

# USN 기반 스마트 팜 모니터링 시스템 설계 및 구현

권숙연\*, 임재현\*

\*공주대학교 컴퓨터공학부

e-mail:{sookyoun, defacto}@kongju.ac.kr

## Design and Implementation of Smart Farm Monitoring System Based on USN

Sook-Youn Kwon\*, Jae-Hyun Lim\*

\*Dept of Computer Engineering, Kongju National University

### 요 약

본 논문에서는 태양광병용형 식물공장과 USN 기술이 융합된 스마트 팜 모니터링 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 먼저 식물공장의 규모 및 내부 환경 정보 수집에 적합한 무선 통신 모듈과 온도, 습도, 조도, PPF, 일사량 센서를 선택한 뒤, 각 센서를 통합하기 위한 PCB 모듈을 설계 및 제작한다. 제작된 통합센서는 송신부와 수신부가 포함되어 있으며 일정 간격마다 USN 게이트웨이의 요청에 의해 식물공장 내부의 환경 정보를 측정하여 서버로 전송하고, 전송된 데이터는 서버관리자에 의해 데이터베이스에 저장 및 각 환경 정보와 연관된 디바이스 제어 시 입력 요소로 사용된다. 향후 본 시스템을 확장 및 적용할 경우 태양광병용형 식물공장의 생산 효율이 증대되고, 에너지 소비 효율을 향상시킬 수 있을 것으로 기대된다.

### 1. 서론

최근 농업기술과 IT, NT 등의 차세대 산업기술을 융합한 형태로 차세대 농업 혁명이라 불리는 식물공장에 대한 관심이 급증하고 있다[1]. 완전제어형 식물공장은 조명 설치비 및 광열비가 높은 이유로 경제성 면에서 적합하지 않은 반면 태양광병용형 식물공장은 외부환경 요인으로 인한 환경제어 및 생육관리에 다소 어려움이 있으나, 식물의 광합성에 필요한 광원을 태양광을 이용하여 저렴하게 이용할 수 있다는 측면에서 현실적인 식물공장 형태로 부각되고 있다. 이러한 태양광병용형 식물공장 내부의 최적 생육환경을 급격하게 변화하는 기후에 따라 동적으로 공급하기 위해서는 정해진 임계치에 의해 기계적으로 제어하는 기존의 자동화 시설에 USN 기술

을 적용하여 지능화해야 한다. 현재까지 자동화된 시설원예에 USN 기술을 적용하여 생산효율을 향상시키고 농작물 피해를 최소화하기 위한 다양한 시도가 계속되었으나, 최근 이슈가 되고 있는 태양광병용형 식물공장의 생육환경에 적용한 사례는 미비한 실정이다.

이에 본 논문에서는 계절별, 시간대별로 변화하는 기상정보 등의 외부 상황에 지능적으로 각 디바이스를 제어하기 위한 USN 기반의 스마트 팜 모니터링 시스템을 설계 및 구축하고자 한다. 본 시스템을 위해 먼저 대상 식물공장의 전체 규모와 설치 환경을 고려하여 센서의 수를 결정한 다음, 식물의 생육 환경 정보 수집에 적합한 온도, 습도, 조도, PPF 및 일사량 센서를 선택한다. 다수의 센서들로부터 무선으로 데이터를 송수신하기 위해 저전력, 고효율의 장점을 가진 ZigBee 모듈을 기반으로 선택된 모든 센서들을 통합한다. 통합 제작된 센서들은 식물공장 내부에 지면으로부터 각각 1.3M, 3.6M 높이로 구분하여 영역별로 설치하고, 설치된 각 통합센서들은 일정 주기마다 USN 게이트웨이의 요청에 의해 온도, 습도, 조도, PPF 및 일사량 값을 측정하여 전송하게 된다. USN Gateway로부터 서버로 전송된

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신산업진흥원의 IT/SW 창의연구과정의 연구결과로 수행되었음”(NIPA-2011-(C1820-1101-0010))

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2011-0022977)

데이터 패킷은 서버관리자에 의해 각 포맷에 적합한 형태로 변환되어 모니터링 화면 출력 및 데이터베이스에 순차적으로 저장된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장은 시스템 구현을 위해 필요한 각 USN 센서 규격 및 통합센서 제작과 관련한 내용에 관해 설명하고, 제3장은 테스트베드 구축에 관한 내용으로 (주)그린플러스의 태양광병용형 식물공장에 설치된 전체 시스템 환경에 대하여 기술한다. 마지막으로 제4장에서는 본 시스템의 확장 및 현장 적용을 위한 향후 연구 방향에 대하여 설명하고자 한다.

