

# 토양습도 센서의 내구도 향상을 위한 연구

정영주\*, 안광은\*\*, 서동만\*

\*대구가톨릭대학교 컴퓨터공학전공

\*\*대구가톨릭대학교 컴퓨터정보통신공학전공

sarum@cu.ac.kr

## Study on improvement of durability of soil humidity sensor

Young-ju Jeong\*, KwangEun An\*\*, Dongmahn Seo\*

\*Major of Computer engineering, Catholic University of Daegu

\*\*Major of f Computer Information Telecommunication Engineering, Catholic University of Daegu

### 요 약

사물인터넷의 발전과 보급에 따라 스마트 농장 산업이 활발히 이루어지고 있다. 하지만 스마트 농장에 사용하는 기존 토양 습도 센서를 스마트 농장이나 화분에 사용하는 것이 부적절하다는 것을 실험을 통해 입증한다. 이를 해결하기 위해 반영구적 사용이 가능한 토양습도 센서를 개발한다.

### 1. 서론

최근 사물 인터넷 기술이 발전과 보급에 따라 스마트 농장 산업이 농업의 새로운 패러다임으로 떠오르고 있다. 스마트 농장이란 농업에 정보통신기술을 결합하여 농장의 지능화를 통한 농장의 편의성을 목적으로 한다. 스마트 농장이 확산되게 된 배경은 현재 한국 농업 시장과 매우 깊은 관련이 있다. 한국의 농업 시장은 농업종사자에게 매우 열악한 환경을 제공 하고 있다. 그 열악한 환경으로는 시골 지역의 급격한 고령화로 인한 노동인구의 감소와 농사를 지을 수 있는 농토의 감소, FTA와 같은 협약들의 체결로 인해 시장의 세계화에 따른 경쟁력 감소 등을 들 수 있다[1]. 이러한 한국 농업 환경에서 스마트 농장은 적은 노동력을 요구하면서 모니터링 할 수 있도록 도우며 데이터화를 통한 품질 향상을 이룸으로써 한국농업의 부작용 완화에 도움을 준다 [2].

스마트 농장은 센서와 액추에이터 등을 기반으로 사용자나 농장 구성원의 필요에 따라 다양한 형태로 구성한다. 즉, 구축 시스템의 특성과 필요성에 따라 다양한 형태로 구성되는 만큼 다양한 센서가 사용 된다. 대부분의 스마트 농장 시스템에서 토양의 수분량을 체크하기 위해 필수적으로 사용하는 센서로 토양습도 센서가 있다. 수분량은 식물 성장에 필요로 하는 필수적 가변 요소 중 핵심 정보이다. 토양 습도 센서는 특성상 수분이 많은 환경에 노출되어 있으며, 수분을 매질로 하여 진류의 흐름을 통해 값을 측정한다[3]. 이는 토양 습도 센서가 부식되어 부정확한 값이 측정되는 원인이 된다. 본 논문에서는 스마트 농장이나 스마트 화분 등에 많이 사용되는 토양 습도 센서의 부

식을 관찰하고, 이를 바탕으로 센서의 부식을 방지하고 내구도를 향상하기 위한 새로운 센서를 제안한다.

### 2. 토양 습도 센서 관찰

스마트 농장 시스템을 구성하여 수집된 농장 환경 데이터 분석단계에서 토양 습도 센서(FC-28)[4] 값이 초기 값에 비해 비정상적인 패턴으로 값이 수집되었음을 발견하였다. 설치된 토양 습도 센서를 확인한 결과 센서 부식에 따른 데이터 이상임을 확인하였다. 이를 보완하기 위해 내구성 향상이 된 도금이 되어있는 형태의 토양습도센서(SEN0114)[5]를 스마트 농장 시스템 환경에 적용하였다. 그러나 도금 된 토양 습도 센서 역시 일정 시간이 지나면서 비정상적인 데이터가 수집되는 패턴을 발견하였다. 이에 시중에서 많이 사용되는 토양 습도 센서의 특징과 부식 주기를 연구하여 내구성 좋은 토양 습도 센서를 개발하고자 한다.

