엣지 컴퓨팅을 활용한 스마트팜 기자재 관리 시스템 설계

김정기, 이명훈*

주식회사 에이스퀘어, *국립순천대학교

jm04722@asquare.re.kr, *leemh777@scnu.ac.kr

Design of smart farm equipment management system using edge computing

Kim Jeong Ki, Lee Meong Hun*

Asquare Inc, *Suncheon National University.

요 약

본 논문은 많은 연구 및 개발이 이루어지고 있는 스마트팜 분야에서 엣지 컴퓨팅을 활용하여 기자재를 관리하는 시스템을 설계하고자 한다. 국내 스마트팜은 아직 설치하였으나 사용만 되고 있으며 관리 부분에서는 소홀한 경우가 대다수이다. 스마트팜 기자재 특성상 대부분은 고가의 장비로서 고장 났을 때의 원인을 알아내고 조치를 취하여 해결하기에 어려운 점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 스마트팜 기자재 오류 유형을 분석하여 분류하였고 엣지 컴퓨팅을 활용한 스마트팜 기자재 관리 시스템을 설계하여 더 수월하게 스마트팜 장비들을 관리할 수 있도록 본 연구를 진행하였다.

Ⅰ. 서 론

기술이 발전되며 ICT 기술과 접목된 다양한 기술들이 등장하고 있다. 또한, 농업 분야 또한 예외 없이 수많은 기술이 파생되어 생겨나고 있다[1,2]. 주요 관심 기술 중 하나는 스마트팜으로서 현재 많은 연구 및 개발이 이루어지고 있으며 실제 농가에서도 스마트팜을 사용하는 농가들이 많이 생겨나고 있다[3,4]. 하지만 스마트팜을 활용하는 데 있어서 아직 스마트팜 선진국인 미국, 네덜란드 등에 비하면 국내 스마트팜 기술은 아직 미흡한 부분이 있다. 실제 농가에서도 스마트팜을 설치하였으나 사용만 되고 있으며 관리 부분에서는 소홀한 경우가 대부분이다. 스마트팜 기자재 특성상 대부분은 고가의 장비로서 고장 났을 때의 원인을 알아내고 조치를 취하여 해결하기에 어려운 점이 있다[5]. 또한, 장비가 바람, 흙, 등의 자연에 더 많이 노출되는 농가 특성상 더욱더 빠르게 부식되기 때문에 고장의 확률이 다른 일반 장비와 비교하였을 때 훨씬 높다. 그러므로 기자재의 관리는 매우 중요하다.

본 논문은 이러한 점을 보완하기 위해 더 빠르고 정확한 데이터 전송이 가능한 엣지 컴퓨팅을 활용하여 스마트팜의 기자재를 일괄적으로 관리하여 고장 여부 등을 확인하고 예방할 수 있는 기자재 관리 시스템을 연구하여 설계하였다. 이 연구를 통해 실제 스마트팜을 사용하는 영농인들에게 도움을 주어 더욱 효율적으로 스마트팜 기재자를 활용하며, 그로 인해 농민들의 수익성 향상과 국내 스마트팜 기술 발전 및 활성화가 더욱더 활발하게 될 것이라 기대한다. 본 논문의 순서로는 다음과 같다. 2장에서 스마트팜 기자재 시스템의 오류 유형을 분석하고 관리 시스템 설계의 전체 구성도 소개하며 3장에서는 결론으로 본 논문을 마무리하고자 한다.

Ⅱ. 본론

본 논문에서는 우선 스마트팜 기자재의 오류 유형을 분류하여 확인할 수 있도록 하였고 분류를 통한 오류 유형 모델링을 엣지 컴퓨팅을 통해 활용하여 기자재를 관리할 수 있도록 설계하였다.

