

하이브리드 앱을 이용한 IoT 기반의 공기청정기 원격 제어 시스템

박지희*, 심재창*
*안동대학교 컴퓨터공학과
e-mail : wg9382@naver.com

IoT Air Cleaner Remote Control System Using Hybrid Mobile App

Jihee Park*, Jaechang Shim*
*Dept. of Computer Engineering, Andong National University

요 약

본 논문에서는 라즈베리 파이와 아두이노를 이용하여 공기청정기의 전원을 키거나 끄고, 팬의 세기를 조절할 수 있으며 스마트폰의 하이브리드 앱으로 공기청정기를 원격제어하는 시스템을 제안한다. 라즈베리 파이의 온·습도 센서와 먼지 센서로 실내의 온·습도, 먼지 농도를 모니터링할 수 있고, 아두이노를 통해 공기청정기의 전원과 팬의 속도를 조절할 수 있다. 스마트폰의 하이브리드 앱을 통해 외출한 상태에서도 실내의 온·습도, 먼지 농도를 모니터링할 수 있고 전원 제어를 통해 전력 낭비를 줄일 수 있다.

1. 서론

지금 대한민국은 국내에서 발생하는 미세먼지가 아닌 중국에서 날아오는 미세먼지의 영향으로 몸살을 앓고 있다. 국가적 차원에서 국내의 미세먼지를 줄여도 중국에서의 미세먼지가 너무나도 많아 효과가 없다. 그래서 현재의 대한민국에서 공기청정기 사용은 선택이 아닌 필수가 되었다[1].

하지만 공기청정기에는 IoT 기능이 있는 것보다 IoT 기능이 없는 공기청정기가 훨씬 많은데, 집에서 생활하는 사람에게는 상관이 없지만 혼자 사는 직장인에겐 IoT 기능이 있는 공기청정기가 필요하다.

왜냐하면, 공기청정기를 꺼두고 집을 비웠을 때 집에 얼마나 미세먼지가 들어왔는지 알 수가 없고, 공기청정기를 켜놓고 가기에는 전기 낭비가 있기 때문이다.

이를 보완하기 위해 라즈베리 파이[2]와 아두이노를 이용하여 만든 IoT 공기청정기 시스템과 HTML, PHP, CSS, 자바스크립트를 이용하여 하이브리드 앱[3]을 만든다. 그래서 사용자가 집 밖에 있어도 미세먼지, 온도 그리고 습도의 정도를 볼 수 있고, 실시간으로 공기청정기의 세기를 조절할 수 있으며, 공기청정기의 전원을 관리할 수 있도록 하고자 한다.

본 연구는 과학기술정보통신부 및 정보통신기획평가원에서 지원하는 SW중심대학사업(IITP-2019-0-01113)의 연구 결과로 수행되었음.

2. 공기청정기의 필요성

공기청정기는 오염된 공기를 팬으로 흡입하고 필터에 의해 0.01 μ m 정도까지의 미세한 먼지나 세균류를 집진하여 체취나 담배 냄새를 탈취한다. 필터에는 몰트프렌이나 유리섬유를 사용해서 집진하는 기계식 필터, 유리섬유와 셀룰로스 섬유를 사용해서 미립자를 집진하는 고성능 필터 및 활성탄을 사용한 탈취 필터의 3종류가 있다. 또 이들 필터에 첨가하여 먼지를 고압 방전에 의해 대전시켜서 집진하는 전기 집진장치가 함께 사용되기도 한다[4].

석유, 석탄과 같은 화석연료를 태우거나 자동차 배연으로 인한 배출 가스에서 나오는 미세먼지의 피해가 나날이 증가하고 있다. 특히, 국내에서의 발생하는 미세먼지보다 국외에서 유입되는 미세먼지의 영향이 더 크다.

최근 5년간 초미세먼지 농도를 분석한 결과 20 μ g/m³ 이하일 때 중국발 영향은 약 30% 수준이었으며 ‘나쁨’ 단계인 50 μ g/m³ 이상인 경우엔 중국에서 온 미세먼지가 무려 50%에 달하는 것으로 집계됐다[5].

우리가 마시는 공기의 양은 90%가 실내이며 10%만이 실외이다. 즉, 실내 공기의 질이 우리의 인체에 많은 영향이 미칠 것을 알 수 있다. 그러나 최근 들

어 실내 공기에 대한 중요성을 깨달았을 뿐, 아직 사람들은 실내 공기 오염에 의한 인체의 영향을 제대로 인지하지 못하고 있다. 실내 공기 오염이란 실내 공간에서 공기가 오염된 상태를 뜻하며, EDA 미국 환경청은 실내 공기는 실외 공기보다 100배 오염되기 쉽다는 연구결과를 발표하였다[6].

