

Design and Implementation of Home IoT Cultivation System with iOS Interface

Jeong Seung Gyun[†] · Kim Gyu Dong[†] · Kim Byeong Chang^{††}

ABSTRACT

Demand for “pet plants” and “planteriers” is increasing due to the increase in COVID-19 and fine dust. In this paper, Smart pots for planterior should be small in size while providing the functions for cultivation without any problems. They should provide a user interface for long-range control for user’s convenience. We implemented smart pots by incorporating IoT into pots. In response to the growing number of iPhone users, we developed an iOS app for user interface and UX/UI design. By communicating with the smartphone app and a home pot server over the Internet, users can check and control the state of the pot anytime, anywhere. The server and the pot module were separated to reduce the size of the pot itself. By locating a water bottle at the bottom of the pot, we expect that it is suitable for a “planterier” because it adopts a circulating structure in which drainage flows down to the water bottle as it is.

Keywords : IoT, Smart Pot, Data Visualization, iOS

iOS 인터페이스를 지원하는 가정용 IoT 재배 시스템 설계 및 구현

정 승 균[†] · 김 규 동[†] · 김 병 창^{††}

요 약

COVID-19와 대기오염으로 인해 ‘반려 식물’과 ‘플랜테리어’에 대한 수요가 점차 증가하고 있다. 플랜테리어를 위한 스마트 화분은 재배에 필요한 기능을 문제없이 제공하면서 크기는 줄어들어야 하고, 사용자의 이용편리성을 위해 장거리 제어가 가능한 사용자 인터페이스를 제공해야 한다. 본 논문에서는 화분에 사물인터넷을 접목하여, IoT 재배 시스템을 구현하였다. 사용자 인터페이스는 iOS 앱으로 개발하였으며, 증가하는 iPhone 사용자들에게 익숙한 UX/UI 디자인으로 구현하였다. 스마트폰 앱과 가정의 재배 시스템이 인터넷을 통해 통신함으로써, 언제, 어디서나 화분의 상태를 확인하고, 제어할 수 있게 구현하였다. 서버와 재배 모듈이 분리되어, 재배 모듈 자체의 크기를 줄였다. 화분 하단에 물통이 존재하여, 배액이 물통으로 흘러내려오는 순환식 구조를 채택하였기 때문에 ‘플랜테리어’에 적합한 모듈이 될 수 있을 것으로 기대한다.

키워드 : 사물인터넷, 스마트 화분, 데이터 시각화, iOS

1. 서 론

IoT(Internet of Things)는 사물과 인터넷을 연결하여 언제, 어디서든 인터넷을 통해 사물에 접근할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 스마트팜이란 정보통신기술을 활용해 시간과 공간의 제약 없이 최적의 작물 생육환경을 구축할 수 있는 네트워크 기반의 농업 방식을 말한다[1]. 최근 스마트팜은 농업

시장에만 국한된 것이 아닌, 반려 식물로서의 스마트 화분 또한 인기를 끌고 있다. COVID-19로 인한 우울감을 해소하기 위하여 반려 식물을 찾는 사람들이 늘어나고 있으며, 대기오염으로 공기 정화를 목적으로 한 반려 식물의 수요가 증가하고 있다[2]. 또한 식물로 실내를 꾸미는 인테리어 방식인 ‘플랜테리어’라는 용어가 등장하였고, 관련 제품의 매출이 늘고 있는 추세이다. 하나금융경영연구소에서 발표한 “코로나19가 가져온 소비 행태의 변화 II”에 따르면, ‘화원, 화초’와 ‘농업용품’ 관련 업종의 매출이 전년 동기 대비 매출액이 증가하였음을 보인다[3]. 기업 LG전자에서는 식물생활가전 ‘틱온’을 출시하여 이목을 끌고 있다[4].

대부분의 가정에서 재배하는 반려 식물은 토양 재배 기반이다. 그러나 기존 스마트 화분은 수경 재배 기반이다. 이에

※ 이 논문은 2022년 한국정보처리학회 ASK 2022의 우수논문으로 “가정용 순환식 IoT 화분과 iOS 기반 관리 애플리케이션의 설계 및 구현”의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것이다.

† 비 회 원 : 대구가톨릭대학교 모바일소프트웨어전공 학사과정

†† 종 신 회 원 : 대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부 교수

Manuscript Received : July 28, 2022

First Revision : September 28, 2022

Accepted : October 22, 2022

* Corresponding Author : Kim Byeong Chang(bckim@cu.ac.kr)

따라 농업인이 아닌 일반적인 가정에서 수경 재배라는 새로운 농법에 대한 지식을 습득하여 적용하는 것은 번거로움이 존재한다. 또한 수경 재배로 재배하기 어려운 식물이 존재하기에 기존의 '반려 식물'을 완전히 대체하기 어렵다는 한계가 있다. 더불어 기존 스마트 화분은 플랜테리어에 적합하지 않은 하드웨어 크기를 가지고 있다. 플랜테리어에 적합한 화분은 어디에나 배치 가능해야 하며, 소형화된 하드웨어 크기로 기존의 반려 식물을 대체할 수 있어야 한다.

