비스 정상 동작

웹 사이트 및 모바일을 통한 사용자 서비스가 실시간 정상 동작되었다.

### 5.3. 실험적 성과

#### 가. 소프트웨어 구축

시스템에 사용되는 미들웨어 및 웹 서비스 관련 프로그램을 성공적으로 작성하였다.

#### 나. USN 기반의 실습 모형 구축

USN 관련한 부품 및 프로그램을 결합하여 USN 기반의 그린하우스를 실제 구성함으로써, 부품 간의 결합 및 관련 기술의 적용에 대한 적합성, 안정성 등을 실험적으로 확인하였다.

### 5.4. 결 론

본 연구의 목적은, USN 기반의 그린하우스 내에서 식물을 재배함에 있어, 식물 생장의 효과적 요인을 추출 및 계량화함으로써 재배 효율을 극대화하기 위한 관리시스템의 수립에 관한 것이다.

본 연구 과제의 수행을 위해서,

첫째, 그린하우스 2개 동을 설치 및 USN을 구축했으며,

둘째, 그린하우스 내부의 환경정보를 원격지 서버에서 수집 및 데이터베이스화를 시도하였고,

셋째, 그린하우스 내의 환경정보를 웹사이트 및 모바일 사용자에게 실시간으로 제공하는 시스템 구현을 위해서 노력하였다.

본 연구는 다음의 결과에 도달하였다.

첫째, USN 기반의 그린하우스와 관리시스템을 실제 구성함으로써, 부품 간의 결합 및 관련 기술의 적용에 대한 적합성, 안정성 등을 실험적으로 확인하였다.

둘째, 그린하우스의 환경정보를 원격지에서 안정적으로 수신하였고, 이를 정보 유형별로 구분, 데이터베이스를 성공적으로 구축하였다.

셋째, 그린하우스의 환경정보를 웹사이트 및 모바일에서 실시간으로 접근 가능하도록 함으로써, 그린하우스 재배 환경에 대한 감시 및 제어를 장소의 제한 없이 가능하게 하였다.

넷째, 원격지에서 영상을 통한 재배 식물의 상태 확인이 가능하므로, 재배 식물의 원격 관리는 물론 소비자에 의한 원격 주문도 가능하게 되는 등, 그린하우스 내의 식물 재배 환경을 관리함에 있어 USN 기술의 다양한 활용 가능성을 제시하였다.

이러하므로 본 연구는, 연구 과정에서 확인된 여러 실험적 사실과 환경정보의 데이터베이스화를 통해 식물 생장

에 필요한 최적 환경조건을 추출할 수 있는 기술기반을 마련하였다.

아울러 이러한 결과는, 향후 관리시스템의 보완 및 식물 재배 과정에서의 자료 축적 등을 통하여 영농기술의 과학화를 촉진시키는 동시에 식물 재배의 생산성과 효율성 제고에 유익할 것이다.

### 5.5. 향후 과제

본 시스템은 일부 보완 및 개선을 통해서 더욱 안정적, 효율적 운영을 도모할 수 있을 것으로 전망한다.

#### 가. 시스템 요소 개선

##### 1) 다중 서버 제어 기반 운영체제로 전환

현 시스템의 **게이트웨어**는 8-bit 시스템으로서, 용량과 속도의 제약이 있으며, 향후 예상되는 센서 수의 증가와 아울러 게이트웨어 개수도 증가하게 될 것이다. 이러한 점들을 고려할 때 신속한 정보 처리를 위하여, 현재 windows 기반에서 운영되는 시스템을 다중 서버 기반 운영체제로 확장하는 것을 적극 검토할 필요가 있다.

#### 나. 제어 기능 보완

##### 1) 게이트웨어의 양방향 제어

현재는 환경정보가 게이트웨어 측에서 서버 측으로 단방향 전송이 이루어지고 있으나, 양방향 통신을 가능하게 함으로써 그린하우스 내의 측창 제어, 급수, 투약 등의 여러 기능에 대한 자동화를 이룰 수 있다.

##### 2) 응급상황에 대한 대응책

현재는 사용자가 웹페이지 등을 통하여 접속했을 경우에만 농작물의 상황정보를 알 수 있으며, 따라서 응급상황에 대한 신속한 조치는 어려운 실정이다. 응급상황 시에는 사용자의 휴대폰으로 응급문자발송 서비스 등을 제공함으로써 이 약점을 해소할 수 있을 것이다.

## 참고문헌

- [1] 류대현, u-IT 활용 농촌 시범단지 조성 계획, 한세대학교, 2009.
- [2] 박진수, 김현승, 홍승아, u-IT 활용 농촌 시범단지 조성 프로젝트 결과보고서, 한세대학교, 2009.
- [3] (주)텔레콤랜드, 제안서-온실 환경관리 및 제어시스템, 2009.
- [4] 한세대학교, 사업계획서-친환경 녹색 학교 구현을 위한 u-IT 융합시스템 개발, 지식경제부, 2009.
- [5] 경상북도, 2007년도 농어촌 IT신기술선도사업 제안요청서/u-IT 기술을 활용한 농산물관리체계 실용화 구현, 2007.
- [6] 한국정보사회진흥원 정보화기획단 정책개발팀, 현장에서 바라 본 USN 시범사업 현황과 과제, 제 9호, 2008.
- [7] 한국정보문화진흥원, 미래형 농어촌 구축을 위한 u-Village 응용서비스 모델 연구, 2006.