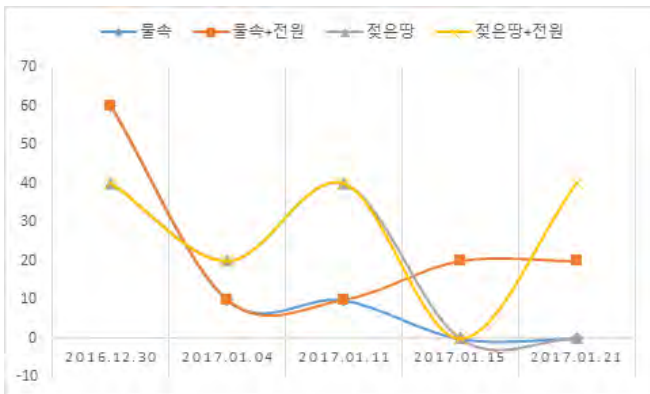


(그림1) 전원 인가 여부에 따른 부식 비교

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임.

(NRF-2015R1C1A1A02036686, NRF-2016R1A2B4010018)

수분량에 따른 토양 습도 센서의 부식의 정도를 확인하기 위하여 수중 환경과 흙속 환경의 두개의 그룹으로 나누어 동일 모델의 토양 습도 센서를 장착하였다. 그 후 전원 인가에 따른 부식의 정도를 파악하기 위하여 각 그룹 내 센서를 전원을 인가한 그룹과 전원을 인가하지 않은 그룹으로 나누어 실험을 진행하였다. 그림1에서 보는 바와 같이 흙 속에 설치된 두 그룹의 센서 중 전원이 인가된 그룹의 센서에서만 부식이 일어나고 있다는 것을 확인하였다. 그림2는 위 실험에서 관찰 기간 동안 4가지 실험 환경에서 각각 소모된 물의 양을 그래프로 나타낸 것이다. 수중 환경에 장착된 센서에는 항상 동일한 물의 양을 가지도록 보충한 물의 양이며, 흙속 환경의 센서에는 흙의 겉 표면이 마르지 않도록 수분을 공급할 수 있는 튜브를 장착하여 공급된 물의 양을 측정하였다. 그래프 y축은 급수한 물의 양(ml)이며 x축은 관찰 일자를 나타낸 것이다. 젖은 토양의 물 급여량은 20일간 100ml이며 젖은 토양에 전원이 인가된 센서의 경우 20일간 140ml의 물을 요구했다. 이는 물속과 물속에서 전원이 인가된 장치 또한 마찬가지였으며 물속에 넣어둔 센서는 70ml를 요구한 반면 물속에 전원이 인가된 센서는 110ml의 물을 요구했다.



(그림2) 관찰 기간 동안 급수 된 물의 양

이를 통해 전원이 인가된 센서가 더 많은 양의 물을 요구함을 알 수 있다. 뿐만 아니라 물속에 전원을 인가해 둔 센서와 젖은 땅속에 전원을 인가하여 센싱 데이터를 읽어오도록 한 센서의 부식정도가 매우 심각하였다. 전원을 인가하지 않은 상태로 젖은 토양과 물속에 넣어 둔 센서의 경우 외형변화가 일어나지 않았으며 데이터를 읽어오는 데에 아무런 문제가 없었다. 이를 통해 센서 부식은 단순히 수분량이 많은 상태일 때보다 전류가 흐르는 상태에서 더욱 극심하게 발생 되는 것을 볼 수 있었다.

