

노지 작물 근권부 상태 측정을 위한 무선 네트워크 기반 토양센서 설계

최현오, 이명훈, 여현*

*순천대학교

wishind@scnu.ac.kr, leemh777@scnu.ac.kr, *yhyun@scnu.ac.kr

Design of a wireless network-based soil sensor to measure the condition of the root zone of field crops

Choe Hyeon O, Lee Meong Hun, Yoe Hyun*

*Sunchon National Univ.

요약

최근 4차 산업 혁명 시대가 다가오면서 다양한 분야에서 스마트 기술을 접목하기 위한 시도가 국내외적으로 진행되고 있다. 현재 사용되고 있는 토양센서는 대부분 외국 제품을 이용하고 있으며, 유선방식 통신으로 노지 현장에 설치가 어려운 문제점이 있다. 이에 본 논문은 수분 및 EC 데이터를 측정하여 노지 환경데이터 및 수확량 분석을 통해 근권부 환경상태를 효과적으로 관리하는 무선 통신방식의 토양 측정 센서를 설계하였다. 본 시스템은 토양 정보를 측정하는 3개의 탐침과 무선 통신을 위한 Wi-Fi모듈, 충전식 배터리로 동작하도록 구성하였다. 무선 통신방식을 활용하여 센서 각각의 데이터를 손쉽게 수집, 모니터링할 수 있는 시스템을 제공하므로 농장 운영의 편리함을 제공할 수 있다.

I. 서론

최근 4차 산업 혁명 시대가 다가오면서 다양한 분야에서 스마트 기술을 접목하기 위한 시도가 국내외적으로 진행되고 있다. 세계 각국에서 농업 기술 혁신을 통한 농업 경쟁력을 증대시키기 위해 ICT 기술을 접목하고 있다. 스마트팜은 센서, 정보통신, 제어, ICT 기술 등을 갖추고 네트워크화된 시설 농업으로 고령화 및 기후변화 등에 의한 미래 식량 문제를 해결할 수 있는 대안이다[1,2].

국내 스마트팜은 시설원에 중심으로 발전하고 있지만, 최근에는 노지 환경에 대한 작물 생육 정보 수집 연구가 활발히 진행 중이다. 노지의 경우 외부 환경 영향이 절대적이므로 과학영농을 구현하기 위해서는 전주기 데이터 확보가 필요하다. 따라서 노지 스마트팜 시스템을 적용하기 위해 기상환경과 토양환경의 데이터를 수집을 우선으로 해야한다. 기상의 경우 AWS(Automatic weather system)을 통해 많은 데이터가 수집되었지만, 토양의 경우 빅데이터 수집이 부족한 실정이다.

또한 현재 사용되고 있는 토양센서는 대부분 외국 제품을 이용하고 있으며, 유선방식 통신으로 농가 현장에 설치가 어려운 문제점이 있다. 이에 본 논문은 노지 환경에서 토양의 수분 및 EC 데이터를 측정하여 작물의 근권부 환경상태를 효과적으로 관리하는 무선 통신방식의 토양 측정 센서를 설계 및 구현하고자 한다.

II. 관련연구

II-1 TDR 방식(Time Domain Reflectometry)

TDR 방식은 초고주파(100MHz~1.0GHz)를 이용하여 고주파 신호가 전극 사이를 왕복하는데 걸리는 시간이 토양의 수분, 온도 유전율에 관계가 있다는 원리를 이용한다. 토양 내 수분변화에 따른 유전율 변화는 반사파의

세기정도에 따라 회로 내에 걸리는 전압차 또는 전류의 세기차를 시간차(time difference, frequency count)로 변환하여 읽으며, 반사파의 시간과 크기를 측정한다. 다만, 토양밀도에 따라 측정값의 변화가 크다. 특징으로는 FDR 방식보다 주파수 영역이 높은 초고주파를 사용하고 전파세기를 시간차로 변화하여 읽기 때문에 비교적 안정된 값을 읽어 측정오차가 적은 장점이 있으나 회로 구성가격이 고가이다. 또한 사토 및 염도가 높은 토양에서 측정 값 보정이 필요하다[4].

II-2 FDR 방식(Frequency Domain Reflectometry)

FDR 방식의 지점 토양수분 측정은 TDR 방식과 마찬가지로 전자기파의 걸보기 유전율 변화를 통해 토양수분함량을 측정한다. 이러한 방식은 실험을 통한 토양수분 중량 측정과는 달리 토양의 훼손을 최소화 하는 상태에서 한 지점에 대한 지속적인 관측이 가능하다. FDR 센서의 경우 주파수(frequency) 세기에 따른 정전용량(Electric Capacity) 변화를 통해 유전율의 변화를 측정하며, TDR 센서에 비해 비용이 저렴하나 수분 함량뿐 아니라 온도나 부피밀도, 점토함량에 더 민감하여 지점의 따라 상대적으로 정확도의 편차가 발생할 수 있다. 이러한 방식을 적용한 센서로는 국내에 코리아 디지털, 미래센서가 있으며, 국외로는 스티븐스, 델타T 등 다양하게 적용하고 있다[5].

