

# 스마트팜 환경 관리를 위한 계측 시스템

이동형 · 백창대 · 윤현성 · 손형민 · 차현석 · 김남호\*

부경대학교

## Measurement System for Smart Farm Environment Management

Dong-Hyung Lee · Chang-Dae Back · Hyeon-Seong Yun · Hyeong-Min Son ·

Hyun-Seok Cha · Nam-Ho Kim\*

Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

### 요 약

정보통신기술이 점차 발전함에 따라 기존의 생산 시스템에 네트워크 및 컴퓨팅 기술을 적용하여 효율적인 생산 환경을 유지하는 연구가 많이 진행되고 있다. 고전적인 제어 시스템과 달리 이러한 스마트 생산 시스템은 생산 환경에 대한 데이터를 실시간으로 수집하여 통계화하고, 그 변화에 따라 유동적으로 작동할 필요가 있다. 본 논문에서는 네트워크 기반의 센서를 통해 실시간으로 데이터를 수집하고, 환경 변화에 효과적으로 대응할 수 있는 계측 시스템을 제시한다. 또한 이를 스마트팜에 적용하여 외부의 환경 변화에 대처하고 효과적인 생산 환경을 유지할 수 있음을 확인하였다.

### ABSTRACT

As information and communication technologies develop, many studies are being conducted to maintain an efficient production environment by applying network and computing technologies to existing production systems. Unlike classical control systems, these smart production systems need to collect data about the production environment in real time, and operate fluidly as it changes. In this paper, we present a measurement system that can collect data in real time through network-based sensors and respond effectively to environmental changes. We also proved this smart system can cope with external environmental changes and maintain an effective production environment.

### 키워드

스마트팜, 라즈베리파이, 지그비, 데이터 모니터링

### 1. 서 론

오늘날 정보통신기술이 발전을 이룸에 따라 기존의 시스템에 네트워크 및 컴퓨팅 기술을 적용하여 효율적인 생산 환경을 유지하는 연구가 많이 진행되고 있다. 이러한 스마트 시스템들은 시스템의 작동 상황을 원격으로 모니터링 할 수 있을 뿐 아니라, 원격 및 자동으로 시스템을 제어하여 최적의 생산 환경을 조성할 수 있다. 따라서 주변 환경 변화에 대한 정보를 수집 및 연산하여 작동하는 유동적인 시스템을 구성할 필요가 있다. 특히 스마

트팜의 경우 식물의 성장 환경은 식물의 종마다 상이할 뿐 아니라 온·습도, 이산화탄소, 조도 등 환경 변화에 밀접한 영향을 받으므로 그 필요성이 크다[1-2]. 이를 위해 농장의 데이터를 이용한 환경 요소의 최적화 및 제어에 관한 연구들도 진행되고 있다[1-3]. 본 논문에서는 지그비 네트워크를 이용하여 스마트팜의 환경 데이터를 실시간으로 수집하고 실시간으로 모니터링하는 계측 시스템을 구성하였다. 또한 이를 이용하여 원격 및 자동으로 스마트팜의 환경을 관리할 수 있음을 나타내었다.

본 논문의 이후 구성은 다음과 같다. 2장에서는 스마트팜에 적용된 지그비 센서 네트워크 및 제어 시스템들의 구성을 제시하며, 3장에서는 센서에서

\* corresponding author

전송한 환경 데이터를 라즈베리파이를 통해 수집하고 모니터링 환경을 제공하는 계측 시스템을 제시한다. 4장에서는 위와 같은 방법으로 수집한 데이터를 이용하여 식물의 생장 환경을 개선할 수 있음을 확인하였으며, 결론으로는 본 시스템의 개선점 및 앞으로의 연구 방향을 제시하였다.

## II. 시스템 개요

본 논문에 제시한 시스템에서는 지그비 네트워크를 통해 넓은 범위의 스마트팜 환경 요소를 수집하고, 이를 적절히 관리하기 위해 액추에이터들을 작동시키는 시스템을 구성하였다.

관리 대상인 스마트팜은 수경재배를 이용한 수직형 농장으로 구성하였으며, 상추를 재배 대상으로 하였다. 상추의 생육에 영향을 미치는 스마트팜 내부의 온·습도, 이산화탄소, 조도 등 환경 데이터는 지그비 네트워크와 연결된 센서를 이용하여 수집 후 라즈베리파이로 전송하였다.