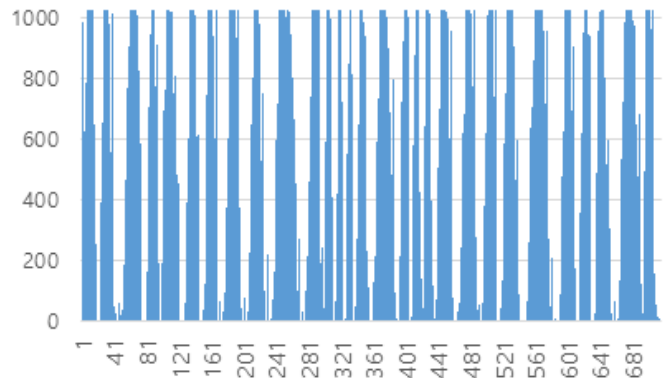
센싱 작업을 진행하고 있는 동안 부식이 더 극심하게 발생하는 것을 발견하였고 부식이 일어나는 기간을 파악하기 위하여 SEN0114모델을 젖은 토양에 아두이노를 사용하여 실시간으로 데이터를 수집하는 과정에서 일어난 부식을 관찰하였다. 데이터의 수집 주기는 1초이다. 그림3은 가장 왼쪽이 미사용 상태의 센서이며 오른쪽으로 가면서 10일, 20일, 2달, 그리고 완전부식이 된 상태이다. 부식은 3일차부터 눈에 띄게 일어나기 시작했으며 10일 차에



(그림3) 센서의 부식 주기 관찰

확실하게 드러났다.

센서의 부식은 외관을 육안으로 보았을 때 보다 센싱값을 확인해 보면 보다 명확하게 센서의 이상을 확인할 수 있었다. 그림4는 그림3의 사진 중 두 번째 사진의 정도로 부식이 진행된 센서를 이용하여 수중에서의 센싱값을 그래프로 나타낸 것이다. y축은 측정값을 x축은 시간을 나타낸다. y축 값은 숫자가 작을수록 건조하다는 것을 의미하며 건조하다는 값 중에서 최솟값에 속하는 0에서부터 수중 상태를 의미하는 최댓값 1023까지 급격한 형태 변화를 보이고 있다. 센서가 없어 와야 할 정상적인 값의 근사



(그림4) 부식관찰 10일차 센서의 데이터 값

치 형태조차도 아닌, 데이터를 읽지 못한다고 판단 될 정도로 심각한 부식상태를 보였다. 이러한 데이터를 근거로 스마트 농장 시스템을 운영할 경우 막대한 농작물 손실을 가져올 수 있으며 이러한 토양습도 센서는 실제 스마트 농장 환경에 사용이 불가능 하다고 판단된다.

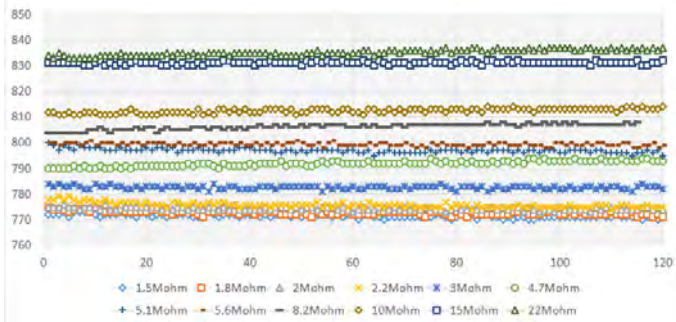
### 3. 토양습도 센서의 개발

토양습도 센서는 식물 농장이나 화분 등 수분을 사용하게 되는 스마트 기기에 필수적인 센서임에도 불구하고 전기가 사용되는 IoT와 접목 되었을 때, 부식이 급격하게 발생하게 됨을 실험을 통하여 확인하였다. 부식률이 높은 센서를 사용하여 정확한 농장 환경 정보를 수집하기 위해서는 토양 습도 센서를 주기적으로 교체해야 한다는 것을

의미한다. 이는 농장이나 화분을 통해 관리자의 편의를 증대 시키려는 목적에 자체에 저해요소로 작용한다. 이에 부식 주기가 긴 센서나 부식이 일어나지 않는 센서를 개발하고자 한다. 개발하는 토양 습도 센서는 농장의 농산물 생산 주기에 맞추어 최소 9개월에서 1년의 내구도를 가지고, 센서의 교체를 저렴하고 간단하게 할 수 있는 것을 목표로 하였다.

