

스마트온실 전력 사용량 확인을 위한 전력량 모니터링 시스템 연구

김현준¹⁾, 정운필²⁾, 여현*

국립순천대학교¹⁾, 지능형 스마트농업 Grand ICT 연구센터²⁾ *국립순천대학교

khy0098@naver.com¹⁾, wpj@scnu.ac.kr²⁾ *yhyun@scnu.ac.kr

Research on power monitoring system to check smart greenhouse power usage

Kim Hyun Jun¹⁾, Jeong Un Pil²⁾, Yoe Hyun*

Sunchon National Univ¹⁾ AI based Smart Agriculture Grand ICT Research Center²⁾ *Sunchon National Univ.

요약

본 논문은 급진적으로 발전하는 우리 농업사회에 활용되는 스마트온실 장비들의 구성을 확인하고, 해당 장비에서 발생하는 전력량을 각개 확인할 수 있는 모니터링 시스템을 연구하는데 목적을 두었다. 스마트온실 내에 활용되는 장비들의 추가적인 연구와 제품의 과생으로 많은 장비들이 활용되는 까닭으로, 큰 전력 소모가 발생하게 되는데, 많은 전력량 사용은 다양한 문제점들을 야기한다. 본 연구는 향후 미래 저탄소, 에너지 절감등의 문제를 해소하기 위한 기초 연구로, 각 장비들에서 발생하는 전력량을 확인할 수 있는 시스템을 고안하는데 목적을 두었다. 본 연구에서 제안된 스마트온실 전력량 사용량 확인 모니터링 시스템은 농가의 유지비 감소와 에너지 절감을 위한 제품 개선 및 기술 고도화 등에 활용될 수 있을것으로 기대한다.

I. 서론

농업에 IT를 적용하고, 다양한 기술을 기반으로 지속가능성을 높이며, 생산성을 향상시켜오고 있다. 우리는 이 단계를 스마트농업이라고 부르고 있다. 다양한 센서와 기타 장비를 활용하여 스마트온실 내의 환경을 구성하며, 외부 환경으로부터 작물을 보호하기 위한 다양한 장비들이 구성되고 있다. 그러나, 여러 센서와 장비들이 증축되는 만큼, 작물을 생산시키기 위한 전력량 소모가 늘어나는 것은 당연한 일이다. 스마트온실에서 전력량이 늘어나는 것은, 다양한 문제를 야기할 수 있다[1]. 스마트온실은 노동력의 절감, 생산성 효율 증대, 경제적 비용 감소의 효과를 나타내고자 고도화를 시키는 반면, 전력량이 늘어나게 되는 것은 농장주의 입장에서 농장 운영의 큰 경제적 타격으로 돌아올 수 있으며, 전력을 생산하는 행위 자체적으로 발생하는 가스, 연료 등으로 인한 환경 영향을 초래할 수도 있다 수익을 위해 운영하는 농장에서 전력 사용량과 비용 증가는 수익성을 저해하고, 농업 경제의 순환에 걸림돌이 될 수 있을것으로 보인다[2].

본 연구에서는, 스마트온실에서 활용되는 장비의 전력 사용량 확인을 위한 에너지 모니터링 시스템에 대한 연구를 수행한다. 해당 연구를 통하여 전력이 가장 많이 활용되는 부분에 대한 탐지와 에너지가 낭비되는 요소들에 대한 정보를 파악하고자 한다. 해당 연구를 위하여 2절에서는 스마트온실에서 전력을 사용하는 요소(센서 또는 구동장비)들에 대한 조사를 수행하고, 3절에서는 전력량을 확인할 수 있는 시스템 구성도를 제시하며, 최종 결론 및 기대효과로 마무리 하고자 한다.

II. 스마트온실 전력 활용 장비 확인

국내 스마트온실을 구성하는 장비의 모습과 성능치에는 다양한 차이가 있다[3]. 재배 작물 대상의 차이에 따라 활용되는 장비의 종류가 다르며, 온실의 규모에 따라서도 사용하는 전력량이 달라질 수 있다. 본 논문 연구를 위해서 보편적으로 활용되는 규모(200평, 1동)으로 한정하며, 작물은 대중적으로 재배되고 있는 방울토마토로 한정하였다.

