

토양 수분센서를 이용한 최적의 식물성장 환경 구축

김동현 · 김재현 · 박창현 · 정경석 · 천봉원 · 김남호

부경대학교 공과대학 제어계측공학과

Construction of Optimal Plant Growth Environment using Soil Moisture Sensor

Dong-Hyun Kim · Jae-Hyun Kim · Chang-Hyun Park · Gyeong-Seog Jung ·

Bong-Won Cheon · Nam-Ho Kim

Dept. of Control and Instrumentation Eng. Pukyong National University

E-mail : nhk@pknu.ac.kr

요 약

농업은 여러 산업 중에서 가장 오랜 역사를 가지고 있으며, 인류의 발달에 직, 간접적으로 연관되어 있다. 그러나 최근 우리나라의 농업은 농촌인구의 감소 및 고령화, 자재비용 상승 및 한반도 기후 변화로 인해 농가 경영에 어려움이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 ICT를 이용한 스마트 농장이 대안으로 제시된다. 스마트 농장은 다양한 센서를 통하여 농장의 온도 관리 및 급수장치를 관리하나, 작물에 따른 섬세한 관리에 한계가 있다. 따라서, 본 논문에서는 기존 수분센서와 달리 토양의 깊이에서 따라 수분 공급을 달리하여 식물의 성장에 최적화된 환경을 구현하였다.

ABSTRACT

Agriculture has the longest history in many industries and is directly or indirectly linked to human development. However, recently agriculture in Korea has difficulties in farm management due to the decrease of rural population, aging of society, increase of material costs, and climate change on the Korean peninsula. Smart farms using ICT are proposed as an alternative to solve these problems. Smart farms manage the temperature and water supply facilities of farms through various sensors, but there is a limit to the delicate management of crops. Therefore, in this paper, unlike the conventional moisture sensor, the water supply is varied according to the depth of the soil, thereby realizing an optimized environment for plant growth.

키워드

스마트 농장, 토양 수분센서, 블루투스

I. 서 론

스마트 팜이란 ICT 기술과 농업을 접목하여 온실의 환경과 작물의 생육상태 등을 센싱한 정보를 기반으로 하여 원격 및 자동으로 작물과 가축을 실시간으로 모니터링하고 원하는 생육환경으로 구축할 수 있는 농업 ICT 융합기술을 의미한다. 이미 네덜란드나 덴마크와 같이 세계 각국에서는 시설농업, 축산, 과수 등 여러 분야에 ICT 기술을 이용하여 산업 경쟁력을 높이면서 새로운 첨단 농업으로 부가가치를 창출하는 중이다.

반면 우리나라는 농가 인구의 감소와 고령화, 곡물 자급률 하락, 농가소득의 정체 등으로 작물 생산이 계획대로 이루어지지 못하여 어려움을

겪고 있으며 시설농업의 생산성도 네덜란드와 같은 선진국과 비교하면 16%~50% 수준으로, 정확하게 수치화된 데이터가 아닌 경험과 직관에 의존한 농사법을 고수하여 불필요한 노동력과 에너지를 낭비하고 있다.

그리고 스마트 팜은 온실의 온, 습도와 조도 측정 센서와 같이 다양한 센서를 통해 정보를 수집하여 농장을 자동 및 원격에서 관리하는 데 큰 도움이 되지만 작물 품종에 따른 섬세한 관리의 물론, 농장 관리인이 주변 환경의 불확실성을 최소화하는 데에는 명백한 한계가 있다.

현재 전 세계적인 인구증가와 기후변화 때문에 물 부족 현상이 심각한 화두로 떠오르고 있으며, 우리나라 경우에 2011년의 기상청 신 시나리오에 따르면 우리나라는 2020년까지 평균기온이

0.6~1.5도까지 상승하고 호우 일수는 60%, 강우 강도, 강수량도 20% 이상 증가하여 기후변화로 말미암은 악화를 예상하고 있다. 전 세계적인 불부족 현상과 한국 기후의 급격한 변화에 따른 원예작물의 효율적인 수분공급 방법에 대한 대책 마련이 시급한 것이다.

이러한 환경에서 토양 수분은 대기 중의 수증기의 공급원이고 지면의 특성인 알베도, 열용량, 식생 분포, 증발산 등에 영향을 주는 아주 중요한 요소이므로, 토양 수분센서를 이용해 다양한 식물의 토양 수분을 최적으로 공급하게 하고, 토양 수분의 연구가 체계적으로 이루어지지 못하여서 수치 모델, 지역 기후 혹은 범위 간 큰 규모의 기후 모형을 체계적으로 측정해서 지금까지 데이터에 없던 토양 수분 정도를 수치화할 수 있으며, 기존에 있던 기준이 모호하던 것들을 바로 잡을 수 있을 것이다.

