

# 아두이노를 활용한 반자동 간헐흐름식 수경재배 스마트팜 구현

장동환 · 김대희 · 이성진 · 문상호\*

부산외국어대학교

## Implementation of Semi-Automatic Intermittent Flow Type Hydroponics Smart Farm using Arduino

Dong-Hwan Jang · Dae-Hee Kim · Sung-Jin Lee · Sang-ho Moon\*

Busan University of Foreign Studies

E-mail : jang421@kakao.com

### 요 약

세계기상기구가 발표한 2020년 글로벌 기후 보고서에 따르면, 2019년 지구의 평균 온도는 산업화 이전인 1850년에서 1900년 사이에 측정된 온도보다 평균 1.1°C 높게 측정되었다. 평균온도의 변화는 기온 상승이 식물 분포에 미치는 영향과 취약성 분석 논문의 따르면 평균온도의 상승시 식물의 분포되는 지역의 변화가 있다는 것을 알 수 있다. 본 논문에서는 이러한 환경 변화에 대응하기 위해, 아두이노와 센서를 사용하여 간헐흐름식 수경재배 스마트팜을 제작하고, PC와 어플리케이션을 통하여 제어하는 방법을 제안한다. 제작된 수경재배 스마트팜은 농장의 온습도, 양액의 pH농도, 조도, 수질의 정도를 파악하고, 양액의 양과 보충 필요 농도 확인, 조도의 따른 성장 LED 제어, 센서의 상태를 파악하여 농장의 전체적인 관리와, 식물의 모종 옮겨심기 이후의 적절한 환경에서 성장할 수 있도록 제어한다.

### ABSTRACT

According to the 2020 Global Climate Report released by the World Meteorological Organization, the average temperature of the Earth in 2019 was measured 1.1°C higher on average than the temperature measured between 1850 and 1900 before industrialization. The change in average temperature affects the distribution of plants, and according to the vulnerability analysis paper, it can be seen that there is a change in the distribution area of plants when the average temperature rises. In this paper, to cope with these environmental changes, we propose a method of fabricating intermittent flow hydroponic smart farms using Arduino and sensors and controlling them through PCs and applications. The manufactured hydroponic smart farm identifies the farm's temperature and humidity, positive pH concentration, illumination, and water quality to check the amount of pumping, supplement LED control, sensor condition, overall management and cultivation of the farm, and grows in an appropriate environment.

### 키워드

Smart Farm, Arduino, Hydroponics, Global warming, 4th industrial revolution

### I. 서 론

세계기상기구가 발표한 2020년 글로벌 기후 보고서와 기온 상승이 식물 분포에 미치는 영향과 취약성 분석 논문에 따르면, 평균온도의 상승으로 인해 식물종의 분포 지역 이동과 분포 가능성의 변화로 이어진다[1-2]. 아열대 작물의 국내 재배 동향 및 생산지 분석 논문 속, 현재 배출되는 온실 가스의 양을 가지고 만든 시나리오에 따르면 한반

도의 아열대 면적은 2080년에 62.3%로 확대될 것으로 예측된다[3].

이로 인해 토양을 사용하는 기존 농법으로는 지구온난화로 인한 변화에 대처하지 못할 것으로 판단되며, 이러한 상황에 구애 받지 않고 작물을 재배할 수 있는 기술의 필요성이 대두된다.

스마트팜(smart farm)은 정보통신기술을 이용하여 파종부터 수확까지 최적의 방법으로 키울 수 있는 기술이다. 생육관련 정보를 데이터베이스화하여 최적의 생육관리 모델을 설정하며, 동시에 에너지, 노동력, 경영비를 절감하는 4차 산업 핵심

\* corresponding author

트렌드 기술에 속한다.

네덜란드, 이스라엘, 일본 등 다양한 국가에서는 다양한 기술개발 및 보유를 통해 자체적인 솔루션을 가지고 있다. 하지만 앞서 소개된 국가들과 다르게 국내 스마트팜 기술은 외국 장비 의존율이 높고, 단위 면적당 작물 생산량은 네덜란드의 절반 정도 수준이다[4].

본 논문은 지구온난화로 인해 변화 될 식물의 분포 및 가능성 변화에 대응하며, 세계적인 변화의 흐름에 따라 간헐흐름식 수경재배와 아두이노를 결합한 시스템을 개발하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 식물재배 시스템의 설계 및 실험결과를 나타내며, 3장에서 결론을 맺는다.

## II. 간헐흐름식 수경재배 시스템 설계

2장에서는 수경재배 양액 농도 확인 및 자동 보충 시스템, 간헐흐름 예약 시스템, 조도의 의한 생장 LED 조절 시스템, 센서 상태 체크 시스템과 식물재배에 대하여 기술하며, 시스템의 전체 구성을 그림 1에 정리하였다.

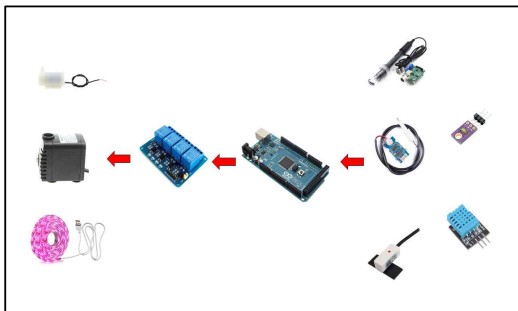


그림 1. 전체 시스템 구성도

### 2.1 수경재배 양액 농도 확인 및 자동 보충 시스템

릴레이 모듈에 연결한 워터펌프와 pH농도를 확인하는 센서를 이용하여 양액 농도에 따른 자동 보충 시스템을 구현하였다. 사용자가 지정한 pH 농도 보다 떨어질 경우 pH원액이 담긴 탱크에 연결된 펌프를 사용하여 해당 농도가 될 때까지 보충탱크에 연결된 펌프가 작동하도록 기능을 구현하였다.

