

가정용 순환식 IoT 화분과 iOS 기반 관리 애플리케이션의 설계 및 구현

정승균¹, 김규동¹, 김병창²

¹대구가톨릭대학교 모바일소프트웨어전공

²대구가톨릭대학교 컴퓨터소프트웨어학부

jskyun98@cu.ac.kr, kgd3955@cu.ac.kr, bckim@cu.ac.kr

Design and Implementation of Home Circulating IoT Pot and iOS-Based Management Application

Seung-Gyun Jeong¹, Gyu-Dong Kim¹, Byeong-Chang Kim²

¹Dept. of Mobile Software Engineering, Daegu Catholic University

²School of Computer Software Engineering, Daegu Catholic University

요 약

코로나-19와 미세먼지의 증가로 ‘반려 식물’과 ‘플랜테리어’에 대한 수요가 늘고있는 추세이다. 본 논문에서는 화분에 IoT를 접목하여, 스마트 화분을 구현하였다. 사용자 인터페이스를 iOS 앱으로 개발하였으며, 늘어나는 iPhone 사용자들에게 익숙한 UX/UI 디자인으로 구현하였다. 스마트폰 앱과 가정의 화분 서버가 인터넷으로 통신함으로써, 언제 어디서나 화분의 상태를 확인하고, 제어를 할 수 있게 구현하였다. 서버와 화분 모듈이 분리되어, 화분 자체의 크기를 줄였다. 화분 하단에 물통이 존재하여, 배액이 그대로 물통으로 흘러내려오는 순환식 구조를 채택하였기 때문에 ‘플랜테리어’에 적합한 모듈이 될 수 있을 것으로 기대한다.

1. 서론

IoT(Internet of Things)는 사물과 인터넷을 연결하여 인터넷이 있는 곳이라면 언제, 어디서든 사물에 접근할 수 있도록 하는 기술을 말한다. 스마트팜이란 정보통신기술을 활용해 시간과 공간의 제약 없이 최적의 작물 생육환경을 구축할 수 있는 과학 기반의 농업 방식을 말한다[1]. 최근 스마트팜은 농업 시장에만 국한된 것이 아닌 반려 식물로서의 스마트 화분 또한 인기를 끌고 있다. 코로나-19로 인한 우울감을 해소하기 위하여 반려 식물을 찾는 사람들이 늘어나고 있으며, 미세먼지의 증가로 공기 정화를 위한 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 LG 전자에서는 식물생활가전 ‘티브’를 출시하여 이목을 끌고 있다[4].

본 논문에서는 요즘 트렌드인 ‘반려 식물’과 ‘플

랜테리어’ 키워드에 맞추어, 기존 스마트 화분의 문제점을 보완한 스마트 화분 시스템을 설계 및 구현하고자 한다. 많은 시중 제품들은 대부분 하드웨어의 물리적 접촉을 통한 제어를 하는데 반해, 본 논문에서는 사용자 인터페이스를 스마트폰 앱으로 구현하고자 한다. 스마트폰 앱의 직관적인 UI 설계로 처음 시스템을 접하는 사람 또한 쉽게 사용할 수 있게 구현하고자 한다. 기존 상업용 스마트 화분은 ‘플랜테리어’에 적합하지 않게 크기가 큰 하드웨어를 가지고 있는 경우가 많다. 본 논문에서 제시하는 시스템은 인터페이스와 하드웨어 간의 정보를 처리하는 서버를 개별로 구성하여 화분 자체의 크기를 인테리어에 적합하도록 구현하고자 한다.

2. 관련 연구

기업 LG전자에서 2021년 10월 발표한 식물생활가전 ‘LG 티운 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 제공

한다. 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]. 사용자 인터페이스는 Android Native App으로 구현하였다. 블루투스 통신을 이용한 앱이므로 인터넷 통신보다 비교적 근거리에서만 앱을 사용할 수 있다.

본 논문과 가장 유사한 구조를 가지고 있는 Smart Plant Management System (SPMS)는 아두이노에 WiFi 확장 설드를 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].

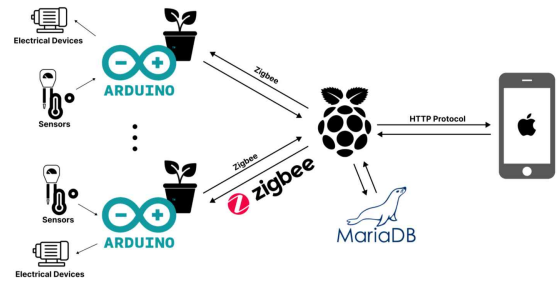
이와 같이 본 논문과 유사한 연구가 이뤄지고 있지만, 모듈의 규격이 플랜테리어에 어울리지 않거나, IoT를 이용하여 화분 시스템에 접근하지 않는 방식이 많다. 또한 아이폰을 사용하는 사용자가 증가함에 따라 iOS 앱의 개발이 필요하다[10]. 그리고 사용자가 쉽게 인터페이스에 적응할 수 있도록 익숙하고 직관적인 UX 디자인이 필요하다.