이렇게 증가하는 미세먼지를 없애기 위해, 항상 달고 다닐 수는 없지만, 적어도 집이나 회사에서 사용할 수 있으며 미세먼지를 걸러주고 깨끗한 공기를 배출하는 공기청정기가 필요하게 되었다.

3. IoT 공기청정기 시스템

IoT란, ‘사물의 지능화, 네트워크화를 통해 사람과 사물, 사물과 사물 간의 자유로운 데이터 통신 및 정보교환이 가능한 유·무형의 ICT 플랫폼’이라고 정의할 수 있다[7].

IoT 공기청정기를 만들기 위해 라즈베리 파이와 아두이노, 온·습도 센서 그리고 먼지 센서를 사용한다.

IoT 공기청정기 시스템의 구성도는 다음과 같다.

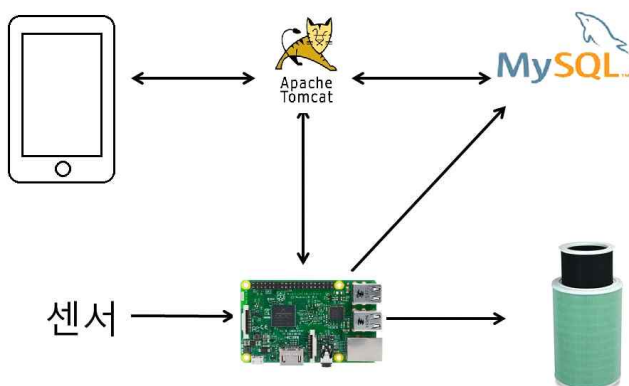


그림 1. IoT 공기청정기 시스템 구성도

개발 환경은 윈도우10 운영체제를 이용하며 툴은 서브라임 텍스트(Sublime Text), 아파치 톰캣(Tomcat Server), MySQL 데이터베이스(MySQL DB)를 이용하여 개발하였고, 라즈베리 파이에서는 LINUX 운영체제를 사용하였다.

먼저, 아두이노에 연결된 온·습도 센서, 먼지 센서에서 가져온 값을 라즈베리 파이에 USB 포트 통신을 한다. 그리고 라즈베리 파이에서는 아두이노에서 전달받은 값으로 판단하여 연결된 릴레이를 통하여 공기청정기의 볼트를 12V와 5V로 조절한다. 그래서 공기청정기에 5V를 주게 되면 세기가 약해지고

12V를 주게 되면 세기가 세지도록 조절할 수 있다.

아두이노에서 받은 값들을 라즈베리 파이에서 아파치 톰캣 서버를 통해 하이브리드 앱으로 전송한다. 전송 방식은 UDP 통신을 사용하였다. 왜냐하면, TCP 통신을 이용하게 되면 데이터 하나를 보낼 때마다 응답을 보내야 하기 때문에 수신 측에서 받은 데이터가 정확하지 않게 된다.

그리고 라즈베리 파이가 서버로 데이터를 보내면 서버에서 5분에 한 번씩 DB에 저장하도록 하였다. DB에는 온·습도 센서값, 먼지 센서값, 공기청정기의 켜짐과 꺼짐 유무, 시간 등을 저장할 수 있다.

또한, 라즈베리 파이가 아두이노와 연결된 먼지 센서에서 받은 실시간 먼지 농도 수치를 라즈베리 파이에 연결된 디스플레이로 보여준다.

IoT 공기청정기 시스템의 전체적인 모습은 다음과 같다.

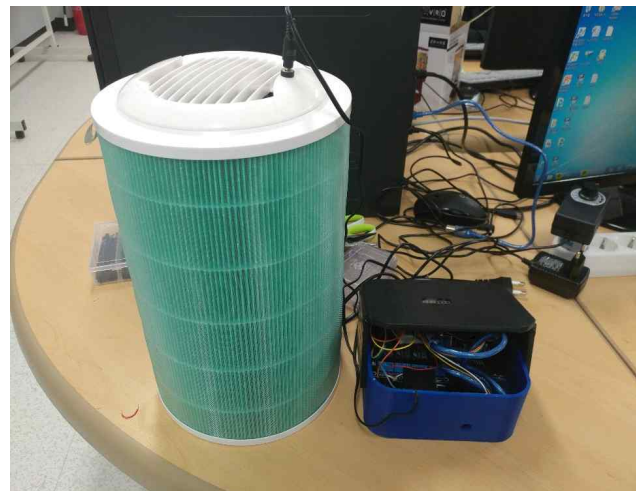


그림 2. IoT 공기청정기 시스템 하드웨어



그림 3. IoT 공기청정기 디스플레이 표시 모습

4. IoT 공기청정기 하이브리드 앱 구현

앱의 종류에는 하이브리드 앱, 네이티브 앱, 모바일 웹앱과 모바일 웹이 있는데 우리는 하이브리드 앱을 채택했다.