### 2.2 간헐흐름 예약 시스템

수경재배 양액을 일정시간마다 순환 시키는 방법인 간헐흐름을 유도하기 위해, 릴레이 모듈에 연결된 워터펌프를 지정된 시간에 작동하도록 기능을 구현하였다.

### 2.3 조도의 의한 생장 LED 조절 시스템

스마트팜 시스템에서 일정한 조도 값을 유지하기 위해 조도센서를 통해 조도를 측정하며, 일정한 값 이하로 내려갔을 경우 생장 LED를 사용하여 일정한 조도를 유지하도록 한다. 다만 비, 눈과 같은 자연조도를 얻지 못하거나 백야 현상과 같이 자연조도를 과하게 얻는 상황에서 사용할 수 있도록 강제적인 ON/OFF 기능도 같이 구현하였다.

### 2.4 센서 상태 체크 시스템

센서의 데이터가 null 혹은 empty, 잘못된 값이 누적되는 경우와 센서 자체의 문제를 확인하여 사용자가 알 수 있도록 알림을 제공하는 기능을 구현하였다.

상추는 수경재배시 pH농도 5.5-6.5의 농도로 유지가 필요한 작물로써[5], 이번 간헐흐름식 수경재배 시스템 성능 평가를 위한 실험 식물로 선택되었다.

### 2.5 실험 결과

간헐흐름식 수경재배 시스템이 적용된 모습을 그림 2에서 확인할 수 있다. 양액 농도 체크를 위한 pH 센서, 온습도 센서, 릴레이모듈, 조도센서, 워터펌프, 수질 센서가 부착된 것을 확인할 수 있다. 모든 구성요소는 아두이노에 연결되어 작동한다.

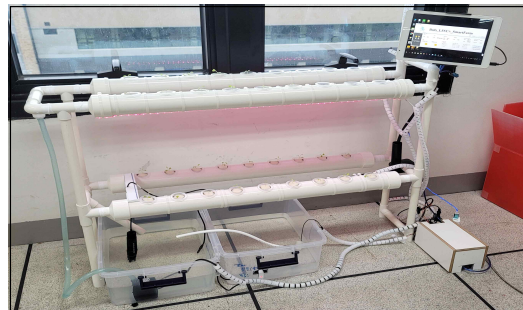


그림 2. 간헐흐름식 수경재배 시스템

그림 3은 시스템 관리 프로그램의 화면을 각각 PC와 태블릿에서 나타내고 있다. 현재 시스템에 상태를 시각화하여 아두이노 직접 통신이 가능한 응용 프로그램을 Visual Studio 2019에서 개발하였으며, 닷넷프레임워크 4.7.2 기반 C#으로 구현하였다. 시리얼 포트를 통해 아두이노와 응용프로그램간의 데이터를 송·수신하여 재배 시스템을 관리한다. DB는 sqlite 3.36.0을 사용하여 구성하였다.

시스템 관리 프로그램의 구성은 앞서 기술한 구현 기능들의 관제가 가능하도록 구성하였다.



그림 3. 스마트팜 관제 프로그램

### III. 결 론

본 논문에서는 아두이노와 센서들을 활용하여 외부의 요인에 상관없이 식물이 성장하는데 필요한 환경을 제공하는, 간헐흐름식 수경재배 스마트팜을 구현하였다.

본 연구의 향후 과제로 현재 DB 기반의 시스템을, 인터넷 웹을 기반으로 한 다중플랫폼 지원 시스템으로 변경하는 것을 목표로 연구할 예정이다. 본 연구를 통해 기후변화에 대응하는 시스템 개발의 관문이 낮아지고, 새로운 기술을 쉽게 적용하는 예시가 되길 기대하며, 다른 여러 농업 선진국처럼 농업의 선진화의 한 걸음 내딛는 연구가 될 것으로 기대한다.

### References

- [1] WMO Statement on the State of the Global Climate in 2019 : [https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice\\_display&id=21700#.YT8XoJ0zaUk](https://library.wmo.int/index.php?lvl=notice_display&id=21700#.YT8XoJ0zaUk)
- [2] S. G. LEE, "The effect of temperature rise on plant distribution and Vulnerability analysis", SEOUL, KR: GRADUATE SCHOOL KYUNGHEE UNIVERSITY, FEB, 2011
- [3] U. S. JEONG, S. S. KIM, Y. W. CHAE, "Analysis on the Cultivation Trends and Main Producing Areas of Subtropical Crops in Korea," Korea Academy Industrial Cooperation Society 21(12), 524-535, DEC, 2020
- [4] J. H. LEE, J. S. KIM, "Smart Technology Research, Strategy Analytics fusion agriculture ict," The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences 38(8), 19-25, JUL, 2021
- [5] H. J. KIM, Y. S. KIM, "Automatic pH control of nutrient solution by physiological fertilizers in lettuce hydroponics," Journal of Bio-Environment Control 5(2), 145-151, DEC, 1996