3. 시스템 구성

3.1 시스템 구조

(그림 1)은 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 가능

한 구조로 설계했다. 그로 인해 다수의 스마트 화분을 하나의 서버에서 제어 및 관리가 가능하다.



(그림 1) 시스템 구조도

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.

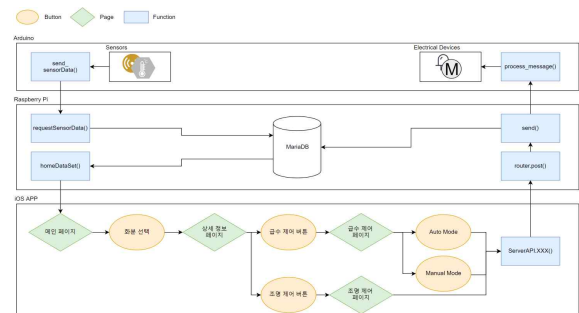
3.2 기능 구성

(그림 2)는 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 센서의 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.

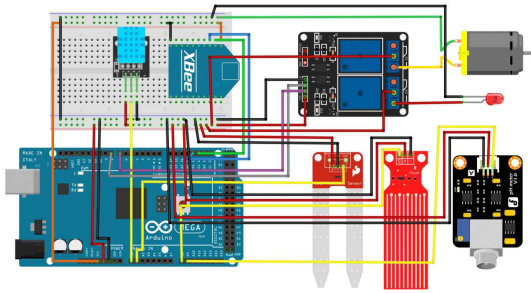
iOS 앱을 통해 사용자가 제어 명령을 송신하면 라즈베리파이에서 제어 기록을 남긴 후 아두이노로 명령을 전달한다.



(그림 2) 시스템 기능 구성도

3.3 회로 구성

(그림 3)은 스마트 화분의 회로도이다. 토양과 물의 상태를 측정하기 위한 센서들(Moisture Sensor V2, Gravity TDS Meter V1.0, Rain Water Level Sensor)과 외부 온습도를 측정하기 위한 센서(DHT11)로 구성되어 있으며, 물 공급을 위한 펌프(1.5W)와 LED(10W)를 제어하기 위해 릴레이 보드를 사용하였다. 또한 아두이노와 라즈베리파이의 통신을 위해 지그비 통신 모듈을 포함하였다.



(그림 3) 회로도

4. 구현 결과

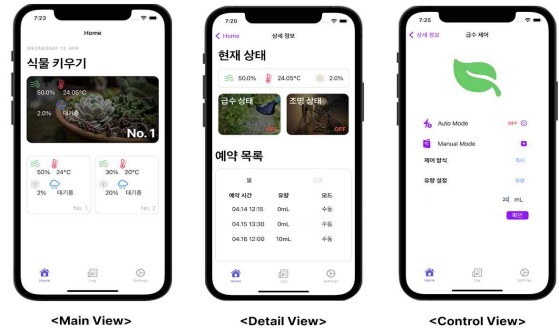
4.1 애플리케이션 구현

구현된 iOS 앱의 화면은 (그림 4)와 같다. 개발 환경은 XCode를 활용하여 구현하였다. 앱의 초기 화면은 (그림 4)의 <Main View>와 같다. 초기화면이 로드되면 HTTP 프로토콜을 활용하여 서버에서 데이터를 수신받는다. 서버에 연결된 모든 화분 데이터를 Collection View¹ 형태로 정보를 표시한다. 제어하고자 하는 화분을 선택하면 (그림 4)의 <Detail View>와 같은 화면이 로드된다. 이 화면에서는 실시간 센서 데이터와 펌프, LED의 작동상태를 확인할 수 있다. 급수 제어와 LED 제어를 위한 예약 기능을 구현하여 예약 목록을 확인하고 예약 관리가 가능하도록 하였다. 또한 <Control View>로 이동 가능한 버튼이 표시되며, 화분의 급수 제어를 위해 버튼을 터치하면 (그림 4)의 <Control View>가 로드된다. 해당 화면에서 자동 제어 모드나 수동 제어 모드를 선택할 수 있다. 원하는 값을 입력한 뒤 확인 버튼을 터치하면, HTTP 프로토콜을 이용하여 서버로 데이터가 전송된다.

