

라즈베리 파이 기반의 IoT 식물재배기 구현

이 수 아¹ · 송 주 환^{2*}

¹전주대학교 스마트 Agro ICT 융합학과 석사과정

²전주대학교 인공지능학과 교수

Implementation of IoT Plant Growth Chamber based on Raspberry Pi

Su-A Lee¹ · Ju-Whan Song^{2*}

¹Master's Course, Department of Convergence Smart Agro ICT, Jeonju University, Jeonju 55069, Korea

²Professor, Department of Artificial Intelligence, Jeonju University, Jeonju 55069, Korea

[요 약]

건강에 대한 현대인의 관심도가 높아지면서 직접 채소를 재배하는 사람도 늘어났다. 하지만 직접 기르기엔 발생하는 어려움이 다수 있다. 본 논문에서는 누구나 쉽게 관리할 수 있는 식물재배기를 제안한다. 다양한 식물재배기가 시장에서 판매되고 있으나 대부분 블루투스 통신을 사용하여 원격 제어에 한계가 있다. 본 논문에서 제안한 시스템은 라즈베리 파이에 연결된 센서로 재배기 내부의 환경을 측정하고, 안드로이드 앱을 통해 성장 환경 모니터링이 가능하며 카메라로 재배기 내부를 실시간 스트리밍할 수 있어 작물의 상태를 파악할 수 있다. 또 라즈베리 파이와 안드로이드 앱 간에 Socket으로 통신하여 원격으로 재배기의 액추에이터를 제어함으로써 외부에서도 재배기를 관리할 수 있도록 하였다.

[Abstract]

As modern people's interest in health has increased, the number of people who grow vegetables themselves has increased. However, there are a number of difficulties that arise when raising them directly. In this paper, we propose the plant growth chamber that anyone can manage more easily. Various plant growth chamber are available on the market, but most of them are limited because they are remotely controlled using Bluetooth communication. The system proposed in this paper measures the environment inside the plant growth chamber with a sensor connected to the Raspberry Pi, monitors the cultivation environment through the Android app, and enables real-time streaming of the inside of the plant growth chamber with a camera, so that the condition of the crop can be grasped. In addition, Raspberry Pi and Android app communicate with each other through a socket to remotely control the actuator so that a plant growth chamber can be managed from outside.

색인어 : 라즈베리 파이, IoT, 모바일 앱, 식물재배기, 원격 제어

Key word : Raspberry Pi, IoT, Mobile app, Plant Growth Chamber, Remote control

<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2021.22.5.767>



This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 04 March 2021; **Revised** 29 March 2021

Accepted 29 March 2021

***Corresponding Author; Ju-Whan Song**

Tel: +82-63-220-2912

E-mail: jwsong@jj.ac.kr

1. 서론

급격한 변화와 경쟁 사회 속에서 우리는 다양한 이유로 스트레스에 노출되고, 스트레스는 위염이나 탈모 등 수많은 질병의 원인이 된다. 사회의 발전과 함께 현대인들이 건강에 대한 관심이 높아지는 것은 당연할지 모른다.

식물이 스트레스 완화와 정서적인 안정에 효과가 있다고 알려지면서 반려 식물, 플랜테리어 등의 수요가 증가하였으며, 건강한 먹거리를 위해 직접 재배하는 사람도 증가하였다. 도시농업에 관심이 증가하면서 도시농업의 보편화된 형태인 텃밭 가꾸기, 주말농장 등은 참여를 희망하는 사람에 비해 면적이 제한되어 있어 분양이 어렵고[1] 아파트와 같은 공동주택에서 작물을 재배하기엔 환경적인 제약이 있으며 전문적인 지식의 부족과 장기간의 여행이나 잦은 외출로 인한 관리의 부재로 어려움이 있다. 따라서 인터넷으로 연결된 사람들이 데이터를 주고받아 스스로 분석하고 사용자가 이를 원격 조정할 수 있는 인공지능 기술인 사물인터넷 (IoT; Internet of Things)[2]으로 식물이 필요한 환경을 자동으로 맞춰주고, 어디에서나 식물을 관리할 수 있는 시스템이 필요하다. 정보통신기술(ICT)을 활용한 작물 재배는 작물생육 정보와 환경정보에 대한 데이터를 기반으로 최적화된 생육환경을 제공하여 작물의 품질을 향상시키고, 쉽게 작물을 기를 수 있다[3].

