

온실에서의 폐열 에너지 활용을 위한 빅데이터 분석 기반 알고리즘 설계

임종현, 이명배, 박장우, 신창선, 조용윤*

*순천대학교

sshb56@s.scnu.ac.kr, lmb@scnu.ac.kr, jwpark@scnu.ac.kr, csshin@scnu.ac.kr, *yycho@scnu.ac.kr

Big data analysis-based algorithm design for waste heat energy utilization in greenhouses

Lim Jong Hyun, Lee Myeong Bea, Park Jang Woo, Shin Chang Sun, Cho Yong yun*

*Sunchon National University.

요 약

본 논문은 소각장에서 발생하는 폐열을 온실에서 활용하기 위한 알고리즘을 설계하고자 폐열 에너지 공급 시뮬레이션을 위한 시설이 구축된 온실의 데이터를 분석하여 연구하였다. 최근 농업은 인력과 자연 기후에서 의존해오던 예전과 다르게 농기계와 각종 설비들을 활용하는 스마트팜의 확산으로 에너지 다소비 형태의 산업으로 변모해가고 있다. 그에 따라 여러 온실에서 에너지 비용을 효과적으로 절약하기 위해 여러 신재생에너지나 공장, 소각장 등에서 발생하는 폐열 에너지를 도입하고 있다. 따라서, 본 논문에서는 실증 온실의 에너지 및 축열조 등 수집된 데이터를 분석하여 축열조의 활용되지 않는 부분의 일부를 폐열 에너지 저장을 위한 공간으로 활용할 수 있도록 알고리즘을 설계하였다. 해당 결과를 통해 낭비 되어지는 에너지를 효율적으로 운영하여 작물 재배 비용을 절감할 수 있을 것으로 기대된다.

I. 서 론

최근 농업은 전통적으로 인력과 자연 기후에 의존해온 산업이었으나 이제 원예시설과 축사 등의 냉·난방이나 생산·유통과정별 농기계와 각종 설비의 활용 등이 일상화되고 이른바 ‘스마트농업’의 확산이 전망되는 에너지 다소비 산업으로 변모해가고 있다.[1] 그에 따라 공장이나 발전소 등에서 발생하는 산업용 폐열은 농업시설의 난방은 물론 농식품 건조에너지를 대체할 수 있는 대안이 될 수 있으며, 산업폐열을 농업분야에 활용가능한 지역을 대상으로 산업폐열에 대한 조사 분석 연구를 통해 효과적인 활용 방안을 제시할 필요성이 있다.[2] 따라서, 본 논문에서는 소각장에서 발생하는 폐열 에너지를 최적 활용하고자 시뮬레이션을 위해 폐열 에너지 공급 역할을 하는 펌프 보일러와 열에너지를 기반으로 냉수를 만드는 흡수식 냉동기를 설치한 스마트팜에서 데이터를 수집/분석하여, 이를 기반으로 알고리즘을 설계하였다.

II. 본론

본 논문에서는 그림1과 같은 에너지 공급 구성을 가진 스마트팜에서 데이터를 수집하였다. 해당 스마트팜은 히트펌프를 통해 만들어진 냉/온수는 항상 주/보조 축열조를 거쳐 온실로 공급하도록 되어있다. 또한, 폐열 에너지 공급 시뮬레이션을 위해 펌프 보일러와 열에너지를 가지고 냉수를 만들어내는 흡수식 냉동기를 구축하였다. 폐열 에너지의 경우 발생하는 순간 사용하지 않으면 버려지게 된다. 따라서, 폐열 에너지를 효율적으로 사용하기 위해 수집한 데이터에 대해 분석을 진행하였다.