본 논문에서는 '반려 식물'과 '플랜테리어'에 적합하지 않은 기존 스마트 화분의 한계를 극복하기 위해 토양 재배가 가능한 순환식 화분을 기반으로 한 가정용 IoT 재배 시스템을 제안하고자 한다. '반려 식물'과 '플랜테리어'에 적합한 스마트 화분을 구성하기 위해 물통과 배관을 화분에 일체화하여, 급수와 배수가 하나의 물통에서 이루어지는 순환식 메커니즘을 채택하고자 한다.

사용자 인터페이스는 언제 어디서나 인터넷 접속이 가능하며, 사용자 접근성이 높아야 한다. 직관적인 UI 설계를 통해 처음 인터페이스를 접하는 사용자도 쉽게 사용할 수 있도록 구현해야 한다. 또한 다수의 화분을 효율적으로 제어가 가능해야 한다. 식물 재배에 대한 데이터를 수집하여 사용자가 활용할 수 있는 스마트 화분을 설계 및 구현하고자 한다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 기존 스마트 화분에 대한 연구에 대하여 다룬다. 3장에서는 시스템의 요구사항과 설계를 명세하였다. 4장에서는 3장에서 서술한 요구사항에 맞추어 스마트 화분을 구현한 결과를 보여주고 5장에서는 결론 및 향후 연구 방향을 제시하고자 한다.

2. 관련 연구

기업 LG전자에서 2021년 10월 발표한 식물생활가전 'LG 틱온 오브제컬렉션'은 금고형 가정용 자동 식물 재배 시스템으로서, 한 번에 많은 식물을 가정 내에서 쉽게 재배할 수 있는 장점이 있다[5]. 식물 재배 공간을 다른 공간과 분리하여 센서와 제어 시스템을 통해 식물에 알맞은 환경을 안정적으로 제공한다. 하지만 제품의 규격이 다소 크기 때문에 플랜테리어를 위한 공간 활용이 쉽지 않다.

"스마트화분 설계 및 구현"에서는 MCU(Micro Controller Unit)로 ATmega128을 사용하여 스마트 화분을 구현하였다[6]. 각종 센서를 활용하여 화분의 상태를 쉽게 모니터링할 수 있는 모듈을 개발하였으며, 사용자 인터페이스로 LCD 패널을 사용하였다. 인터넷을 통한 제어가 불가능하기 때문에 모듈과 동일한 공간에서만 화분의 상태를 확인할 수 있다.

"아두이노를 이용한 실내 반려식물 관리 시스템"은 블루투스 통신을 이용하여 스마트폰 앱으로 화분 정보 데이터를 전송한다[7]. Android Native App을 사용자 인터페이스로 제공한다. 블루투스 통신을 이용한 앱이므로 인터넷 통신보다 비교적 근거리에서만 앱을 사용할 수 있다.

Smart Plant Management System (SPMS)는 아두이노에 WiFi 확장 실드를 이용하여 서버와 통신한다[8]. 사용자 인터페이스는 Android Native App으로 구현하여 서버와 인터넷으로 통신한다. 인터넷이 있는 장소라면 언제 어디서나 앱을 통하여 동작 및 모니터링을 할 수 있다. 급수를 위한 물탱크를 외부에 두어 공간을 많이 사용해야 한다는 단점이 있다.

"아두이노를 활용한 식물재배 시스템에 대한 연구"는 C#을 이용한 PC 응용프로그램으로 인터페이스를 구현하였다[9]. IoT에 적합한 시스템은 공간적 제약을 최소화하여 사용자 접근성이 높아야 한다.

"가정용 순환식 IoT화분과 iOS 기반 관리 애플리케이션의 설계 및 구현"은 사용자가 실시간 데이터는 확인할 수 있지만, 데이터가 시각화되어 있지 않아 효과적인 작물 관리를 위한 정보를 제공 받기가 어렵다[10].

이와 같이 본 논문과 유사한 연구가 이뤄지고 있지만, 모듈의 규격이 플랜테리어에 어울리지 않거나, 인터넷을 이용하여 재배 시스템에 접근하지 않는 방식이 많다. 그리고 아이폰을 사용하는 사용자가 증가함에 따라 iOS 앱의 개발이 필요하다[11]. 또한 사용자가 쉽게 인터페이스에 적응할 수 있도록 익숙하고 직관적인 UX 디자인이 필요하다.