토양 습도 센서에서 수분량을 측정하기 위한 부분은 전기가 통하는 도체이면서도 부식이 적은 소재를 사용해야 한다. 사용 가능한 후보군을 반응성이 좋은 구리와 부식이 발생되지 않는 스테인레스 스틸, 일상에서 구하기 쉬운 쇠젓가락, 속이 비어있는 진공젓가락으로 하고 센서 개발을 위한 실험을 진행하였다.

2장에서 언급한 바와 같이 전류의 흐름에 따라 값이 바뀌는 토양 습도 센서의 특징을 고려하여 각 후보군을 장착하였을 때의 저항 값 변경에 따라 측정 값이 달라짐을 확인 할 수 있었다. 현재 일반적으로 사용되는 토양 습도 센서의 경우 0에 가까울수록 수분량이 0%에 근접하며, 1023에 가까울수록 100%에 가깝다. 실제 다양한 토양 습도 센서의 데이터 시트[4]를 분석해 본 결과 700이상의 값을 수중 상태로 인식하고 있다. 그림5는 쇠젓가락을 사용하여 수중 환경에서의 저항에 따른 측정값의 변화를 보여준다. y축은 측정값으로 최소 0에서 최대 1023까지의 측정값을 가진다. x축은 1초 간격으로 이를 2분간 측정한 시간을 나타낸다. 1.5MΩ에서 22MΩ사이의 10가지 저항을 사용하여 실험 한 결과 저항이 높을수록 높은 값이 측정되며 매질 사이의 전류 흐름이 높아짐을 확인하였다.



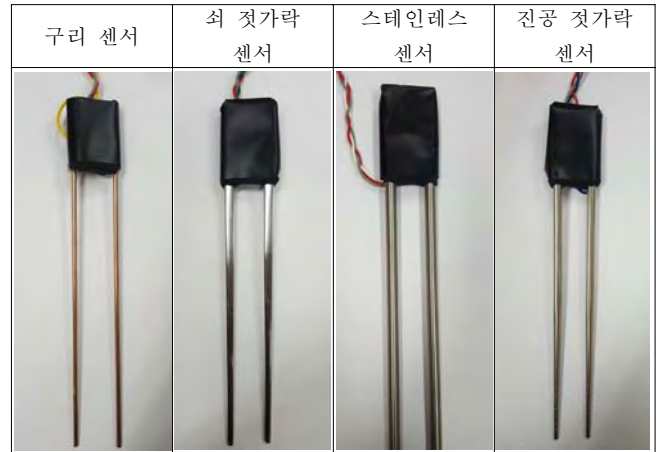
(그림5) 저항별 센서의 값

이를 바탕으로 각 후보군 별로 적절한 저항값을 부여한다면 실제 스마트 농장 환경에서 토양 습도 센서로 사용할 수 있다는 사실을 확인하였다.