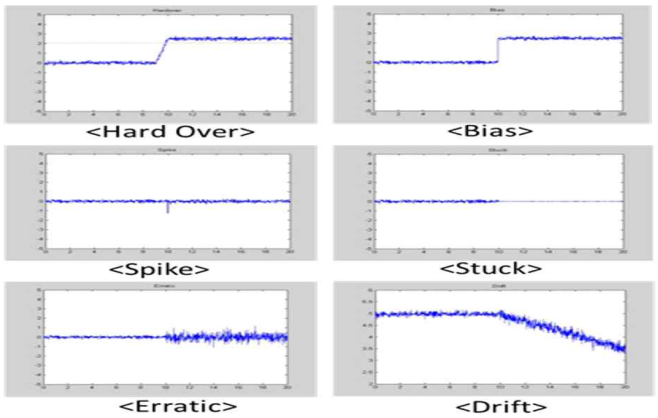

그림 1. 스마트팜 기자재 시스템 오류 유형 분석

Fig. 1. Smart farm equipment system error type analysis

스마트팜 기자재 시스템의 오류 유형은 Hard Over, Bias, Spike, Stuck, Erratic, Drift 총 6가지로 스마트팜 시스템 오류 유형들을 분석하였다. 그 후 오류 유형 모델링 생성을 위해 학습데이터를 구축하였고 정상 센서 실측 데이터에 센서 오류 유형을 고려한 통계적 bias 및 noise를 추가하여 학습할 수 있도록 설계하였다. 학습 데이터를 구축한 뒤 모델 Traing 및 Validation 과정을 진행하였다. 머신러닝은 SVM(Support Vector Machine), PCA(Principal Component Analysis) 기법을 사용하였고 인공신경망 분석은 LSTM(Long Short Term Memory)을 사용하여 설계하였다. 설계한 모델을 통해 오류 유형을 분석하여 기자재를 관리하도록 하였고 그 과정에서 엣지 컴퓨팅을 활용하여 농가의 위치 특성상 통신과 데이터 전송이 빠르게 이루어지기 힘든 점들을 보완하여 센서 및 기자재 데이터를 현지에서 바로 처리하여 확인할 수 있도록 하였다. 기자재 데이터와 센서 데이터를 통합한 뒤 엣지 컴퓨팅으로 관리할 수 있도록 하였고 엣지 컴퓨팅을 활용한 더 빠르고 즉각적인 데이터 전송을 통해 스마트팜에 고장이나 이상이 발생하였을 때 빠르게 대응이 가능할 수 있도록 하였다.

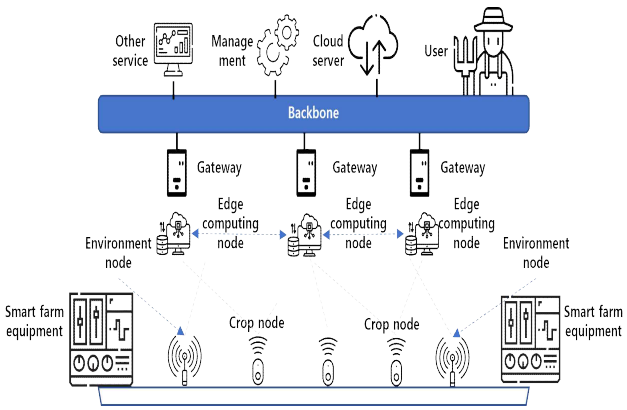

그림 2. 스마트팜 기자재 관리 시스템 구성도

Fig. 2. Smart farm equipment management system configuration diagram

위의 그림 2는 설계하고자 하는 시스템의 구성도를 나타낸다. 센서노드 및 스마트팜 장비에서 데이터들을 수집하고 수집된 데이터는 엣지 컴퓨팅 노드로 이동하여 엣지 컴퓨터에서 데이터를 처리하고 분석하는 역할을 수행한다. 앞서 연구한 시스템 오류 유형 분석 모델을 통해 기자재의 문제 여부를 분석하여 문제가 있는 데이터를 발견하였을 경우 중앙 서버로 데이터를 전송하는 역할을 수행한다. 게이트웨이를 통해서 엣지 컴퓨팅과 클라우드 서버 간에 원활한 통신이 가능하게끔 관리하며 최종적으로 데이터를 사용자가 확인하거나 클라우드 서버 및 다른 서비스 연결하여 추가적인 분석 및 관리를 가능하게끔 하는 시스템을 설계하였다.

Ⅲ. 결론

본 논문에서는 스마트팜의 기자재 시스템 오류 유형을 분석하여 분류한 뒤 학습 데이터 구축하여 모델 Traing 및 Validation 과정을 진행하였다. 머신러닝 및 인공신경망 분석을 활용하여 오류 유형 분석 모델을 설계하였다. 설계한 모델을 기존의 스마트팜 시스템과는 다르게 엣지 컴퓨팅을 활용하여 실시간으로 문제를 감지하여 처리할 수 있는 스마트팜 기자재 관리 시스템을 설계하였다.

본 연구를 통해 바람, 흙, 등의 자연에 더 많이 노출되는 농가 특성상 망가지거나 노후화되기 쉬운 고가의 스마트팜 장비들을 관리하는 데 있어서 도움을 줄 수 있기를 기대하며 추후 실제 농가에 적용한 내용과 더 다양한 방법을 통한 스마트팜 기자재 관리 시스템에 대한 연구를 진행하도록 하겠다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 연구는 2024년도 산학협동재단의 지원을 받아 수행되었음”.

참 고 문 헌

[1] 이승헌, 김락우, 정득영, 박대헌. "ICT 기술을 적용한 농업분야의 연구동향," 한국통신학회지(정보와통신), vol. 39, no. 10, pp. 3-12, 2022.

[2] 여욱현, 이인복, 권경석, 하태환, 박세준, 김락우, 이상연. "스마트팜 구현을 위한 연구동향 및 ICT 핵심기술 분석," 시설원예·식물공장, vol. 25, no. 1, pp. 30-41, 2016.

[3] 이현복, 손동화, 변나향. "국내 스마트팜 관련 연구동향 조사," 대한건축학회 학술발표대회 논문집, pp. 585-588, 2021.

[4] 이지훈, 김진술. "스마트농업 ICT 융합기술 연구 동향 분석," 한국통신학회지(정보와통신), vol. 38, no. 8, pp. 19-25, 2021.

[5] 최휘민, 김주만. "스마트팜 ICT기기의 이상탐지 시스템," 한국인터넷방송통신학회 논문지, vol. 19, no. 2, pp. 169-174, 2019.