본 논문에서는 iOS 사용자에게 최적의 경험을 제공할 수 있도록 구현하였다. 자동 제어 모드의 경우 기준 습도량을 지정할 수 있는데, 사용자가 입력하

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

기 편리하도록 슬라이드 바 형식으로 구현하였다. 또한 예약 모드에서 날짜를 선택할 때 iOS 사용자에게 익숙한 Date Picker를 사용하였다.



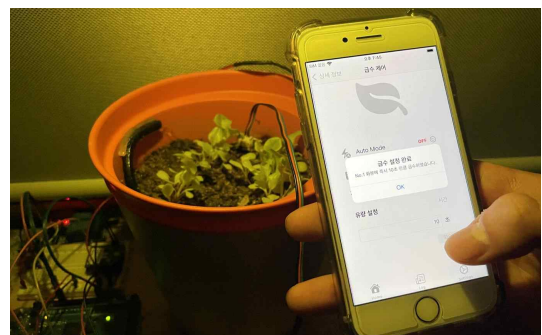
(그림 4) 애플리케이션 화면

4.2 스마트 화분 동작

(그림 5)는 iOS 앱을 통해 스마트 화분을 제어하는 사진이다. (그림 4)의 <Control View>에서 제어 값을 설정 후 명령을 송신하면, 사용자가 설정한 값에 따라 스마트 화분이 동작하도록 구현하였다.

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 물보충 알림이 발생한다. 이 알림들은 iOS 앱을 통해 확인할 수 있도록 구현하였다.



(그림 5) 급수 동작 사진

5. 결론

본 논문에서는 iOS 앱을 통해 가정에 있는 IoT 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.

현재는 실시간 토양 수분함수율 데이터만 확인할 수 있지만, 주기별 토양 수분함수율 데이터를 시각화하여 사용자가 확인할 수 있도록 할 예정이며, 추후 연구를 통해 인공지능 기술을 접목시켜 급수량과 급수 주기에 따라 토양 수분함수율에 미치는 영향을 분석하여 자동 공급 기능을 보완하고자 한다.

현재는 수질 정화 장치 없이 간이 필터를 화분 아래 부착하여 불순물을 거르는 정도에 그쳐 있는데, 해당 부분에 교환식 수질 정화 필터를 통해 간편하게 교체할 수 있도록 개선하고자 한다. 또한 TDS 센서 기반 필터 교체 예측이 가능하도록 보완할 예정이다.

Acknowledgement

본 논문은 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 주관하여 진행하는 ‘SW중심대학사업’의 결과물입니다.(2019-0-01056)

참고문헌

- [1] “스마트팜(지능형 농장)”, 대한민국 정책브리핑, 2020년 02월 25일 수정, 2022년 04월 02일 접속, <https://www.korea.kr/special/policyCurationView.do?newsId=148864055>
- [2] “빅데이터로 알아보는 반려식물”, 농사로, 2021년 09월 29일 등록, 2022년 04월 02일 접속, <https://www.nongsaro.go.kr/portal/ps/psv/psvr/psvre/curationDtl.ps?menuId=PS03352&srchCurationNo=1696>
- [3] “‘코로나19’가 가져온 소비 행태의 변화 II”, 하나금융경영연구소, 2020년 12월 16일 등록, 2022년 04월 02일 접속, <http://www.hanaif.re.kr/boardDetail.do?hmpeSeqNo=34663>
- [4] LG전자, “신개념 식물생활가전 ‘LG 틱운(LG tiun)’ 출시”, LiVE LG (LG전자 소셜 매거진),

2021년 10월 14일 등록, 2022년 04월 02일 접속, <https://live.lge.co.kr/lg-tiun/>

- [5] “LG 틱운 오브제컬렉션”, LG전자, <https://www.lge.co.kr/object-collection/1061e1p>
- [6] 서은재, 김동성, 김대경, “스마트화분 설계 및 구현”, 2014년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지 변환시스템부문회 춘계학술대회 논문집, 2014, pp.377-379.
- [7] 이준우, 김준혁, 이희연, 장현국, 김지인, “아두이노를 이용한 실내 반려식물 관리 시스템”, 2018년 한국컴퓨터종합학술대회 논문집, 2018, pp.1445-1447.
- [8] 김효섭, 조성무, 전유빈, “아두이노를 이용한 식물 관리 시스템”, 2014년 동계학술발표회 논문집, 2014, pp.1603-1605.
- [9] 김민주, 박진우, 장동환, 김시현, 윤호식, 이성진, 문상호, “아두이노를 활용한 식물재배 시스템에 대한 연구”, 한국정보통신학회 2021년 춘계 종합학술대회 논문집, 2021, pp.386-388.
- [10] Brian Dean, “iPhone Users and Sales Stats for 2022”, 2021년 05월 28일 수정, 2022년 04월 03일 접속, <https://backlinko.com/iphone-users>