## 2. 시스템 설계 및 구현

### 2.1 식물의 성장환경 측정용 USN 센서

표 1은 태양광병용형 온실 내부의 생육환경정보를 수집하기 위해 조사된 각 센서의 종류 및 특징을 나타낸다. 먼저, 온도 센서는 식물의 성장 환경에 가장 기본이 되는 센서로서 작물의 발육 및 병충해 발생 등 작물 성장에 매우 중요한 영향을 미치는 센서이다. 습도 센서는 작물의 병충해 발생과 밀접한 연관이 있는 센서로서 습도가 높을 경우에는 병충해 발생 가능성이 높아지고, 습도가 낮으면 작물의 호흡작용에 문제가 생겨 영양분의 공급을 저해할 가능성이 높아지는 특징을 가지고 있다[2]. 조도 센서는 인간이 느끼는 빛의 강도인 lx를 측정하는 반면, Quantum 센서와 일사량 센서는 식물의 광합성에 필요한 햇빛의 양을 측정하므로, 조도 센서에 비해 식물 생육에 직접적인 영향을 주는 값을 측정한다고 할 수 있다. 본 실험에서는 표 1과 같이 총 14개의 온도/습도/조도센서를 이용하여 통합센서를 제작하였으며, 그 중 4개의 통합센서에는 Quantum 센서를 추가적으로 부착하였고, 2개의 통합센서는 일사량 센서를 설치하였다.

[표 1] 환경정보 측정용 센서 종류 및 특징

센서종류	센서개수	전력 및 측정 범위	
온도센서	14개	3.3-6V DC	-40~80℃
습도센서	14개	3.3-6V DC	0~100%
조도센서	14개	4.5V	0~50,000lx
Quantum 센서	4개	400mV	2,000 $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$
일사량 센서	2개	3V DC	0~1500 W/m <sup>2</sup>

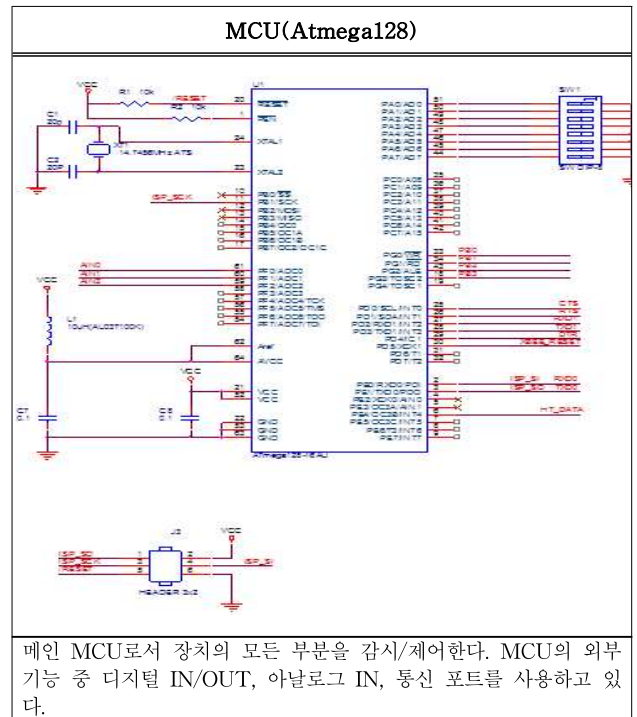
### 2.2 통합센서 설계 및 제작

식물의 성장 환경을 측정하기 위해 선정된 각 USN 센서들은 그림 1과 같이 구성되며, 각 센서들을 통합하여 구현하기 위해 Atmega128 16au 마이크로컨트롤러를 이용한 총 14개의 통합센서가 각 센서의 입력 및 출력 전압에 적합한 형태로 설계 및 제작되었다. 표 2는 통합센서의 메인 CPU인 Atmega128 16au의 구성 회로와 간단한 기능을 보여준다