현재 상용화되고 있는 식물재배기는 광량과 온도에 대한 제어는 가능하지만, 식물의 특성이나 환경의 변화에 따른 자동 제어 기능은 없다. 또 식물재배기와 연결된 스마트 앱은 블루투스로 연결되어 일정 거리 이상 떨어져 있을 땐 제어가 불가능하다.

아두이노와 라즈베리 파이를 활용하여 스마트 재배기를 구현한 연구의 경우 아두이노로 재배기 내부의 환경 데이터를 수집하고, 스마트폰 애플리케이션은 블루투스가 아닌 와이파이를 이용하여 원격 관리할 수 있다. 하지만 애플리케이션에서 라즈베리 파이로 제어 메시지를 보내면 라즈베리 파이에서 이를 판단하여 아두이노를 제어하기 때문에 두 번의 통신이 이루어져 동작까지 다소 시간이 소요된다는 단점이 있다[4].

아두이노를 이용하여 개방형의 식물재배기를 구현한 연구의 경우 센서들을 아두이노에 연결하여 제어하고, 제어용 아두이노는 WiFi를 이용해 웹 서버를 통하여 사용자 휴대폰과 통신한다. 안드로이드 앱에서는 재배 일지를 관리할 수 있고 다른 사용자와 커뮤니티를 통해 소통할 수 있다. 그러나 이 시스템은 물과 온도, 광량을 공급하여 생장 환경을 제어할 수는 있지만, 재배기의 외형이 개방형으로 구현되어 환경제어가 쉽지 않다[5].

자율 이동이 가능한 스마트 애완용 화분에 관한 논문에서는 식물의 상태를 사람의 감정 상태로 표현하고, 전원선을 없애고 자율 이동이 가능하도록 하여 정적인 식물을 동적인 반려 식물로 느낄 수 있는 시스템을 제안하여 단순히 재배기의 기능뿐만 아니라 반려 식물이 갖는 의미와 효과를 강조하였다. 조도 센서와 초음파 센서를 이용하여 햇빛을 추적하고 장애물을 회피하는 알고리즘을 개발하여 식물 생장에 중요한 요소인 빛을 추적하여 직접 이동하여 공급받고, 토양습도 센서로 토양의 수분량을 측정하여 자동 급수할 수 있도록 하였다[6]. 하지만 해가 진

경우나 구름이 많은 경우 식물에 빛을 충분히 공급하기에 무리가 있으며 빛과 급수 외의 다른 요소는 고려하지 않았다.

본 논문은 다음과 같이 구성되었다. 2장에서는 식물재배기 시스템과 관련된 연구를 비교 분석하였다. 3장에서는 재배기와 제어 앱 시스템의 구성과 개발환경, 시스템 구현 방법에 대해 설명하고 4장에서는 시스템의 성능을 테스트하기 위한 실험 결과를 분석하였고 5장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 설명한다.

II. 관련 연구

2-1 식물재배기

현재 상용화되고 있는 식물재배기의 종류와 기능은 다양하다. 그림1은 상용 제품의 외관이다.

그림1의 (a)는 가구 브랜드 한샘이 출시한 작물 재배와 인테리어 효과를 동시에 낼 수 있는 플랜테리어 제품, 시티팜이다. 플랜테리어는 식물을 의미하는 ‘플랜트’와 실내 장식을 뜻하는 ‘인테리어’의 합성어로 식물로 실내를 꾸밈으로써 공기 정화 효과와 심리적 안정 효과를 얻고자 하는 인테리어 방법이다[7]. 시티팜은 흙과 햇빛 없이 작물 재배가 가능한 올인원 키트로 햇빛 대신 식물 생장에 최적화된 LED가 부착된 재배기이다. 수동으로 전원 제어를 해줘야 하며, 시티팜에서 판매되는 작물 외에는 재배할 수 없다는 단점이 있다.

그림1의 (b)는 웰스의 식물재배기 웰스팜이다. 타이머를 활용하여 LED 전원 제어를 하고, 물 온도를 일정 수준으로 조절해주는 기능이 추가된 형태이다. 그림1의 (c)는 Bloomengine의 블룸엔진이다. 탁상용 스마트 화분으로 LED 조명과 순환 팬, 자동 급수 시스템이 탑재되어 있고 전원 스마트 앱으로 블루투스 통신을 통해 LED의 전원 제어 및 타이머 설정, 자동 급수 설정 수위를 확인할 수 있다.