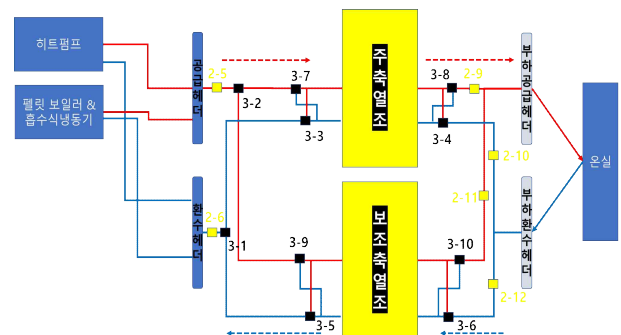


그림 1 스마트팜 에너지 공급 구성도

축열조의 경우 냉방 상태일 때는 7 ~ 12도를 유지하며, 난방 상태는 45 ~ 50를 유지한다. 그러나 냉/난방시 주/보조 축열조에 있는 축적된 에너지를 모두 사용하는 것이 아닌 냉방시에는 최하층, 난방시에는 최상층의 에너지를 우선적으로 사용하며, 히트펌프가 동시에 가동하여 실시간으로 에너지를 공급하는 형태로 진행되고 있다.

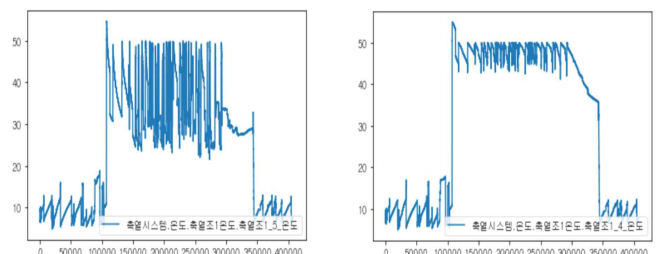


그림 2 축열조 최상층 및 하위층 온도 그래프

축열조의 최상층을 제외한 다른 층의 에너지들은 기준치까지 자연 소멸 하다가 다시 에너지를 축적하는 형태로 운영하니 해당 부분의 에너지 저장량을 조절하여 폐열 에너지를 저장하게끔 알고리즘을 설계하였다. 머신러닝 모델을 통해 지난 에너지 소비량 및 신재생에너지 공급량을 학습시켜 다음날 시간대별 에너지 소비량과 신재생에너지 공급량을 예측할 수 있는 모델을 개발하고, 예측되어진 신재생에너지 공급량만큼의 에너지 열량을 축열조 하위층에서 소비할 수 있도록 한다. 그리고 발생하는 신재생 에너지를 이용하여 축열조 하위층에 에너지를 공급하도록 한다.

III. 결론

본 논문에서는 폐열 에너지를 활용하는 스마트팜 온실에서 별도의 저장 장치 없이 기존 축열조를 통해 발생하는 폐열 에너지를 보다 효율적으로 활용할 수 있는 알고리즘을 설계하였다. 실증 온실에서 수집한 데이터를 분석한 결과 축열조의 에너지는 전체 층을 동시 사용하는 것이 아닌 최상층 위주로 이용 되어지고 있었고, 나머지 하위층의 에너지는 일정량을 유지하는 형태를 보여주어 신재생에너지의 공급열량 만큼의 에너지를 축열조 하위층을 미리 비워 저장할 수 있게끔 알고리즘을 설계하였다. 따라서, 온실에서 미사용 되어 버려질 수 있는 폐열 에너지를 최소화하여 에너지 비용 절감 효과를 볼 수 있다. 향후 실증 데이터 및 추가 연구를 통해 보다 효율적인 알고리즘으로 고도화 예정이다.

ACKNOWLEDGMENT

The Korea Institute of Energy Technology Evaluation and Planning (KETEP) grant funded by the Korean government (MOTIE) (20202020900060) have been sponsored this work., This research was supported by "Regional Innovation Strategy(RIS)" through the National Research Foundation of Korea funded by the Ministry of Education(MOE)(2021RIS-002).

참 고 문 헌

- [1] 김규호, 유재국, 장영주. “농업 부문 최종에너지 소비 현황 및 향후 과제” 국회입법조사처
- [2] 국립농업과학원. “산업폐열의 농업분야 활용 방안 조사 연구”
- [3] Cai, Wentao, Ruihua Wei, Lihong Xu, and Xiaotao Ding. "A method for modelling greenhouse temperature using gradient boost decision tree." Information Processing in Agriculture (2021).