방울토마토의 경우 생육환경이 다른 작물들과 일치하는 경우가 많아 경우의 수를 줄이는데 용이하였다. 또한 방울토마토 재배시에 활용되는 장비의 구성 또한, 타 재배 작물들과의 차이점이 크게 없는 것으로 확인되었다. 그리고, 전력의 사용량은 계절별 가용하는 난·냉방기에 한해서도 큰 변화폭을 나타낼 수 있으나, 해당 연구를 수행하는 계절(봄)을 기준으로 연구를 수행하였다.

스마트온실에서 전력을 소요하는 장비들의 구성은 조사 결과 표 1과 같이 나타났다.

| | 구분 | 장비명 | 가동시간 |
|---|------|------------------|------|
| 1 | 내·외부 | 환경센서(온도, 습도 등) | 상시 |
| 2 | 내부 | 온실환경제어기 | 상시 |
| 3 | 내부 | 배전반 | 상시 |
| 4 | 내부 | 조명 | 상시 |
| 5 | 내부 | 보온, 암막 덮개 등 개폐장치 | 상시 |
| 6 | 내부 | 유동팬 | 상시 |
| 7 | 내부 | WiFi 및 공유기 전원 | 상시 |
| 8 | 내부 | 냉·난방기 | 상시 |

표 1. 스마트온실 전력 가용 구성 요소

Table 1. Smart greenhouse power-enabled components

구성 요소중 작은 소자 단위의 환경 센서의 경우 별도 배터리(태양광) 또는 무전원을 활용하는 경우가 많은 것으로 확인되었으며 스마트온실에서 보편적으로 활용되는 센서 중 큰 전력을 소요하는 경우는 없는 것으로 조사되었다[4].

III. 모니터링 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 제시하는 전력량 모니터링 시스템의 구성은 그림 1과 같이 나타났다. 추가적으로 허용치 이상의 전력량을 활용하는 경우 사용자에게 알람이 가도록 설정하였으며, 해당 알람 기능을 통하여 방진이나, 누전등의 사항을 인지가능하도록 하였다.

각 스마트온실에 설치되는 복합환경제어기, 조명, 보온덮개 등의 구동을 위한 개폐기, 유동팬, 냉·난방기에서 소모되는 전력량 측정을 위하여 각 주요 장비마다 전력량을 측정할 수 있는 장비(전력 측정계, 아두이노 활용 키트 등)를 연결하였으며, 해당 전력은 LED로 나타낼 수 있도록 코딩하였다. 전력량을 나타내는 LED는 추가적인 배터리를 활용하여 전체적인 구성도에 전력량이 합쳐지지 않도록 하였다.

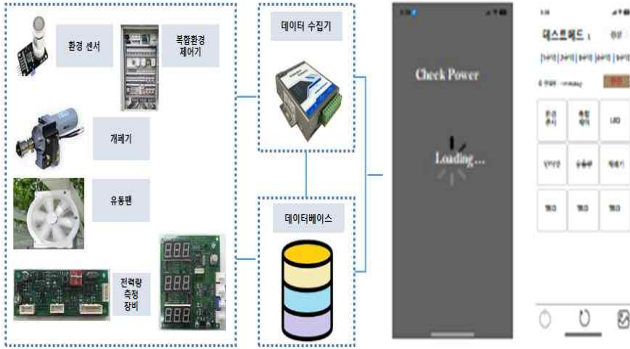


그림 1. 스마트온실전력량 모니터링 시스템 구성
Fig 1. Configuring a smart greenhouse power monitoring system

모니터링 시스템의 전력량 측정 결과는 본 대학의 테스트베드에 설치하였으며, 설치 이후 1초 간격으로 측정하여, 엑셀에 기록하도록 하였다. 이때, 측정계의 이상이 보이거나, 데이터가 누락되는 경우 장비에 설치된 별도 전력 측정계를 활용하여 입력을 수행하는 등, 오차범위를 줄이기 위한 노력을 수행하였다. 1초마다 측정된 결과값은 최종 30분을 주기로 엑셀화하여 데이터를 저장하였으며, 각 장비에서 소요하는 전력의 평균값을 모니터에 표기하였다[4]. 본 데이터 수집 주기는 국립 축산과학원에서 최적 데이터 수집을 위해 연구된 주기를 참고하였다[5].