상용화되고 있는 식물재배기의 앱은 블루투스 통신으로 거리상 한계가 있다. 이에 블루투스 대신 와이파이 통신을 접목한 연구도 활발하다.

Wi-Fi 모듈이 따로 필요 없는 라즈베리 파이를 활용하여 라즈베리 파이와 서버 간 Web Socket 통신으로 데이터를 송수신하고, 파이 카메라를 활용하여 온실 내부를 스트리밍하는 기능을 제공한다. 하지만 해당 연구의 경우 제어를 아두이노에서 담당한다. 라즈베리 파이에서 통신을 하고 아두이노에 명령을 내리는 과정을 거치기 때문에 다소 느리다는 단점이 있다[4].

본 논문에서는 재배기의 라즈베리 파이가 통신과 제어를 모두 담당하며 스마트폰 앱과 Wi-Fi로 통신하며 재배기 내부의 모습까지 스트리밍할 수 있도록 설계하였다.



그림 1. 상용화되고 있는 식물재배기
Fig. 1. Commercial Plant growth chamber

2-2 라즈베리 파이

센서와 액추에이터를 제어하는 대표적인 보드로 아두이노와 라즈베리 파이가 있다. 라즈베리 파이는 신용카드 크기의 싱글 보드 컴퓨터로 리눅스 커널 기반 운영체제를 사용하며, 아두이노는 오픈 소스를 기반으로 한 단일 보드 마이크로컨트롤러이다.

아두이노와 라즈베리 파이 모두 외부장치 제어를 위한 입출력 (GPIO; General Purpose Input/Output)을 지원한다. 그러나 라즈베리 파이는 운영체제를 설치하여 사용할 수 있어 설치된 운영체제 내에서 직접 프로그래밍하여 외부 기기를 제어하는 반면 아두이노는 별도의 운영체제가 존재하지 않아 외부 프로그램을 이용하여 외부 기기를 직접 제어하는 번거로움이 있다. 직접 제어함으로써 GPIO에 강점을 갖기 때문에 외부 기기 제어에 적합하여 라즈베리 파이와 아두이노를 함께 사용하기도 하지만 액추에이터의 반응 속도가 느려지는 현상이 발견되어 본 논문에서는 라즈베리 파이3 B+만을 사용하였다.

본 연구에서 사용한 라즈베리 파이3 B+는 무선랜과 상대적으로 적은 전력을 사용하는 BLE(Bluetooth Low Energy)가 내장되어 있어 원격 제어와 데이터 전송에 적합하다.

III. 시스템 설계 및 구현

3-1 시스템 구성 및 개발환경

본 논문에서는 재배기 내부의 환경을 확인, 관리하는 시스템을 개발한다. 구현한 시스템의 구조는 그림2와 같다. 본 시스템은 크게 각종 센서와 액추에이터가 연결된 라즈베리 파이와 데이터를 저장하고 관리하는 서버 그리고 데이터를 확인하고 제어 명령을 내리는 안드로이드 앱과 웹으로 구성되어 있다.

라즈베리 파이에는 총 4개의 센서가 연결된다. 수위 센서는 물탱크에 부착하여 물탱크의 수위를 측정하여 물 추가 공급의 필요를 알린다. 온습도 센서와 토양습도 센서, 조도 센서는 성장 환경 데이터를 측정한다. 측정된 데이터는 PHP를 통해 서버의 데이터베이스에 저장된다. 서버에 저장된 데이터는 안드로이드 앱과 웹에서 확인할 수 있고 안드로이드 앱에서는 라즈베리 파이와 Socket 통신을 이용하여 원격으로 급수와 LED를 제어하는 기능과 카메라로 재배기 내부를 스트리밍하는 기능을 제공한다.

하드웨어 개발환경은 표1과 같다.