하이브리드 앱이란, HTML 기반의 웹앱을 개발한 후, 오픈소스 크로스 프레임워크를 이용해서 네이티브 앱으로 변환한 후 배포하는 형식을 말한다[8].

특징은 내부적인 작동방식은 웹을 따르고 있기 때문에 비용이 저렴하고, 유지보수도 웹만 연결이 되어 있다면 실시간으로 수정, 보완이 가능하다.

하이브리드 앱(클라이언트)와 서버의 통신은 HTTP를 사용하였고, 모바일 앱의 특성상 텍스트를 입력하여 통신하는 것이 아닌 버튼을 누름으로써 통신을 할 수 있도록 만들었다. 그리고 하이브리드 앱의 특성에 맞춰 웹의 GUI는 안드로이드와 iOS의 화면에 맞도록 구성하였다.

HTTP 통신방식에는 GET, HEAD, POST 그리고 PUT 4가지 종류가 있는데, 이번 구현에서는 GET과 POST 방식 2가지를 사용하였다.

IoT 공기청정기 시스템에서 데이터를 주고받으려면 실시간 통신과 비동기 통신을 해야 하고, 여러 가지 실행하는 함수들을 쓰레드 형식으로 써야 하기 때문에 Ajax 통신을 사용하였다.

하이브리드 앱에서 보이는 화면은 다음과 같다.



그림 4. IoT 공기청정기 하이브리드 앱

GUI에서 HTML과 CSS를 활용하여 위에는 온도, 미세먼지, 습도를 라즈베리 파이에서 가져오는 데이터를 직접 표현했지만, 수치보다는 색상으로 표현하

는 것이 더 눈에 보기 편하고 미세먼지의 수치가 어느 정도일 때 안 좋은지 구분하기가 쉽기 때문에 아이콘으로 표현하였다. 또한, 자동, 수동, 전원, 터보 모드를 버튼으로 만들어 디자인했다.

IoT 공기청정기와 하이브리드 앱의 실시간 데이터 통신 구조는 다음과 같다.

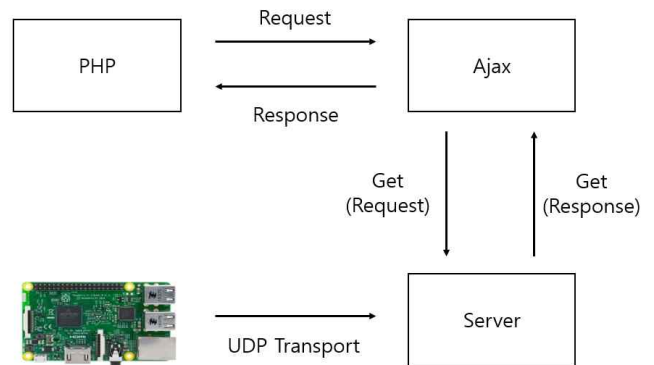


그림 5. IoT 공기청정기와 하이브리드 앱 통신 구조

하이브리드 앱이 IoT 공기청정기 시스템에서 실시간으로 데이터를 받는 통신은 UDP 통신을 이용해 데이터를 받게 된다.

라즈베리 파이에서는 2초 단위로 서버에 UDP 통신으로 온도, 습도, 먼지 센서의 값을 String 형식으로 전송을 해주고, 하이브리드 앱에서는 서버에 Ajax 통신을 이용해 GET 형식으로 데이터를 요청하게 된다. Ajax 통신은 서버에 요청을 보낸 후 2초 동안 데이터가 올 때까지 기다린다 값이 들어오면 String 형식의 데이터를 Split 하여 각각의 센서값을 변수에 저장한 다음, 프론트엔드 화면으로 값들을 넘겨준다.

다음은 하이브리드 앱에서 IoT 공기청정기 시스템으로 제어 신호를 보내는 구조이다.

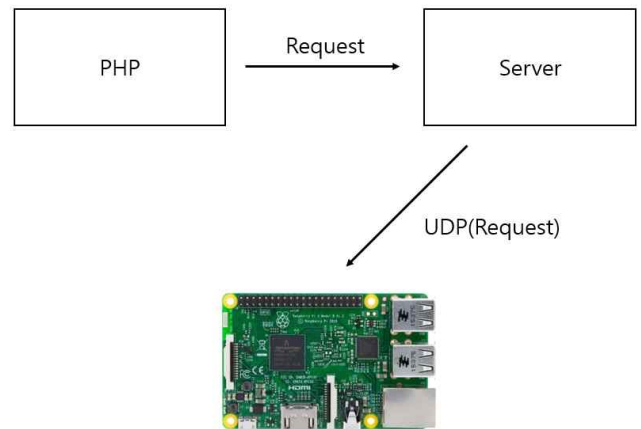


그림 6. IoT 공기청정기와 하이브리드 앱 제어 구조

버튼을 눌러 실행되는 요소들은 실시간 데이터 통신보다 간단하게 구현했다. 실시간 데이터 구조는 Request를 보내고 Response를 받아서 출력을 했지만 제어버튼은 Request만 주어서 라즈베리 파이의 상태를 바꾸는 역할을 했다.