라즈베리파이에서는 지그비 통신을 통해 전송된 각 센서의 데이터를 수신 후 저장하고 통계화하여 사용자에게 제공한다. 또한 사용자는 식물 생장에 적절한 환경을 유지하기 위하여 원격 및 자동으로 주변 액추에이터들로 신호를 전송하여 관리 시스템을 작동시킬 수 있다. 전체 시스템의 구성은 다음과 같다.

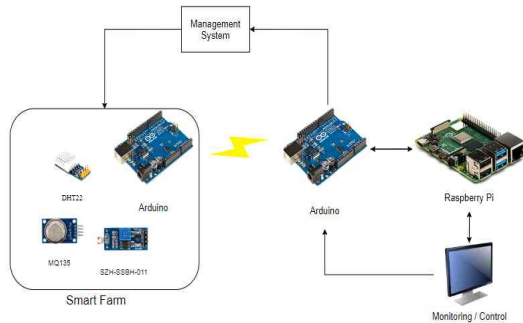


그림 1. 시스템 구성도

## III. 환경 계측 시스템

본 논문에서 스마트팜에 적용한 환경 계측 시스템은 지그비 네트워크와 연결된 센서를 통해 수집한 데이터를 라즈베리파이에 실시간 전송한다. 라즈베리파이는 이를 수집 및 통계화하여 모니터링 환경을 제공함으로써 시스템 사용자는 실시간으로 스마트팜의 환경 상태를 확인할 수 있다.

### 3.1 데이터 수집

지그비 네트워크를 통해 전송한 센서 데이터는 라즈베리파이에서 Python을 이용하여 수집하는 과

정을 거친다. 각 센서의 데이터는 수신할 때 마다 데이터의 종류를 구분하고 수집 시간을 추가하여 데이터베이스 구조에 맞게 저장하고 관리하였다.

그림 2는 DHT22 온·습도 센서의 온도 및 습도 데이터를 수집시간과 함께 저장한 결과이다. 결과는 센서 이름, 수집시간, 온도, 습도 순으로 나타내었으며, 이를 날짜, 시간 등 필요한 형태에 맞추어 통계화하여 제공할 수 있다.

sensor	collect_time	Temperature	Humidity
DHT22	2021-09-07 18:10:31	27.8	82.3
DHT22	2021-09-07 18:11:31	27.8	82.3
DHT22	2021-09-07 18:12:31	27.8	82.4
DHT22	2021-09-07 18:13:31	27.8	82.3
DHT22	2021-09-07 18:14:31	27.8	82.2
DHT22	2021-09-07 18:15:31	27.8	82.6
DHT22	2021-09-07 18:16:31	27.8	82.6

그림 2. 수집한 환경 데이터

### 3.2 데이터 모니터링

데이터베이스에 저장된 센서 데이터는 웹서버 및 모바일 기기를 통해 실시간으로 모니터링 할 수 있다. 본 논문에서는 데이터베이스와 연동하는 오픈소스 소프트웨어 Grafana를 이용하여 모니터링 시스템을 구현하였으며, 비정상적으로 감지된 환경 상황에 대한 알림 기능 또한 구현하였다.

그림 3은 수집한 데이터에 대한 그래프 및 통계량을 Grafana 소프트웨어를 통해 보여주는 모습이다.

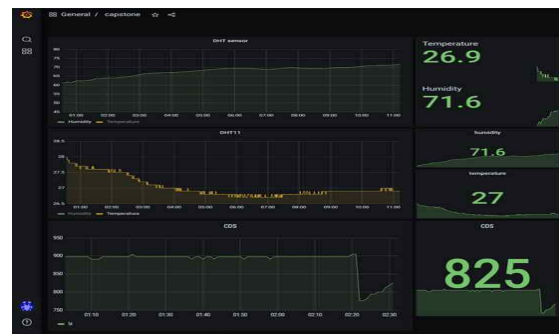


그림 3. 환경 데이터 모니터링

## IV. 환경 관리 시스템

위와 같은 과정을 통해 수집한 데이터는 분석 및 통계화하여 사용자에게 계측 환경을 제공한다. 시스템 사용자는 스마트팜 내부 환경에 대한 계측 결과를 대상 식물의 적정 생육 환경과 비교하여

원격 및 자동으로 관리 시스템을 작동시킬 수 있다. 본 논문에서는 식물 재배용 LED를 이용하여 스마트팜의 식물 광합성에 주요한 영향을 미치는 조도를 제어하는데 중점을 두었다.