라즈베리 파이 3 B+는 센서와 액추에이터를 제어하는 보드이다. DHT 22는 온도와 습도를 측정하는 센서로 재배기 내부의 온습도를 측정하는 센서이다. SEN0114는 토양습도를 측정하는 센서로 화분의 토양습도를 측정한다. Cds 센서는 빛의 유무를 파악하는데 사용되는 조도 센서이다. SEN0204는 물탱크 내부의 수위를 체크하는데 사용되는 비접촉 수위 센서로 정전 용량을 감지하여 펄스 주기를 감지하여 물의 유무를 파악한다.

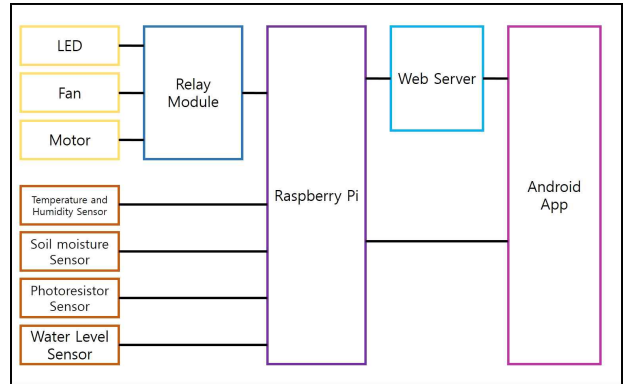


그림 2. 시스템 구조도
Fig. 2. System Framework

표 1. 하드웨어 개발환경
Table 1. Hardware development environment

Hardware	Function & Role
Raspberry Pi 3 B+	Raspberry Pi Board
DHT 22	Temperature and Humidity sensor for measurement in chamber
SEN0114	Soil moisture sensor for measuring soil moisture
Cds Sensor	Measure the intensity of light to determine the light shortage
SEN0204	Contactless water level sensor Water tank level measurement
pi camera	Stream the inside of the chamber in real time
RS-360SH	Water pump for water supply
LED	LED for light supply
5V Cooling Fan	Fan for air circulation in chamber
4 Channel Relay module	Actuator Power Control

pi camera는 라즈베리 파이 전용 카메라로 재배기 내부를 촬영한다. RS-360SH는 물 공급을 위한 DC 펌프이다. 식물 성장에 필수로 필요한 광을 위해 식물 성장용 LED를 사용하였으며, 재배기 내부의 공기 순환을 위해 5V Cooling Fan을 설치하였다.

3-2 모니터링 시스템

1) 온도, 습도, 토양수분

재배기 내부의 환경을 확인하기 위해 라즈베리 파이에 연결된 센서로 온도, 습도와 토양습도를 측정한다. 재배기 내부의 온습도는 작물의 성장 환경에 중요한 요소이며 토양습도는 작물의 토양이 건조하면 물 공급을 할 수 있도록 판단하는 기준이 된다.

센서를 통해 값들이 측정되면 PHP를 활용하여 웹서버의 데이터베이스(MySQL)와 연결하여 저장한다. 저장된 온도, 습도, 토양수분 데이터는 웹과 안드로이드 앱에서도 확인할 수 있다.

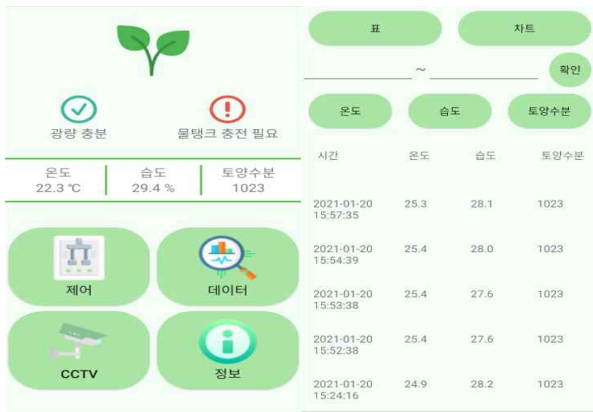


그림 3. 메인 화면과 자세히 보기 화면
 Fig. 3. Main Activity and Detail Activity

안드로이드 앱에서는 보안상의 이유로 직접 MySQL에 접속하는 것이 막혀있기 때문에 REST 웹서비스를 구현하여 데이터를 전송받는다. 라즈베리 파이에 MySQL에 접속하여 저장된 데이터들을 읽어오는 PHP 프로그램을 생성하고, 안드로이드에서는 HttpURLConnection을 사용하여 PHP 서버의 결과값을 받아 온도, 습도, 토양수분량을 받아 안드로이드 앱 화면에 나타낸다. PHP 프로그램을 통해 안드로이드에 전송된 데이터는 JSON 형식을 사용하였고 안드로이드에서는 JSON을 파싱하여 해당하는 영역에 각각 나타낸다. 그림3은 안드로이드 앱의 메인 화면으로 그림과 같이 실시간으로 현재의 온도, 습도, 토양수분량을 보여준다.