하이브리드 앱에서 버튼을 누르게 되면 PHP 구문을 통해 UDP 통신으로 라즈베리 파이에 Request 신호를 주게 되고, 라즈베리 파이의 상태를 변환시킨다. 통신 프로토콜은 간단하게 1 ~ 6까지의 숫자 하나를 보내고, 라즈베리 파이에서는 그 숫자를 토대로 미리 정해놓은 프로토콜에 맞게 상태를 변환시킨다. 버튼을 누름으로써 바뀌게 되는 기능은 자동, 수동, 전원 On/Off, 터보 모드 On/Off 기능이 있다.

그리고 라즈베리 파이에서 하이브리드 앱으로 실시간 데이터를 전송할 때 이 기능들의 상태 값을 UDP 통신으로 보내게 된다. 그래서 5분 간격마다 서버에서는 IoT 공기청정기의 전원 상태, 온·습도 수치, 먼지 센서의 수치를 DB로 전송을 하게 된다.

하이브리드 앱에서 DB 로그를 출력하는 화면은 다음과 같다.



먼지농도	온도	습도	전원	시간
18	11	40	ON	2019-03-05 15:29:30
19	10	40	ON	2019-03-05 15:24:30
16	10	40	ON	2019-03-05 15:19:30
17	11	36	ON	2019-03-05 15:14:30
18	10	35	ON	2019-03-05 15:09:30
15	10	38	ON	2019-03-05 15:04:30
16	10	39	ON	2019-03-05 14:59:30
17	10	40	ON	2019-03-05 14:54:30
15	10	38	ON	2019-03-05 14:49:30
17	11	37	ON	2019-03-05 14:44:30
14	10	40	ON	2019-03-05 14:39:30
15	10	40	ON	2019-03-05 14:34:30

그림 7. IoT 공기청정기 하이브리드 앱 DB 기록

5. 결론 및 향후 개발 방향

본 연구에서는 하이브리드 앱을 이용하여 공기청정기 원격제어하는 IoT 시스템을 설계하고 구현하였다.

하이브리드 앱에서 실시간으로 측정된 미세먼지 농도 값과 온도 및 습도 값을 확인할 수 있고,

ON/OFF 버튼으로 공기청정기를 원격 제어할 수 있다. 또한, 자동모드를 사용하면 측정된 미세먼지 농도 값에 따라 공기청정기의 세기를 자동으로 조절해 주고, 수동모드에서는 수동으로 세기를 조절할 수 있다. 공기청정기와 독립된 원격 제어 시스템이므로 현재 시중에서 판매 중인 12V용 어떠한 공기청정기 제품에도 연결하여 사용할 수 있다.

그래서 IoT 기능이 없는 저가의 공기청정기에 이 시스템을 쓴다면 원격으로 모니터링 및 제어를 하여 효과적인 공기 청정과 비용 절감을 기대할 수 있다.

향후 개발 방향은 현재 12V 전원에만 적용되어 있지만, 점차 5V용이나 다른 기기에도 완벽하게 호환될 수 있도록 만들 예정이다.

참고문헌

- [1] 서국섭 “공기청정기의 필요성과 원리”, 대한설비 공학회지:설비저널, v.33, no.4, 2004, pp.8-11
- [2] 김정원 “라즈베리파이를 이용한 스마트 홈 프로토타입 구현”, 한국전자통신학회논문지, v.10, no.10, 2015, pp.1139-1144
- [3] 박영호, 임선영 “차세대 안드로이드 기술 동향 분석 및 앱 개발 사례”, 한국멀티미디어학회지, v.15, no.1, 2011, pp.74-84
- [4] 네이버 지식백과 공기청정기, <https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=1652045&cid=42330&categoryId=42330>
- [5] 초미세먼지, 中 영향이 50%… 춘절 불꽃놀이 폭죽도 원인 http://news.mtn.co.kr/newscenter/news_viewer.mtn?gidx=2019032015225161860
- [6] 한승천, 김소연, 최진술, 윤상기, 김익수 “IoT(사물 인터넷)을 기반으로 한 공기 관리 시스템”, 한국정보기술학회, Proceedings of KIIT Conference, 2014.5, pp. 505-508
- [7] 김동희, 윤석웅, 이용필, “IoT 서비스를 위한 보안”, 한국통신학회, 한국통신학회지(정보와통신) 30(8), 2013.7, pp. 53-59
- [8] 하이브리드 앱 개념 및 특징, <https://m.blog.naver.com/lool2389/220908482525>