3. 시스템 설계

3.1 시스템 요구사항

본 논문에서 제안하는 가정용 IoT 재배 시스템의 요구사항은 다음과 같다. 사용자가 재배하는 식물이 성장하기에 적합한 환경인지 확인하기 위한 외부 온도도와 토양 재배에 가장 중요한 요소인 토양 습도 데이터를 수집하여 급수 제어를 할 수 있도록 한다. 급수 제어는 사용자의 선택에 따라 토양 습도 기반 자동 제어와 예약 기능을 포함하며 사용자가 원할 때 수동으로 제어가 가능하도록 한다. 식물 광합성의 중요한 요소인 빛을 위해 LED 제어를 할 수 있어야 하며, LED 제어 또한 사용자의 편의성을 위해 예약 기능이 필요하다. 순환식 구조의 화분이므로 펌프를 통해 화분 하단 물통의 물을 화분 상단으로 공급, 배액이 필터를 거쳐 다시 물통으로 유입되어야 한다. 물통 내 물의 탁도를 측정하여 물 교체가 필요할 때 사용자에게 물 교체 알림을, 물통의 수위를 측정하여 물 보충이 필요할 때 물 보충 알림을 사용자에게 전송할 수 있어야 한다.

사용자의 편의성 및 사용성을 위해 사용자 인터페이스는 언제 어디서나 인터넷에 접근이 용이한 스마트폰 앱으로 선정하고, 직관적인 UI와 사용자에게 최고의 경험을 제공할 수 있는 UX 설계로 누구나 쉽게 사용할 수 있도록 한다. 사용자 인터페이스와 다수의 스마트 화분 간의 효율적인 정보 처리를 위해 IoT 프로토콜 사용이 필요하다. 또한 각 화분별로 수집된 데이터를 시각화하여 재배 데이터 분석을 통해 사용자가 효과적인 작물 관리를 할 수 있도록 도움을 주어야 한다.

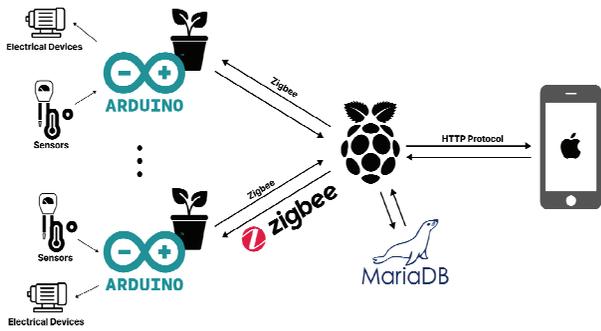


Fig. 1. System Architecture

3.2 시스템 구조

Fig. 1은 스마트 화분 시스템의 구조도이다. 아두이노는 화분에 위치한 센서들을 통해 측정된 데이터와 실시간 동작 상태를 확인한다. Node.js로 구현된 서버를 구동하는 라즈베리파이는 아두이노에서 측정된 데이터를 지그비 통신을 통해 수신 받아 처리한다. 해당 데이터는 HTTP 프로토콜을 통해 사용자 인터페이스에서 확인할 수 있다. 라즈베리파이와 아두이노는 지그비를 사용하여 1:N 통신이 가능한 구조로 설계했다. 그로 인해 다수의 스마트 화분을 하나의 서버에서 제어 및 관리가 가능하다.

사용된 센서의 종류는 외부 온도와 습도를 측정하기 위한 센서, 토양 수분함수율을 측정하기 위한 센서, 순환식 구조를 취하고 있는 화분 특성상 수질과 수위 측정하는 센서가 있다. 또한 급수를 위한 펌프, 식물의 광합성을 위한 LED로 구성되어 있다.

3.3 데이터베이스 구조

Fig. 2는 시스템의 데이터베이스 구조이다. pot 테이블에 스마트 화분의 정보를 저장하며, pot_state에 각 스마트 화분의 상태를 저장한다. sensor_data 테이블에서는 각 스마트 화분에서 발생하는 센서 데이터들을 항목별로 저장하며, 해당 데이터를 iOS 앱에서 실시간 데이터뿐만 아니라 일간, 주간, 월간 데이터를 시각화하여 나타낼 수 있도록 하였다. 스마트 화분의 제어 부분에서 사용자가 언제 급수, 조명 제어를 하였는지 확인할 수 있도록 control_log 테이블에 저장하며, 예약 리스트를 위한 water_reserve, led_reserve 테이블을 포함하였다. 이와 같은 데이터베이스 설계로 효율적인 스마트 화분 관리가 가능하였다.