실시간 데이터가 아닌 과거의 데이터를 보기 위해서는 메인 화면의 4개의 버튼 중 데이터 버튼을 누른다. 자세히 보기 버튼을 누르면 Detail 액티비티로 넘어가게 되고, 이 액티비티는 최근 24시간 동안 측정된 온도, 습도, 토양수분량의 데이터를 보여주며, 원하는 날짜를 검색하면 해당 날짜의 데이터를 보여주는 기능을 제공한다.

2) 조도, 수위

조도 센서는 재배기 내부의 광량을 측정하고, 수위 센서는 물탱크의 수위를 측정한다.

조도 센서를 통해 측정된 값이 기준치보다 낮으면 ‘부족’ 상태로, 기준치보다 높으면 ‘충분’ 상태로 판단하고, 수위 센서는 플라스틱 물탱크에 부착하면 정전 용량을 감지하여 해당 위치에서의 물의 유무를 파악한다. 부착된 위치에 물이 감지되지 않으면 해당 높이보다 수위가 내려간 것으로 판단하여 ‘부족’ 상태라고 판단한다. 라즈베리 파이에 도출된 결과값을 전달하는 PHP 프로그램을 생성하고, 안드로이드의 HttpURLConnection으로 라즈베리 파이의 해당 PHP 서버의 결과값을 받아 재배기 내부의 광량과 물탱크의 수위 상태를 앱의 메인 화면에서 보여준다. 사용자는 안드로이드 앱을 통해 재배기의 상태를 파악할 수 있고 물탱크 충전 시기와 광량이 부족할 때 LED를 동작시킬지를 결정할 수 있다.

3-3 제어 시스템

제어 시스템은 자동 급수 시스템과 원격 제어 시스템으로 설계하였다. 자동 급수 시스템은 토양 수분 센서로 측정된 값이 기준치를 벗어나면 워터펌프를 작동시켜 물을 급수하도록 한다. 사용자가 직접 급수하지 않아도 작물 화분의 토양 상태를 파악하여 일정 토양수분량 이하로 떨어지면 자동으로 워터펌프가 동작한다.

원격 제어 시스템은 안드로이드 앱으로 워터펌프와 쿨링팬을 원격으로 동작시킬 수 있는 기능을 한다. 안드로이드 앱과 라즈베리 파이는 소켓을 활용하여 통신한다. 소켓이란 떨어져 있는 두 개의 시스템이 데이터를 송수신할 수 있도록 하는 구조체이며 소켓 통신은 연결이 계속 유지되는 양방향 통신으로 실시간 데이터 전송에 사용된다.

소켓은 역할에 따라 서버 소켓과 클라이언트 소켓으로 나누어진다. 서버는 socket() 함수로 소켓을 열고 bind() 함수로 ip와 port 번호를 설정하여 클라이언트의 연결을 기다린다. 클라이언트 역시 socket() 함수로 소켓을 열고 connect() 함수를 사용하여 서버의 ip와 port 번호에 통신을 시도하면 서버에서 accept() 함수로 클라이언트와 연결을 활성화한다.

본 시스템에서는 라즈베리 파이가 서버 소켓, 안드로이드 앱이 클라이언트 소켓으로 라즈베리 파이에서 소켓을 활성화하고 대기하면 앱에서 제어 버튼을 눌렀을 경우 안드로이드 앱의 클라이언트 소켓은 라즈베리 파이의 서버 소켓에 연결을 요청하고 서버와 연결이 되면 해당 버튼에 설정된 제어 메시지를 전송한다. 라즈베리 파이에서 정상적으로 메시지를 수신하면 수신된 메시지에 해당하는 동작 명령을 내려 액추에이터의 작동을 제어한다. 액추에이터가 정상적으로 작동되면 성공 메시지를 안드로이드로 전송한다. 해당 통신이 끝나면 각 소켓은 종료된다.