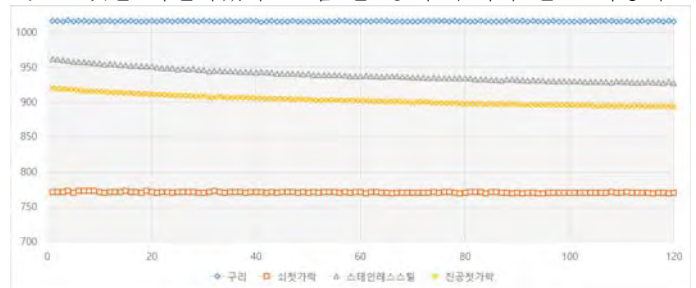
#### 4. 성능평가

각각의 센서 후보군에 동일한 저항을 연결하고 수중 환경에서의 측정값을 비교하였다. 그림6은 개발 센서의 프로

토타입으로 왼쪽에서 부터 구리 센서와 쇠젓가락 센서 그리고 스테인레스로 이루어진 센서, 속이 비어있는 형태



(그림6) 개발 센서 프로토타입의 진공젓가락 센서이다. 그림7은 그림6의 센서에 1.5MΩ 저항을 연결하였을 때의 각 후보군 센서의 측정값을 나타낸다. y축은 측정값을, x축은 1초 간격으로 2분간 측정한 시간을 나타낸다. 그림7에서 보는 바와 같이 쇠젓가락, 진공젓가락, 스테인레스 스틸 그리고 구리 순으로 반응성이 높은 것을 확인하였다. 그림7을 통해 구리가 같은 저항과



(그림7) 센서 후보군 별 동일 저항에서의 데이터 값

같은 전원을 인가했을 시 가장 전하의 흐름이 활발한 형태를 보이는 것을 관찰 할 수 있다. 그러나 구리로 이루어진 센서만을 사용하는 것은 부식에 취약하며 이는 2장의 실험에서 확인 할 수 있다.

#### 5. 결론 및 향후 계획

토양 습도 센서의 문제점을 발견하고 토양 습도 센서의 부식이 일어나는 조건과 토양습도 센서의 부식이 일어나는 주기를 관찰하였다. 위의 관찰을 통해 10일 이내에 값을 읽지 못한다고 보일 정도로 부식이 되는 것을 발견했다. 즉 환경에 따라 다르지만 매우 단기간에 부식이 일어나고 이 센서가 농장이나 화분에 사용되는 것에 문제가 있음을 제기 하였다. 이를 바탕으로 반영구적으로 사용이 가능한 또는 부식이 일어나더라도 주변에서 쉽게 구할 수 있는 도체를 사용하여 대체 할 수 있는 센서를 개발 하였다.

현재 도체를 사용하여 센서를 대체 하여서 사용이 가능하도록 개발 하였다. 그러나 현재 후보군들에 대한 부식이 단기간 내에 발생 하지 않아 보다 오랜 관찰 실험이 필요하다. 향후에는 현재 후보군들을 기준으로 하여 부식관찰 결과를 통해 센서의 반영구적 사용이 가능함을 입증 할 계획이다. 또한 도체별로 전류의 흐름정도가 다르기 때문에 도체별로 다른 저항을 필요로 하기 때문에 이에 최적화된 저항 값을 찾는 연구를 진행할 예정이다. 이를 바탕으로 수분이 많은 환경에 노출 되는 센서의 부품을 부식의 정도에 따라 손쉽게 교체할 수 있으면서도 부품의 특성에 따라 자동적으로 저항 값을 변경할 수 있는 토양 습도 센서 모듈을 개발 하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] Teawon Gwon, HyungSeok Kim, 2014 Survey of Agriculture, Forestry and Fisheries, Statistical Office, April 2015.
- [2] Young-ju Jeong, KwangEun An, SungWon Lee, Minwoo Lee, Dongmahn Seo, A Proposal of Smart Farm watering Automation System based on IoT and Patten Learning, The Spring Conference of The KIPS, April 2016.
- [3] Jong-Hyuk Choi, Eung-Suk Cha, Bok-Hee Lee, "Frequency-Dependent Resistivity and Relative Dielectric Constant of Soil on Water Content", The Korean Institute of Illuminating and electrical Installation Engineers, pp98-104, January 2010
- [4] <https://www.fasttech.com/product/1380900-fc-28-soil-humidity-detection-sensor-module>
- [5] [https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture\\_Sensor\\_\(SKU:SEN0114\)](https://www.dfrobot.com/wiki/index.php/Moisture_Sensor_(SKU:SEN0114))