3.4 기능 구성

Fig. 3은 시스템 기능 구성도이다. 라즈베리파이와 아두이노가 지그비 통신을 통해 연결되면 센서 데이터 전송을 시작한다. 센서 데이터를 수신 받은 라즈베리파이는 해당 데이터를 데이터베이스에 저장하고 사용자 인터페이스에서 요청 시 스마트 화분에 대한 모든 정보를 전송하여 사용자가 확인할 수 있다. 또한 TDS(Total Dissolved Solids) 센서와 수위 센

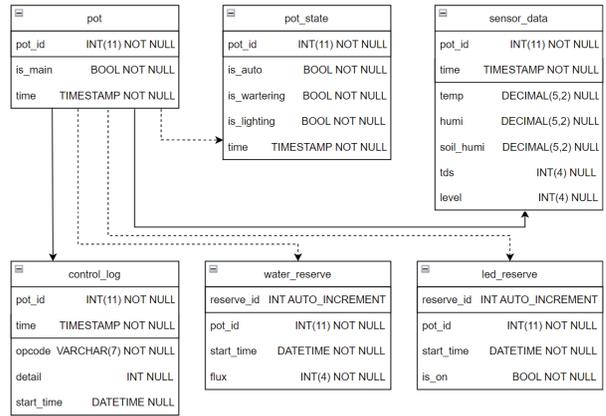


Fig. 2. Database Schema

서의 데이터에 따라 물 교체 또는 보충이 필요할 때마다 사용자에게 알림을 전송한다.

스마트 화분을 제어하기 위해서는 제어하고자 하는 화분을 선택하여 급수 제어 또는 조명 제어를 선택한다. 급수 방법은 자동 제어 모드와 수동 제어 모드가 존재한다.

iOS 앱을 통해 사용자가 제어 명령을 송신하면 라즈베리파이에서 제어 기록을 남긴 후 아두이노로 명령을 전달한다.

iOS 앱에서 급수 또는 조명 제어를 하였을 때, 서버로 명령 전송 시 효율성을 고려하여 제어 항목별 명령 코드를 정의하였다. Fig. 3의 ServerAPI.XXX()에서 XXX가 명령 코드를 의미한다. Table 1은 명령 코드 리스트이다.

3.5 회로 구성

1) 라즈베리파이 회로 구성

Fig. 4는 스마트 화분 서버의 회로도이다. 라즈베리파이 기반으로 서버 역할을 하며, 스마트 화분과의 통신을 위해 지그비 통신 모듈을 사용하였다. 이때, 라즈베리파이의 지그비 통신 모듈은 Coordinator로 구성하였다. Table 2는 라즈베리파이 회로를 구성하고 있는 항목과 역할에 대한 설명이다.

2) 아두이노 회로 구성

Fig. 5는 스마트 화분의 회로도이다. 화분을 제어하기 위한 Controller로 아두이노를 선택하였다. 식물 성장을 위한 데이터를 수집하기 위해 대기 온도, 토양 수분함수율을 측정하는 센서, 순환식 화분의 특성상 물통의 수위 측정 센서, 수질을 측정하기 위한 TDS 센서를 포함하였다.

식물 성장 데이터를 바탕으로 양분 공급과 광합성을 위한 기능인 급수와 조명을 제어하기 위해 릴레이 모듈을 사용하여 전류의 흐름에 따라 자석을 움직여 낮은 전압, 전류를 이용하여 높은 전압, 전류를 안정적으로 제어할 수 있도록 하였다. 라즈베리파이와의 통신을 위해 지그비 통신 모듈을 사용하였다. 이때, 지그비 통신 모듈은 Router로 구성하였다. Table 3은 아두이노 회로를 구성하고 있는 항목과 역할에 대한 설명이다.