III. 본론

본 논문에서 제안하는 무선 네트워크를 활용한 토양 센서는 무선통신을 기반으로 시설 온실의 배지 상태를 실시간으로 정확하게 파악하고, 농가의 편리성을 주안점으로 두고 설계하였다. 그림 1은 무선 토양 측정센서와 사

용자가 모니터링하는 시스템의 구성도를 나타낸 것이다. 무선 토양센서로 센서와 라우터를 통해 WiFi 네트워크로 통신하며, 사용자가 모니터링 화면을 통해 토양 데이터를 수집할 수 있게 하였다.



그림 1 무선 토양 센서 모니터링 동작 개요도
Figure 1. Wireless soil sensor monitoring operation schematic diagram

그림 2는 토양센서의 토양 정보를 측정하는 구성도를 나타낸다. 토양 정보를 측정할 수 있도록 3개의 탐침으로 구성되어 있으며, 내부에는 무선 통신을 위한 Wi-Fi모듈, 충전식 배터리로 동작하도록 설계하였다. 라우터와 Wi-Fi로 통신하며, 사용자의 PC에서 토양 EC 및 토양 습도 데이터를 수집하도록 프로그램을 구성하였다. 주요 기능으로 MCU의 ADC 포트를 이용해 BATTERY 전압을 체크하고, BATTERY는 AAA크기의 1.2V 4개를 사용하여 전원 관리하도록 설계하였다. 또한 토양센서 구동전원에서 Battery 체크 기능을 추가하여 배터리 잔량이 4.4V 이하 시 Wi-Fi를 통해 사용자에게 배터리 전압 경고 발생시킨다.

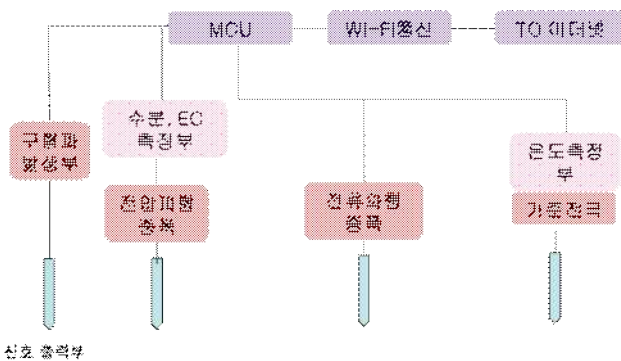


그림 2 토양 정보 측정 구성도
Figure 2. Soil information measurement schematic diagram

본 논문에서 제시하는 토양센서의 측정방법은 FDR 방식으로 TDR 방식에 비하여 주로 낮은 주파수(100 MHz이하)를 사용하며, 전극주변 토양의 정전용량을 이용하는 방식으로 정전용량식(capacitivetype), FDR식센서로 동작하도록 설계하였다. 정전용량식은 토양 내 충전시간으로 유전율을 결정하며, FDR은 수분함량에 따른 공진주파수 변화를 이용한 방식이다. 설계된 토양센서를 활용하여 해외 토양환경을 기반한 외산 제품 대신 국내 환경에 적합한 토양센서를 개발할 수 있을 것으로 예상된다.

IV. 결론

본 논문에서는 국내 토양 환경에 맞는 센서를 개발하기 위해 토양 데이터 수집과 데이터 모니터링을 위한 시스템을 설계하였다. 기존 국외 고정형 센서는 노지 대상으로 값이 비싸고, 유선 통신방식을 사용하지만 국내 농업은

국외에 비해 좁은 면적을 재배하기 때문에 WIFI등 단거리 통신방식을 활용하여 센서 각각의 데이터를 손쉽게 수집, 모니터링 할 수 있는 시스템을 제공하므로 농장 운영의 편리함을 제공할 수 있다. 본 설계를 바탕으로 향후 센서를 구현하고, 타 센서와 정확도를 비교하여 국내 환경 맞춤형 센서까지 발전하고자 한다.

ACKNOWLEDGMENT

“본 결과물은 농림축산식품부의 재원으로 농림식품기술기획평가원의 노지분야 스마트농업 기술 단기 고도화사업의 지원을 받아 연구되었음(322031-03)”

참 고 문 헌

- [1] J-H. Lee, J-S. Kim, A Study on the Trend of Smart Agriculture I ICT Convergence Technology, Korea Information and Communications Society, Vol. 38, No. 8, pp. 19-25, 2021.
- [2] M-H. Lee, S-J. Kim, G-H. Yang, H. Yoe, Standardization of Smart Agriculture in Korea, Korea Information and Communications Society, Vol. 38, No. 8, pp. 3-10, 2021.
- [3] Fernando Visconti, José Miguel de Paz, Electrical Conductivity Measurements in Agriculture: The Assessment of Soil Salinity, Luigi Cocco, 2015.
- [4] Mark S. Seyfried, Makr D. Murdock, Measurement of Soil Water Content with a 50-MHz Soil Dielectric Sensor, Soil Science Society of America Journal, Vol. 68, No. pp. 394-403, 2004.
- [5] S-O. Hur, S-K. Ha, J-G. Kim, ification of TDR and FDR sensors for the measurement of volumetric water content in sandy loam soil, Korean Society of Soil Science and Fertilizer, Vol. 42, No. 2, pp. 110-116, 2009.