

스마트팜의 전력 소비량 절감을 위한 통합제어 시스템 설계

임상민, 안장덕, 이명훈*

*국립순천대학교

sangmin9642@gmail.com, forgj@naver.com, *leemh777@scnu.ac.kr

Design of an integrated control system to reduce power consumption in smart farms

Lim Sang Min, Ahn Jang Duk, Lee Meong Hun*

*Sunchon National Univ.

요약

본 논문에서는 스마트팜에서 전력 소비를 효율적으로 관리하고 절감하기 위한 통합제어 시스템을 설계하였다. 기존의 스마트팜 전력 관리시스템은 주로 전력 소비를 모니터링하는 것에 그쳤으나, 제안된 시스템은 전력량 데이터와 환경 데이터를 수집·분석하여 최적화된 제어 전략을 실시간으로 실행하고 피드백 루프를 통해 지속적으로 개선한다. 시스템은 감속 운전, 기상 데이터 활용, 열 회수 시스템 등 다양한 전력 절감 수단을 통합하여 최적의 전력 소비를 실현하고자 하였다. 또한, 기계 학습 및 인공지능 분석을 통해 전력 소비 패턴을 파악하고 최적의 제어 전략을 도출하여 전력 소비량을 효과적으로 절감하였다. 본 시스템은 온실 재배, 식물 공장 등 전력 소비가 많은 농업 분야에서 에너지 절감과 효율적 운영에 기여할 것으로 기대된다.

I. 서론

현재 전 세계적으로 온실가스 감축을 목표로 에너지 소비가 중요한 문제로 대두되고 있다. 특히, 전력 소비를 줄이는 것은 운영 비용 절감과 환경 보호에 중요한 역할을 한다[1]. 그러나 기존의 스마트팜 전력 관리 시스템은 전력 소비를 단순히 모니터링할 뿐 실시간으로 분석하고 최적화하는 기능이 부족하고[2-4], 개별 장비 제어에 그쳐 전체 시스템의 효율성을 극대화하기 어렵다. 또한, 외부 기상 조건이나 온실 내부의 환경 데이터를 효과적으로 활용하는 데에 부족하다[5].

따라서, 스마트팜에서 전력 소비를 효율적으로 관리하고 절감할 수 있는 통합제어 시스템이 필요하다. 본 논문은 스마트팜에서 전력 소비를 효율적으로 관리하고 절감하기 위한 시스템에 관한 것으로, 특히 전력량 데이터와 환경 데이터를 수집, 분석하여 다양한 전력 절감 수단을 통합적으로 제어하는 시스템을 제안한다.

II. 본론

본 논문에서는 스마트팜의 전력 소비를 효율적으로 관리하고 절감하기 위한 통합제어 시스템을 설계하였다. 본 시스템은 둘 이상의 전력 절감 수단을 통합적으로 활용하여 전력 소비를 최적화하는 것을 목표로 한다. 본 시스템은 크게 수집부, 저장 및 분석부, 제어부, 피드백 루프로 구성된다. 수집부에서는 스마트팜 내 다양한 센서로부터 전력 소비 및 환경 데이터를 실시간으로 수집한다. 여기에는 CT(Current Transformer) 센서, 전압 센서, 전력계, 외부 기상 센서, 온실 내부 센서 등이 포함된다. CT 센서는 전류를 측정하여 전력 소비를 계산하며 전압 센서는 전압을 측정한다. 전력계는 전력, 전류, 전압, 주파수 등을 측정한다. 기상 센서는 온도, 습도, 일조량 등을 측정하여 외부 환경 데이터를 수집한다. 온실 내부 센서는 온실 내부의 온도, 습도, CO2 농도, 토양 수분 함량 등을 측정하여 내부 환경 데이터를 수집한다. 이렇게 수집부에서 계속하고 수집한 센서 데이터들은 저장 및 분석부의 데이터로거에 저장된다.

저장 및 분석부는 데이터로거 및 게이트웨이, 중앙서버 등이 포함된다. 중앙 서버는 데이터베이스 관리시스템을 통해 수집부로부터 전달받은 데이터를 저장하고 관리한다. 저장된 데이터는 전처리 과정을 거쳐 분석에 사용된다. 데이터 전처리 과정에서는 결측치 처리, 노이즈 제거 등의 작업을 포함하며 분석 과정으로는 분석 기초 통계 분석, 전력 소비 패턴 분석, 기계 학습 모델 학습 등을 수행한다. 이러한 과정을 통해 전력 소비 패턴을 파악하며, 최적의 제어 전략을 수립하여 제어 명령을 생성하고 제어부에 전달한다.

제어부는 분석된 데이터를 바탕으로 전력 절감 목표를 설정하고, 다양한 전력 절감 수단을 통합적으로 제어한다. 자동화 제어 시스템은 각 장비(팬, 펌프, 냉난방기 등)의 작동을 최적화하며, 타이머와 센서를 활용하여 장비의 작동 시간을 최적화한다. 적어도 하나 이상의 전력 절감 수단을 가지며 전력 절감 수단으로는 감속 운전, 기상 데이터 활용, 열 회수 시스템 등이 있다. 감속 운전은 팬, 펌프, 냉난방기 등의 작동 속도를 조절하여 불필요한 전력 소비를 줄이고, 기상 데이터 활용은 외부 기상 조건을 실시간으로 분석하여 난방, 냉방, 조명 등의 사용을 최적화한다. 열 회수 시스템은 온실 내 발생하는 열을 회수하여 난방 등에 재사용한다. 그림 1은 시스템의 전체적인 구성을 나타낸다.

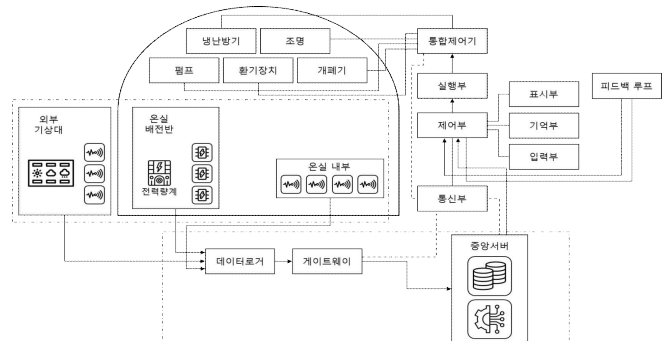


그림 1. 시스템의 개략 구성도

Fig 1. Schematic diagram of the system