본 논문에서는 3개의 토양 수분센서를 이용해 토양 깊이에 따른 수분 함량을 토양 수분센서를 통해 측정해 기초 자료를 축적해서 각 깊이마다 비교한 후 원활하고 최적화된 수분 공급이 이루어질 수 있도록 급수 펌프를 이용해 동작을 구현하였다.

II. 관련 이론

2.1 토양수분센서 동작원리

토양 수분센서는 토양 내 수분함량에 따른 저항의 변화를 측정하는 센서이다. 토양 내 수분과 구성하는 입자의 크기 같은 다양성에 영향을 받으며, 토양 내 수분함량이 적어지면 저항값이 커지고 반대로 함량이 많아지면 저항값이 작아진다. 토양 내 수분함량이 매우 많을 때는 저항이 둔감하여 오차가 커진다.

2.2 PID 제어 이론

토양의 수분을 적절히 공급하는 방법에는 센서의 결과 값에 따라 ON, OFF 방식으로 제어하는 방법, 센서의 결과 값과 사용자의 설정 값의 오차를 이용하는 PID 제어 방법을 생각할 수 있다.

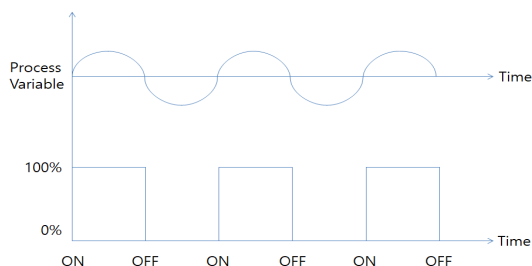


그림 1. 단순 ON/OFF 제어.

그림 1과 같은 단순 ON/OFF 제어를 이용할 경우 수분 공급이 워터펌프 동작의 0%와 100% 두 가지만 반복하게 되기 때문에 출력 값의 변화가 매우 크고 사용자가 설정한 설정 값과 오차가 생긴다. 따라서 본 논문에서는 수분공급의 미세한 제어를 위해 PID 제어를 이용하였다. PID란 비례(proportional), 적분(integral), 미분(differential)의 앞 글자를 따온 단어로, 비례와 적분, 미분의 조합을 통해 적절한 값을 도출해 제어에 응용하는 기법이다. P 제어에 I 제어를 더해 정상 상태에서 오차를 줄여주고, 응답 속도를 높여준다. 그러나 외란으로 인한 오차와 응답 속도는 적분 동작으로 제어할 수 없기 때문에 D 제어를 추가한다. PID 제어는 이렇게 유기적으로 연결되어 서로의 단점을 보완하고 장점을 극대화할 수 있다. 다양한 응용 분야에서 가장 많이 사용되고 있는 대표적인 제어기법으로 컨트롤러라고 불리는 대부분의 장비에서 사용하는 방식이다. 요약하면, 제어하고자 하는 대상의 출력 값을 측정하여 설정 값(set point)과 비교하여 오차를 계산하고, 이 오차 값을 이용해 제어하는 방식이다.

2.3 깊이에 따른 워터펌프 동작제어

농업 분야에서 수분공급은 토양수분센서의 매설 깊이에 따라서 물의 이용효율을 크게 달리할 수 있으며 이는 차세대 농업 사업에 필수 불가결한 요소이다. 그래서 미래의 농업은 좁은 면적을 가능한 최대한 활용하는 방법으로 쉽게 찾아볼 수 있는 아파트에서 층층이 작물을 기르는 농업이 제시되고 있다. 식물 성장 환경은 기존의 땅에서 자라던 방식과 달리 배수시설에 따라 수분의 배출이 달라지는 문제점과 고구마, 양파, 당근, 인삼 등의 뿌리 식물의 종류와 성장 시기에 따른 적절한 성장을 위해 깊이에 따른 수분공급의 적절한 제어가 요구된다. 가장 원시적인 구조는 그림 3과 같다.

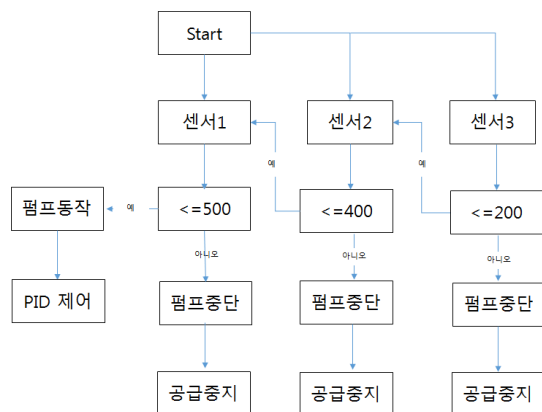


그림 2. 깊이에 따른 수분제어의 기본알고리즘.

그림 2의 알고리즘은 깊이에 따른 수분 공급의 가장 기본적인 구조로 깊이별 센서가 동작하는 값을 설정하고 그에 충족하면 마지막으로 PID 제어를 이용해 사용자가 원하는 설정 값으로 도달하는 방식이다.