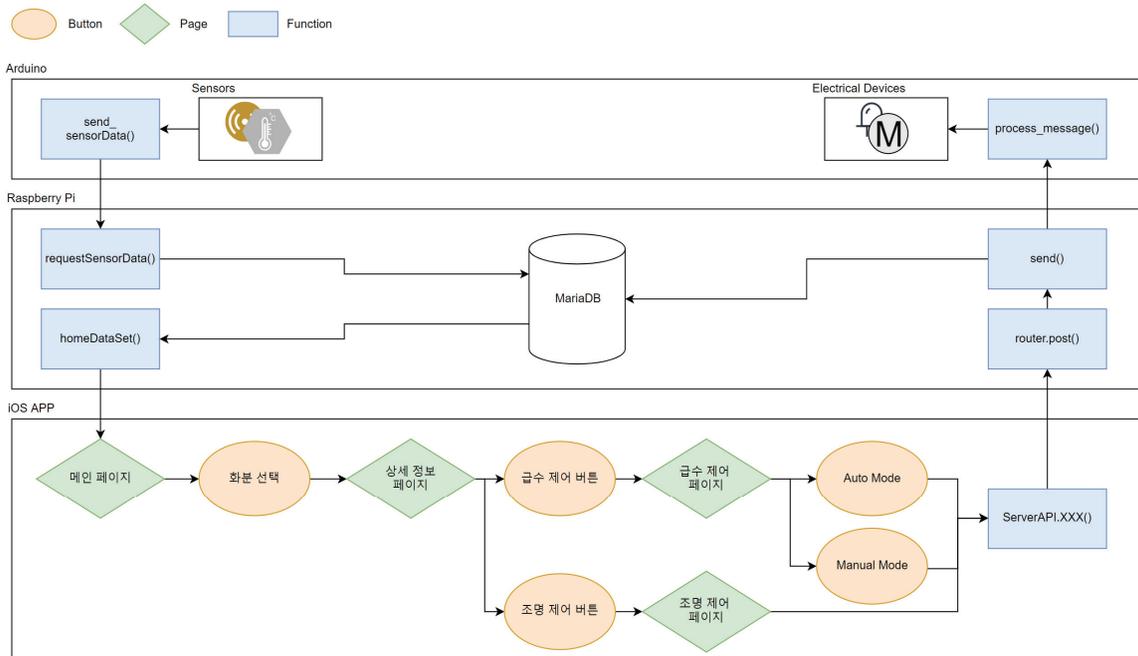


Fig. 3. System Configuration Diagram

Table 1. Operation Code List

OP Code	Detail
C_S_001	Control System Auto Mode ON
C_S_002	Control System Auto Mode OFF
C_M_001	Control Manager Water Supply (sec)
C_M_002	Control Manager Water Supply (flux)
C_M_003	Control Manager Light ON
C_M_004	Control Manager Light OFF
R_M_001	Reserve Manager Water Supply (sec)
R_M_002	Reserve Manager Water Supply (flux)
R_M_003	Reserve Manager Light ON
R_M_004	Reserve Manager Light OFF

Table 2. Raspberry Pi Circuit Configuration

Item	Detail
Raspberry Pi 3B+	Single Board Computer (Server)
XBEE S2	Communication Module (Coordinator)

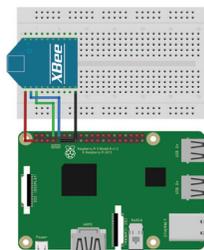


Fig. 4. Raspberry Pi Circuit Diagram

Table 3. Arduino Circuit Configuration

Item	Detail
Arduino Mega 2560 (R3)	Microcontroller Unit (Pot Controller)
XBEE S2	Communication Module (Router)
Relay Module (2CH)	Electrical switch
Water Pump (1.5W)	Water supply to plant
DHT 11	Temperature and Humidity measurement
Moisture Sensor	Soil Moisture measurement
Gravity TDS Meter	TDS measurement
Rain Water Level Sensor	Water Level measurement
Plant Grow Light (10W)	For Photosynthesis

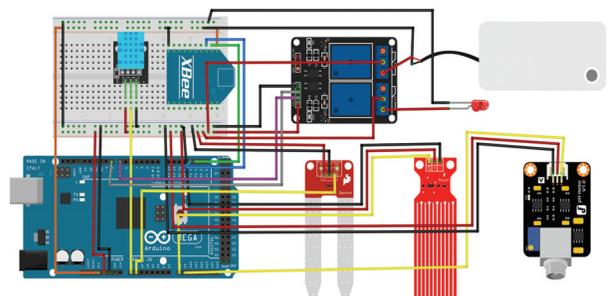


Fig. 5. Arduino Circuit Diagram

4. 구현 결과

4.1 애플리케이션 구현

1) 제어 인터페이스 구현

구현된 iOS 앱의 화면의 개발 환경은 XCode와 Swift UIKit 프레임워크를 활용하여 구현하였다. 앱의 초기화면은 Fig. 6과 같다. Home View의 가장 상단은 날짜 정보를 불러와 지정된 형식으로 표시한다(A). 초기화면이 로드되면 HTTP 프로토콜을 활용하여 서버에서 화분 정보 리스트 데이터를 JSON 형식으로 수신받는다. 수신된 정보를 가공하여, 서버에 연결된 모든 화분 데이터를 뷰에 Collection View¹⁾ 형태로 정보를 표시한다(B). 화분 목록 중 ID 번호가 가장 작은 화분을 대표 화분으로 선정하여 Collection View의 Header로 표시한다(C).



Fig. 6. Home View

제어하고자 하는 화분을 선택하면 Fig. 7과 같은 Detail View 화면이 로드된다. 이 화면에서는 실시간 센서 데이터를 상세하게 볼 수 있으며, 이 상태 표시줄을 터치하면 Fig. 10과 같은 그래프를 볼 수 있는 Graph View로 이동할 수 있다(A). 또한 급수 펌프, LED의 작동상태를 확인할 수 있으며, 버튼을 터치하면 화분의 급수 및 LED의 작동을 제어할 수 있는 Fig. 8과 같은 Control View로 이동할 수 있다(B). 급수 제어와 LED 제어를 위한 예약 기능을 구현하여 예약 목록을 확인하고 예약 관리가 가능하도록 하였다(C).