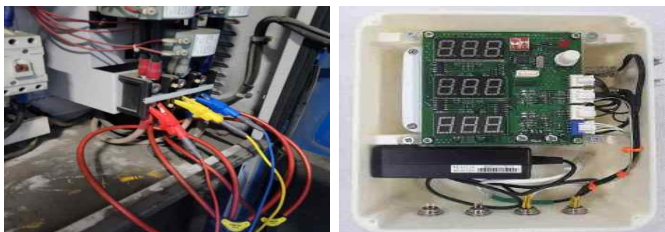


그림 2. 스마트온실 활용 장비 전력량계 설치 모습
Fig 2. Smart Greenhouse Utilisation Equipment Wattage Meter Installation



그림 3. 스마트온실 전력량 사용자 확인 서비스 구현도
Fig 3. Implementation of the Smart Greenhouse Wattage User Confirmation Service

스마트온실을 구성하는 각개 장비별 구성마다 그림 2와 같이 전력량계를 설치하였으며, 해당 전력량계에서 수집되는 데이터는 별도 RS485 또는, Wi-Fi 모듈을 이용하여 PC로 전송하도록 설계하였으며, 최종 사용자가 가시적으로 활용할 수 있도록 그림 3과 같이 어플리케이션과 연동하였다.

IV. 결론

본 논문에서는 스마트온실에서 활용되는 장비들의 전력 사용량 확인을 위한 전력량 모니터링 시스템을 연구하고 제안하였다. 스마트온실의 전력을 확인하기 전 스마트온실에서 활용되는 장비들의 대표적인 구성요소를 조사하였으며, 안전을 위한 전력의 누전, 방전 등의 예외 사항을 사용자에게 알리는 기능을 구현하였다. 그리고 최종 전력 사용량에 대한 가시화를 위한 어플리케이션과의 연동을 수행하였다. 해당 모니터링 시스템에서 확인된 데이터는 차후, 농장주가 경영할 때 필요한 소요재원의 산출 근거로 활용되어 수익성을 증진시키는데 활용가능하며, 에너지 사용량과 장비의 가동 시간 등 파악을 통하여 장비의 유희정도를 유출하는데 사용이 가능할 것으로 보였다. 해당 전력 확인 시스템은 기술의 발전 정도에 따라, 에너지 절감을 위한 제품 개선 등 기업에서 활용이 가능할 것으로도 판단된다. 최종적으로, 본 연구의 결과와 과정은, 향후 넷제로, 탄소절감, 에너지 절감, 신재생 에너지 대체 등의 이슈를 해결하기 위한 기초연구자료로 활용될 수 있을 것으로 본다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원의 지역지능화핵심인재양성(Grand ICT연구센터) 사업의 연구결과로 수행되었음” (IITP-2024-2020-0-01489)

참고 문헌

[1] Oh J., J. Lee, and E. Hong. “A study on research trends in the smart farm field using topic modeling and semantic network analysis” J Digit Converg (2022) 20:203-215.

[2] 문준태, 신화영, and 이명훈. “ICT 기반 스마트팜 에너지 계측 모니터링 시스템에 관한 연구.” Proceedings of the Korea Telecommunications Society (2023): 103-104.

[3] 엄유정, et al. “IoT 기반의 온실의 에너지 절감을 위한 모니터링 시스템.” The Institute of Electrical and Electronics Engineers (2021): 1404-1405.

[4] 한국연구재단, “환경센서, 배터리 없이도 작동 가능해졌다.” (https://kidd.co.kr/news/191873)

[5] 이무열, 심소정 외 2인, “A Web-based Monitoring of Electrical Energy Consumption and Data Analysis of Smart Farm Facilities”, Journal of Bio-Environment Control. 31 October (2022). 366-375