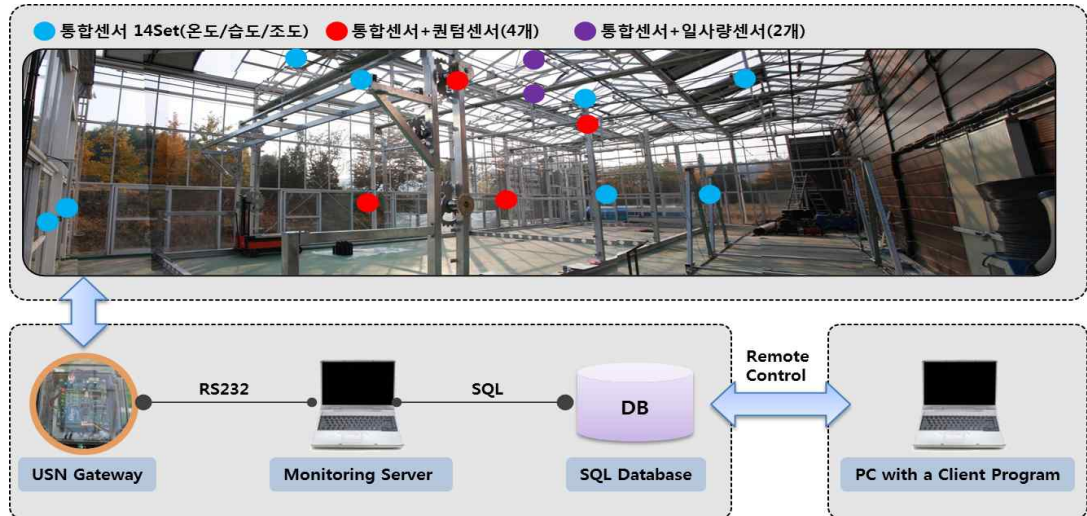


[그림 1] 통합센서 구성 요소

[표 2] 통합센서 구성 요소별 회로도 및 기능



메인 MCU로서 장치의 모든 부분을 감시/제어한다. MCU의 외부 기능 중 디지털 IN/OUT, 아날로그 IN, 통신 포트를 사용하고 있다.



[그림 2] 태양광병용형 식물공장에 설치된 통합센서 및 모니터링 시스템

### 2.3 테스트베드 구축

제작된 14개의 통합센서는 그림 2와 같이 충남 예산군 응봉면 지식리에 위치한 국내 온실 1위 기업 (주)그린플러스에 설치된 태양광병용형 식물공장 내부의 여러 지점에 설치되었다. 설치하기 전 보광이 필요한 지점을 파악하기 위해 Quantum Sensor 및 Lux Sensor를 이용하여 조도 분포를 실 측정하였고, 측정된 값을 기준으로 지면으로부터 1.3M, 3.6M, 5M 높이를 설치 위치로 정하였다. 현장의 환경적 여건 상 1.3M 높이의 각 설치 지점은 유리벽 으로부터 약 10cm 떨어진 동, 서, 남, 북 방향에 위치하며, 3.6M 높이는 전체 면적을 균등하게 분할한 뒤 각 정점을 설치지점으로 정하였다. 즉, 3.6M 높이에 설치된 센서들의 위치는 1.3M 지점에 설치된 센서에 비해 식물공장 전체 면적의 중앙 영역에 위치한다고 할 수 있다. 마지막으로 일사량센서가 포함된 통합센서는 3.6M와 5M 지점에 각각 설치되어 차광커튼을 On/Off 제어함에 따라 변화하는 PPF D의 양 또한 측정 가능하였다. 높이와 영역을 달리하여 설치된 총 14개의 통합 센서들은 일정 주기마다 USN Gateway의 요청에 의해 수집한 온도, 습도, 조도 등의 환경 정보들을 서버로 전송하고, 모니터링 시스템을 통해 출력 및 데이터베이스로 저장된다.

### 3. 결과 및 향후 연구방향

본 실험을 통해 Atmega128 16au 기반의 온도, 습도, 조도, PPF D 및 일사량 센서들을 연동한 통합센서를 구현하고 태양광병용형 식물공장 현장에 설치

하여 기후변화에 따른 온실 내 생육 환경 변화를 확인해보았다. 그림 3은 각 센서들로부터 수집되는 환경 요소의 값을 모니터링 하기 위한 UI로 각 센서 ID와 측정한 온도 및 습도, PPF D 및 일사량, 조도, 그리고 수신횟수를 출력한다. 실시간으로 수집 및 화면에 출력되고 있는 센서별 각 데이터 패킷은 적합한 데이터 포맷으로 변환되어 데이터베이스에 저장되며, 저장된 데이터 자료는 비교 및 분석 과정을 거쳐 향후 외부 환경변화에 지능적으로 각 디바이스를 제어함으로써 식물 생육환경을 쾌적하게 유지시키고 에너지 소비를 절감하는데 유용한 기초 자료로 활용되어질 수 있다.

Remote	온도	습도	일사/광량	조도	전송Id	수신횟수
1	15.9	79.6	0.0	19.0	3148	879
2	15.3	85.1	0.0	19.0	3147	1726
3	16.1	82.4	1.3	19.0	3147	1305
4	14.9	91.5	2.0	7.0	3148	1155
5	15.9	78.4	3.0	0.0	3142	1079
6	16.0	80.1	3.0	19.0	3141	746
7						
8	16.2	81.3	0.0	9.0	3147	1935
9	13.0	99.0	0.0	19.0	3118	206
10	15.3	83.6	0.0	19.0	3147	1440
11	16.1	76.6	11.0	12.0	3144	1610
12	15.9	79.4	14.0	10.0	3147	846
13	15.9	70.1	11.0	11.0	3147	2169
14	16.1	78.1	11.0	12.0	3147	2291
15	15.6	82.9	0.0	19.0	3147	905

[그림 3] 환경데이터 수집용 UI

### 참고문헌

- [1] 강희찬, “기후변화에 대응한 농업의 진화 : 식물공장”, SERI 경제포커스, 2009
- [2] “USN기반 농작물 생장환경 관리시스템 구축 및 운영 가이드라인”, 정보통신산업진흥원, 2010