Fig. 8은 Control View의 화면이다. 해당 화면에서 자동 제어 모드 또는 수동 제어 모드를 선택할 수 있다. 자동 제어 모드를 선택할 시 유지하고자 하는 토양습도의 수치를 입력한 뒤 확인 버튼을 누르면 구현된 API를 통해 POST 메시지를 이용하여 습도 정보를 서버로 전송한다(A). 수동 제어 모드는 제어 옵션과 유량 설정 옵션을 선택할 수 있다. 제어 옵션은 즉시와 예약으로 분류되어 있고, 유량 설정 옵션은 시간과 유량으로 분류되어 있다. 제어 옵션을 예약 옵션으로 변경

1) iOS 앱에서 데이터 항목을 사용자 지정이 가능한 레이아웃으로 정렬하여 표시하는 개체

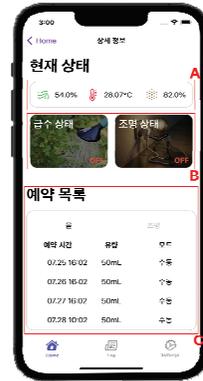


Fig. 7. Detail View

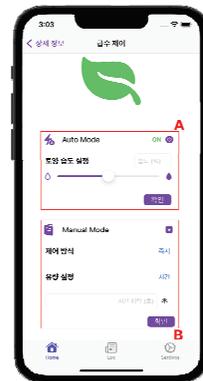


Fig. 8. Control View

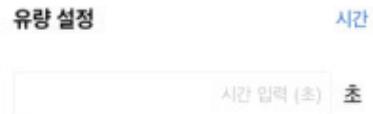


Fig. 9A. Changed UI by Flux Option (sec)



Fig. 9B. Changed UI by Flux Option (mL)

하면 날짜와 시간 선택 UI가 표시된다. 또한 유량 설정 옵션을 선택하면 Fig. 9와 같이 해당 옵션에 맞게 입력 텍스트 필드의 Place Holder와 레이블의 단위 UI가 변경되도록 구현하였다. 확인 버튼을 터치하면 옵션에 맞는 API가 요청되며, 입력된 데이터 정보가 서버로 전송된다(B).

2) 그래프 구현

Fig. 10은 각 센서 데이터를 시각화하여 그래프로 나타낸 Graph View의 사진이다. Detail View의 센서 데이터 상테 바를 터치하면 로드된다. 해당 화면으로 이동됨과 동시에 그

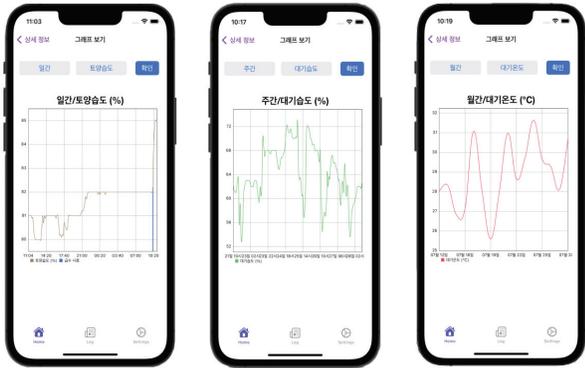


Fig. 10. Graph View

래프 데이터의 수집을 위한 REST API가 호출된다. 초기 화면은 일간 주기의 토양습도 데이터가 표시되며, 호출 시점의 24시간 전의 데이터가 꺾은선 그래프 형태로 표시된다. 또한 막대 그래프 형태의 급수 시점을 그래프에 표시하여 급수 시점에 따른 토양습도 변화율을 파악할 수 있다. 화면 상단의 콤보 박스 버튼을 이용하여 사용자가 필요로 하는 주기 옵션 및 데이터 유형 옵션을 선택하여 그래프에 표시할 수 있다. 주기 옵션은 일간, 주간, 월간으로 나누어져 있다. 데이터 유형 옵션은 토양습도, 대기습도, 대기온도로 나누어져 있어, 총 9가지 유형의 그래프를 확인할 수 있다. 원하는 주기와 데이터 유형을 선택한 뒤 확인 버튼을 터치하면, 해당 유형에 적합한 REST API를 호출하여 그래프에 표시한다.