III. 실험과정 및 결과

3.1 실험 환경

PID 제어를 설계하여 P, I, D의 계수 값을 임의로 설정한 뒤, 각각의 계수들을 변경하면서 반복 실험하여 그 결과 값 중 각 센서에 맞는 최적의 값을 찾아낸 값을 표 1에 나타내었고 실험은 표 1에서 나타난 PID 계수 값에 설정 실험하였다.

표 1. PID제어기 계수.

계수값	P	I	D
	1500	1000	1300

3.2 실험

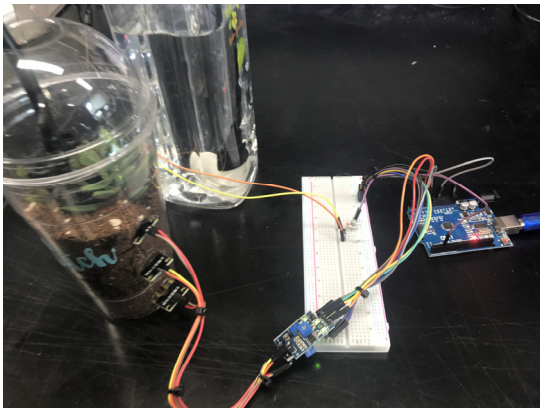


그림 3. 아두이노, 수분센서, 펌프 결합도.

그림 3은 토양수분센서의 수치와 깊이에 따른 수분의 PID 제어를 위한 시스템의 결합도이다. 그림 3은 다양한 깊이에 수분센서를 부착하여 실시간으로 깊이에 따른 수분 값을 모니터링 하고 있다. 가장 깊은 곳의 센서와 중간 위치의 센서에서 측정된 수분의 값이 설정 값보다 높을 때 워터펌프를 정지하며 실험에서 설정한 센서 값인 깊은 곳 500, 중간 위치 400의 경우보다 낮은 경우에 워터펌프가 동작하여 PID 제어를 통해 적절한 수분공급을 진행하게 된다.

그림 4에서는 그림 2에서 나타난 깊이에 따른 알고리즘, 표 1에 나타난 PID 제어의 계수들을 적용 후 180, 185, 190의 미세한 차이를 가지는 설정 값을 이용해 실험하였다. 그림 5에서 보이

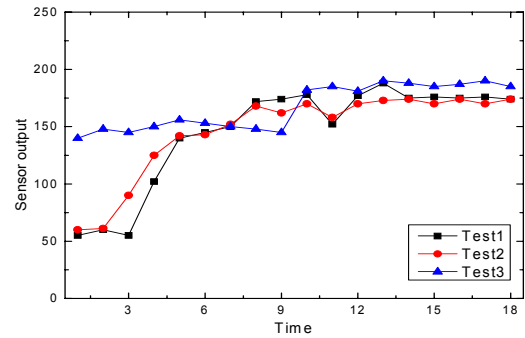


그림 4. 실험결과.

듯 토양의 수분이 항상 일정하지 않은 환경의 특성상 시작점에서 차이를 보이지만 약간의 시간이 흐른 후 일정한 값에 미세한 오차를 가지고 수렴하는 것을 볼 수 있다.

이와 같이 아두이노 플랫폼에서는 하나의 시스템을 쉽게 구현이 가능하다. 표 1에서 나타난 PID 계수와 그림 2의 알고리즘 그림 4의 실험 결과에서 알 수 있듯이 스마트 농장에서 실시간으로 깊이에 따른 수분 값을 모니터링하고 그 값에 따라 PID 제어를 통한 적절한 수분제어를 할 수 있는 식물의 수분 공급에 있어 적절한 플랫폼이 될 것으로 판단된다.

IV. 결 론

본 논문은 토양 수분센서를 이용한 최적의 식물 성장 환경 구축을 위해 토양의 깊이에 따라 다르게 재배해야 하는 식물을 이용하여 최적의 깊이를 찾아 PID 제어를 통해 실험을 진행하였고, 토양 수분센서 3개를 이용해서 설정값에 미치지 못하는 경우의 식물을 찾아내, 센서에 연결되어 있는 워터 펌프를 이용해 필요한 수분의 양 만큼의 수분 공급을 원활하게 공급해 줄 수 있었다. 본 논문에서 실험한 결과로 영농인들이 작물에 따른 관리의 한계를 타파하고, 기존 수분센서와 달리 토양의 깊이에 따라 수분 공급을 달리 하여 식물의 성장에 최적화된 환경을 구현하는데 보다 편리하게 사용될 것이라고 생각 된다.

참고문헌

- [1] Noram S. Nise. "Control Systems Engineering", 제5-66호, 449-459. 2013. 2. 20
- [2] 김연중, 국승용, 김용렬, 이명기, 김종선, 김윤형, 민경택, 지인배, 심재현. "스마트 농업의 현황과 발전 방향", 한국농촌경제연구원, 정책연구보고서 정책연구보고, P176, 2013. 9