그림4는 소켓 통신의 흐름을 그림으로 표현한 것이다.

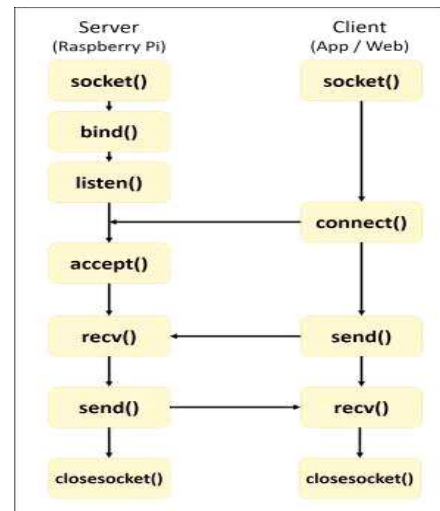


그림 4. 소켓 통신
 Fig. 4. Socket

3-4 스트리밍

안드로이드 앱에서는 실시간으로 재배기 내부를 스트리밍할 수 있다. 라즈베리 파이에는 CSI(Camera Serial Interface) 포트가 있어 카메라 모듈을 연결할 수 있다. 본 연구에서는 라즈베리 파이용 카메라 모듈 Raspberry Pi camera를 사용하였다. 스트리밍을 위해 사용한 mjpg-streamer는 jpg 촬영을 연속으로 수행하여 마치 영상처럼 보여주는 기능을 하는 프로그램이다. 라즈베리 파이에 mjpg-streamer를 설치한 후 실행하면 특정 port로 접근할 수 있는 HTTP Server 역할을 수행하여 웹스트리밍이 가능하다.

그림5는 새싹인삼이 자라고 있는 재배기 내부의 모습이 스트리밍되는 모습이다.

IV. 결 과

본 논문에서 구현한 재배기는 그림6과 같다. 환경제어를 위하여 오픈된 형태가 아닌 챔버 형태의 재배기로 구성하였다.



그림 6. 재배기의 실제 구현 모습
Fig. 6. Actual implementation of the chamber



그림 5. 스트리밍 화면
Fig. 5. Streaming view

표 2. 원격 제어 반응 시간

Table 2. Remote control response time

No.	response time	RHO
1	0.8	2
2	0.6	2.6
3	0.8	2.2
4	0.3	2.4
5	0.5	2.9
6	0.3	2.4
7	0.6	2.2
8	0.3	2.6

표 3. 자동 제어 동작 테스트

Table 3. Automatic control test

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Operation	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

본 논문에서는 제어 시스템의 정상적인 작동과 성능을 테스트하기 위해 실험을 진행하였다. 원격 제어 시스템의 평가를 위해 안드로이드 앱에서 제어 버튼을 눌렀을 때 액추에이터의 동작 시간을 측정하였고, 자동 급수 시스템을 평가하기 위해 토양 수분 센서를 통해 측정된 토양 수분값이 기준치를 벗어났을 때 작동 여부를 측정하였다. 표2는 원격 제어 시스템의 성능을 비교하기 위해 앱에서 물주기 버튼을 눌렀을 때 워터펌프의 동작 시간까지 걸린 시간을 선행된 연구 결과와 비교한 표이다.

RHO의 시스템은 안드로이드 앱에서 ‘물주기’ 버튼을 누르면 급수 명령을 앱, 서버, 라즈베리 파이, 아두이노의 워터펌프 순으로 전달하여 일정량을 급수하는 방식[4]이지만 본 연구는 안드로이드 앱에서 제어 버튼을 누르면 앱, 서버, 라즈베리 파이의 워터펌프로 제어 명령이 전달된다. 실험은 총 8회에 걸쳐 진행하였으며 본 논문에서 구현한 시스템은 평균 0.5초가 걸려 평균 2.4초가 걸린 RHO의 방법보다 월등히 좋은 결과임을 확인하였다.

표3은 토양수분량이 기준치 이하로 떨어졌을 경우 워터펌프가 작동되는지를 측정한 표다. 실험 방법은 기준치 이상의 토양과 기준치 이하의 토양을 준비한 후, 기준치 이하의 토양에 토양 수분 센서를 꽂았을 때 워터펌프의 작동 여부를 측정하였다. 총 11회 실험하였고 모두 정상적으로 작동하는 것을 확인하였다.