3) 사용자 경험

본 논문에서는 iOS 사용자에게 최적의 경험을 제공할 수 있도록 구현하였다. 자동 제어 모드の場合 기준 습도를 지정할 수 있는데, 사용자가 입력하기 편리하도록 Fig. 11과 같이 슬라이드 바 형식과 직접 입력을 모두 사용할 수 있도록 구현



Fig. 11. Slide Bar



Fig. 12. Date Picker

하였다. 또한 예약 모드에서 날짜를 선택할 때 Fig. 12와 같은 iOS 사용자에게 익숙한 Date Picker를 사용하였다.

뷰의 계층구조는 Fig. 13과 같다. 뷰를 제어하기 위해 가장 상위 단계에 Tab Bar Controller를 구현하였다. Tab Bar Controller는 구현된 모든 화면 하단에 표시된다. 데이터의 전달이 필요하지 않은 뷰를 기준으로 분류하였으며, 그 경우 가장 효과적으로 뷰에 접근할 수 있도록 구현하였다. Home View의 가장 상단은 Navigation View Controller로 구현하였다. Navigation View Controller는 관련성 있는 뷰를 스택 형태로 저장하여 상위 뷰로 이동이 용이하도록 하는 뷰 계층구조 형태이다. iOS 사용자들에게 가장 익숙한 유형의 뷰 계층구조이며 이러한 방법을 선택함으로써 사용성을 높였다.

4.2 스마트 화분 동작

Fig. 14는 iOS 앱을 통해 스마트 화분을 제어하는 사진이다. Fig. 8의 Control View에서 제어 값을 설정 후 명령을 송신하면, 사용자가 설정한 값에 따라 스마트 화분이 동작하도록 구현하였다.

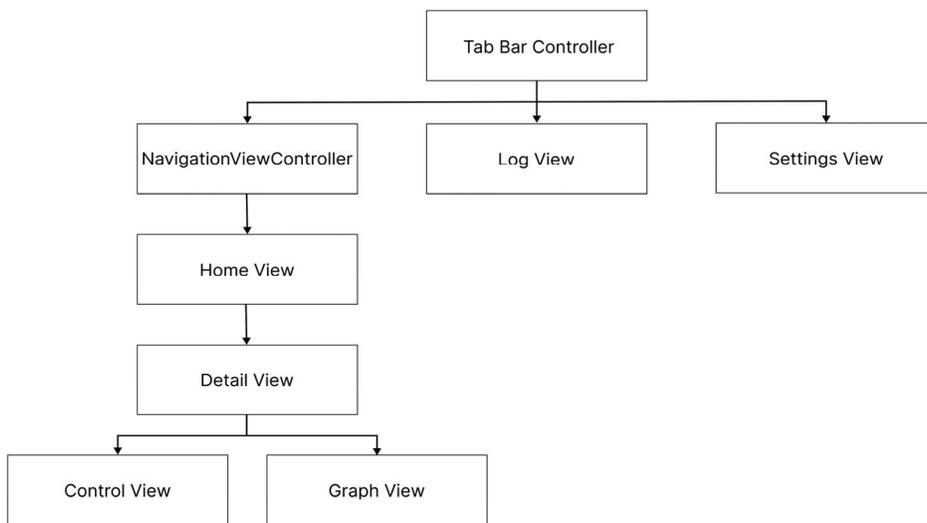


Fig. 13. View Layer



Fig. 14. Water Supply Action Picture

급수 제어의 기능은 크게 자동 제어 모드와 수동 제어 모드로 나누어져 있다. 자동 제어 모드는 화분의 토양습도가 지정 기준 이하로 떨어질 때 자동으로 급수를 하는 기능이며, 수동 제어 모드는 사용자가 원하는 시간에 원하는 양만큼 급수를 할 수 있는 기능이다. 수동 제어 모드는 예약 모드와 즉시 모드로 구분된다. 예약 모드의 경우 사용자가 지정한 시간에 설정된 유량을 급수할 수 있다. 즉시 모드는 사용자가 급수를 요청하는 시점에 지정된 급수량에 따라 화분에 급수를 하는 기능이다.

화분 하단에 물통이 존재하며 물통의 물이 펌프에 의해 식물에 공급되는데, 배액은 물통으로 흘러 내려오는 순환식 구조를 채택하였다. 따라서 물의 TDS가 일정 범위를 초과하게 되면 물 교체 알림이 발생하고, 물이 일정 수위 아래인 것이 감지되면 물 보충 알림이 발생한다. 이 알림들은 iOS 앱을 통해 확인할 수 있도록 구현하였다.