본 논문에서 재배 대상으로 선정된 상추는 조명의 적색광(601~700nm), 녹색광(501~600nm), 청색광(401~500nm) 비율이 5~7:0~2:1~3일 때 잘 자라며 광포화점은 50Klux가량인 것으로 알려져 있다[4-5]. 따라서 본 시스템에서는 광합성을 촉진하기 위해 광 비율이 3:0:1 인 식물재배용 LED를 사용하였다. 또한 릴레이 모듈 및 조도센서를 이용한 PWM 제어를 통해 LED를 작동시켜 상추의 광합성을 촉진하였으며, 조명이 필요 없는 경우에는 LED의 작동을 정지하도록 하였다. 아래 그림 4는 식물용 LED의 제어를 통해 상추의 광합성이 원활히 이루어지도록 환경을 조절하는 모습이다.

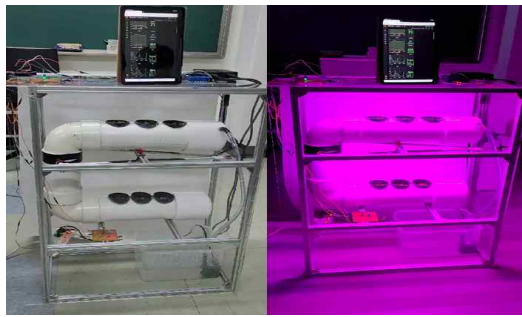


그림 4. 식물용 LED를 통한 조도제어

## References

- [1] D. H. Jung, H. I. Yoon, J. E. Son, “Development of A Three-Variable Canopy Photosynthetic Rate Model of Romaine Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Grown in Plant Factory Modules Using Light Intensity, Temperature, and Growth Stage”, *Protected Horticulture and Plant Factory*, Vol. 26, No. 4, pp. 268-275, Oct. 2017.
- [2] Xin. P, Li. B, Zhang. H, Hu. J, “Optimization and control of the light environment for greenhouse crop production”, *Scientific Reports*, Vol .9, pp. 1-13 Jun. 2019.
- [3] Pinho. P, Hytönen. T, Rantanen. M, Elomaa. P, Halonen. L, “Dynamic control of supplemental lighting intensity in a greenhouse environment”, *Lighting Research & Technology*, Vol. 45, No. 3, pp. 295-304, Jun. 2013.
- [4] M. K. Cha, J. H. Cho, Y. Y. Cho, “Growth of Leaf Lettuce as Affected by Light Quality of LED in Closed-Type Plant Factory System”, in *Proceeding of the 22th Symposium on Protected Horticulture and Plant Factory*, pp. 291-297, 2013.
- [5] Gyeonggi-do Institute of Agriculture Technology. Lettuce [Internet]. Available : <https://terms.naver.com/entry.naver?docId=769580&cid=46694&categoryId=46694>

## V. 결 론

본 논문에서는 지그비 센서 네트워크를 이용하여 스마트팜에서 발생하는 다양한 데이터를 실시간으로 계측하고 원격 및 자동으로 식물의 생육 환경을 관리하는 시스템을 구현하였다. 수집한 데이터는 저장 후 모니터링에 활용하였으며 원격 및 자동으로 농장의 환경 변화에 대응함으로써 식물의 생육환경을 유지할 수 있도록 하였다. 스마트팜 내부의 온도, 습도, 조도, 이산화탄소 등 환경 요소는 식물 성장환경을 효율적으로 유지하는데 있어 중요하므로 본 시스템을 적용하여 효율적인 식물 성장에 도움이 될 것을 기대한다.

본 논문에서는 재배 대상의 생육을 촉진하기 위해 익히 알려진 적정 생육 정보를 이용하여 제어 시스템을 작동시켰다. 그러나 식물의 생육 환경은 종별로 상이할 뿐 아니라 환경 변화에 따라 변화한다. 따라서 차후에는 식물의 광합성에 필요한 최적의 파라미터를 구하고, 이를 활용하여 다양한 식물의 성장환경을 개선하는 시스템을 연구할 예정이다.