V. 결 론

본 논문에서는 라즈베리 파이로 각종 센서를 통해 성장 환경 데이터를 수집하고, 안드로이드 앱을 통해 모니터링, 제어하는 시스템을 구현하였다. 식물이 광합성 하는데 필요한 적절한 광과 바람을 공급하기 위해 재배기에 LED와 Fan을 설치하였고,

토양수분량을 측정하여 토양이 건조하면 자동으로 급수하도록 제어 시스템을 프로그램하였다. 현재 상용화되고 있는 제품들은 블루투스로 제어를 관리하여 거리에 제약이 있고, 자동 제어는 사용자가 타이머를 설정하여 전원 제어를 하는 수준에 그쳐 작물의 상태를 고려하지 못한다는 문제점이 있었으나 본 논문에서 구현한 식물재배기는 블루투스가 아닌 Wi-Fi를 이용하여 안드로이드 앱과 소켓으로 통신하여 어디서나 작물들을 관리할 수 있도록 하고, 작물의 생장 환경을 측정하고 상태에 따라 제어하도록 구현하였다.

현재에는 토양 수분에 따른 급수 기능만 구현하였지만 향후 연구 과제로는 온도에 따른 냉난방 제어를 위해 발열체와 냉각기에 관한 연구를 진행할 예정이다.

참고문헌

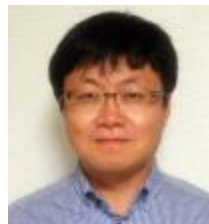
- [1] S. Y. Hwang, J. Y. Yu, J. H. Moon, and B. J. Park, "An Analysis on the Determinants of Consumer Purchase Intention in Hydroponic instruments for Promoting of Urban Agriculture," *Korean Journal of Agricultural Management and Policy*, Vol. 43, No. 4, pp. 813-837, December 2016.
- [2] Wikipedia. Internet of Things [Internet]. Available: <https://ko.wikipedia.org/wiki/%EC%82%AC%EB%AC%B7C%EC%9D%B8%ED%84%B0%EB%84%B7>
- [3] J. H. Kim, E. S. Lee, D. C. Choi, M. S. Kim, S. J. Kim, N. J. Choi, J. H. Choi, and J. D. Lee, "Design and Implementation of Automatic Control Smartfarm Platform using IOT Technology," *Proceedings of the Korean Society of Computer Information Conference*, Vol. 28, No. 1, pp. 71-72, January 2020.
- [4] J. M. Rho, J. Y. Kang, Y. J. Park, and K. S. Kong, "IoT based Smart Greenhouse System," *Journal of The Korea Society of Computer and Information*, Vol. 25, No. 11, pp. 1-8, November 2020.
- [5] Y. L. Lim, E. B. Lim, and T. W. Kim, "Implementation of The Smart Plant Growth Chamber with Arduino," *Journal of The Korea Internet of Things Society*, Vol. 2, No. 2, pp. 27-36, June 2016.
- [6] Y. J. Jeong and D. M. Seo, "Development of a Smart Flowerpot System with Autonomous Mobility," *Korean Institute of Information Scientists and Engineers Transactions on Computing Practices*, Vol. 26, No. 2, pp. 64-73, February 2020.
- [7] S. W. Ahn, A Study on the design of Planterior to reduce and purify indoor fine dust, MS. dissertation, Department of Living Arts, Flower design Major Graduate School of Design, Daegu University, Gyeongbuk, Korea, August 2020.



이수아(Su-A Lee)

2020년 : 전주대학교 일본언어문화학과
2020년~현재 : 전주대학교 일반대학원
스마트 Agro ICT
융합학과 재학 중

※ 관심분야 : 스마트팜, 사물인터넷(IoT), 안드로이드 앱 등



송주환(Ju-Whan Song)

1997년 : 전북대학교 대학원 (이학석사)
2003년 : 전북대학교 대학원 (이학박사)

2006년~현재 : 전주대학교 인공지능학과 교수
2019년~현재 : 전주대학교 일반대학원 스마트 Agro ICT
융합학과 교수
※ 관심분야 : 스마트팜, 영상처리, 사물인터넷(IoT), 디지털
콘텐츠, 모바일 프로그래밍 등