5. 결 론

본 논문에서는 iOS 앱을 통해 가정에 있는 스마트 화분을 언제 어디서나 제어 및 관제를 할 수 있도록 구현하였다. 별도의 서버가 외부에 존재하지 않고 가정 내에 위치하기 때문에 회원가입, 스마트 화분 등록 등의 별도의 절차 없이 전원만 공급한다면 자동으로 연결되는 구조를 취하고 있다. 화분 하단에 물통이 있는 순환식 구조로 물 보충 또는 교체 알림이 오기 전까지 급수 예약을 통해 편리한 사용성을 고려하였다. 이를 통해 iOS 앱을 이용하여 누구나 쉽게 스마트 화분을 사용 가능할 것으로 기대한다. 또한 수집된 센서 데이터를 그래프로 표현한다. 그래프는 iOS 앱을 통해 확인할 수 있다. 이로써 사용자는 쉽게 데이터를 분석하는 것이 가능하며, 그 데이터를 활용하여 사용자 경험을 바탕으로 한 급수 및 조명 제어를 할 수 있을 것으로 예상된다. 본 논문에서는 순환식 급수 구조를 적용하고 iOS 앱을 인터페이스로 구현하여 플랜테리어에 적합한 스마트 화분을 개발할 수 있었다.

추후 연구를 통해 AI 기술을 접목시켜 급수량과 급수 주기에 따라 토양 수분함수율에 미치는 영향을 분석하여 자동 급수 기능을 보완하고자 한다. 그리고 순환식 구조를 보완하기 위해 교환식 수질 정화 필터를 간편하게 교체할 수 있도록 개선하고자 한다. 또한 TDS 센서 기반 필터 교체 예측이 가능하도록 보완할 예정이다.

References

- [1] Korea Policy Briefing, Smart Farm (Intelligent Farm) [Internet], <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148864055>.
- [2] Nongsaro, Pet plants identified by big data [Internet], <https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psv/psvr/psvre/curationDtl.ps?menuId=PS03352&srchCurationNo=1696>.
- [3] J. W. Yang, Changes in consumption behavior brought about by "Covid-19" [Internet], <http://www.hanaif.re.kr/boardDetail.do?hmpeSeqNo=34663>.
- [4] LG Electronics, Launched new concept plant home appliance 'LG tiun' [Internet], <https://live.lge.co.kr/lg-tiun/>.
- [5] LG Electronics, LG tiun Object Collection [Internet], <https://www.lge.co.kr/object-collection/1061e1p>.
- [6] E. J. Seo, D. S. Kim, and D. K. Kim, "Implementation and design of smart flower pot," *Proceedings of the Korean Institute of Electrical Engineers Conference*, Vol.2014, No.4, pp.377-379, 2014.
- [7] J. W. Lee, J. H. Kim, H. Y. Lee, H. K. Jang, and J. I. Kim, "Indoor plant management system using Arduino," *Proceedings of the Korea Computer Congress*, Vol.2018, No.6, pp.1445-1447, 2018.
- [8] H. S. Kim, S. M. Jo, and Y. B. Jeon, "Smart Plant Management System Using Arduino," *Proceedings of the Korea Computer Congress*, Vol.2014, No.12, pp.1818-1820, 2014.
- [9] M. J. Kim, J. W. Park, D. H. Jang, S. H. Kim, S. J. Lee, and S. H. Moon, "Plant Cultivation System using Arduino," *Proceedings of the Korean Institute of Information and Communication Sciences Conference*, Vol.25, No.1, pp.386-388, 2021.
- [10] S. G. Jeong, G. D. Kim, and B. C. Kim, "Design and Implementation of Home Circulating IoT Pot and iOS-Based Management Application," *Proceedings of the Annual Spring Conference of Korea Information Processing Society Conference (KIPS) 2022*, Vol.29, No.1, pp.139-142, 2022.
- [11] Brian Dean, iPhone Users and Sales Stats for 2022 [Internet], <https://backlinko.com/iphone-users>.



정 승 균

<https://orcid.org/0000-0002-1110-1363>
e-mail : jskyun98@gmail.com
2017년 ~ 현 재 대구가톨릭대학교
모바일소프트웨어전공 학사과정
관심분야 : Operating System,
Programming Language, HCI



김 규 동

<https://orcid.org/0000-0001-9121-9304>
e-mail : dong3955@gmail.com
2017년 ~ 현 재 대구가톨릭대학교
모바일소프트웨어전공 학사과정
관심분야 : Internet of Things, Software
Engineering, Network System



김 병 창

<https://orcid.org/0000-0001-6179-915X>
e-mail : bckim@cu.ac.kr
1995년 경북대학교 컴퓨터공학과(학사)
1995년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(석사)
2002년 포항공과대학교 컴퓨터공학과(박사)
2001년 ~ 2004년 위덕대학교 강의전담교원,
전임강사

2011년 ~ 2012년 (주)타오스 대표이사
2012년 ~ 2013년 Georgia Institute of Technology 방문교수
2004년 ~ 현 재 대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부 교수
관심분야 : Speech Recognition, TTS, Artificial Intelligence,
Internet of Things