

# 미세먼지 차단을 위한 IoT 자동 환기 시스템

이진아\*, 옥승주\*, 임서연\*, 조영혜\*

\*성신여자대학교 정보시스템공학과

[20181040@sungshin.ac.kr](mailto:20181040@sungshin.ac.kr), [20181031@sungshin.ac.kr](mailto:20181031@sungshin.ac.kr), [20181042@sungshin.ac.kr](mailto:20181042@sungshin.ac.kr),  
20181048@sungshin.ac.kr

## IoT automatic ventilation system to block fine dust

Jin-A Lee\*, Seung-Ju Oak\*, Seo-Yeon Lim\*, Young-Hye Jo\*

\*Dept. of Information System Engineering, Sungshin Women's University

### 요 약

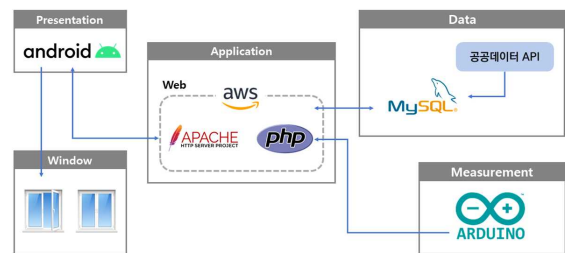
미세먼지가 인체에 유해한 영향을 끼칠 수 있다는 연구 결과가 꾸준히 발표되고 있다. 본 논문에서는 사물인터넷(IoT) 서비스를 활용하여 자동으로 창문을 개폐할 수 있는 시스템을 소개하고자 한다. 이 시스템에서는 측정된 실내 공기질과 오픈 API에서 받아온 실외 미세먼지 데이터를 비교하여 창문을 개폐하고, 사용자가 등록한 패턴에 따라 환기를 자동화하는 시스템이다.

### 1. 서론

미세먼지는 더 이상 손놓고 바라볼 수만 없는 환경 문제가 되어가고 있다. 2018년 ‘국민 환경의식’ 조사 결과에 따르면, 국민들은 우려하는 환경 문제로 ‘미세먼지’를 꼽았다[1]. 미세먼지는 작은 입자의 ‘미세먼지’와 더 작은 입자의 ‘초미세먼지’로 나눌 수 있는데, 미세먼지는 급·만성 호흡기 질환을 유발하고, 초미세먼지는 심혈관 질환이나 부정맥 또는 뇌혈관질환을 유발할 가능성을 높이는 것으로 알려져 있다[2]. 이러한 미세먼지에 대응하기 위해서 시민들은 그동안 외출 시 마스크를 착용하거나, 실내에서 공기청정기를 가동하는 등 여러 방법들을 활용해왔다. 하지만 이러한 방법들은 미세먼지 대응을 위해 추가적인 비용을 감수해야 한다는 점에서 비효율적인 방안으로 비쳤다. 따라서, 본 논문에서는 미세먼지와 실내·외 오염 물질에 효율적으로 대응할 수 있도록 ‘서울특별시 미세먼지 API’와 먼지 센서로 측정된 실내 미세먼지 농도를 비교해 창문을 제어할 수 있는 ‘미세먼지 스마트 창문’ 시스템을 개발하였다.

### 2. 본론

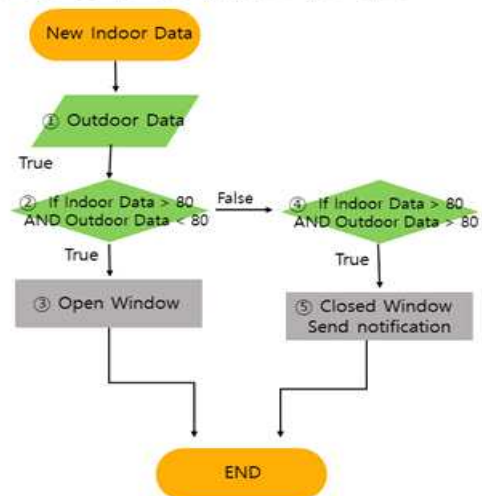
전체적인 서비스 흐름도는 다음과 같다.



(그림1) 서비스 흐름도

### 2.1 시스템 알고리즘

○미세먼지 측정 및 자동 창문 개폐 알고리즘 흐름도



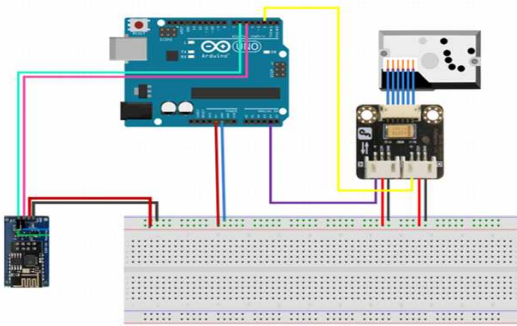
(그림2) 알고리즘 흐름도

실내 미세먼지 데이터와 공공데이터 OpenAPI를 통

해 받아온 외부 미세먼지 데이터를 미세먼지 기준과 비교한다. 다만, OpenAPI의 업데이트 주기가 3시간 인 점과 추후 서술할 실험 결과에 기반하여 실내 미세먼지 측정 주기는 1시간으로 정하였다. 실내 미세먼지 수치가 미세먼지 예보 등급 보통의 임계치인  $80\mu\text{g}/\text{m}^3$ 을 넘고[3], 실외 미세먼지 수치는 그보다 낮을 때 창문을 연다. 또한, 실내·외 미세먼지 수치 모두 보통보다 높으면 창문을 닫고, 연계된 애플리케이션을 통해 사용자에게 공기청정기 가동 요청 알림을 보낸다. 본 논문에서는 이를 통해 사용자는 미세먼지에 효율적으로 대응할 수 있음을 이후 실험을 통해 증명하였다.

## 2.2 회로 설계 및 수행 결과

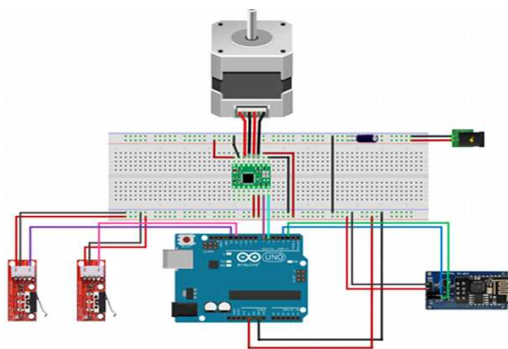
### (1) 미세먼지 농도 측정



(그림 3) 미세먼지 농도 측정 회로도

실내 미세먼지 농도를 측정하기 위하여 광 산란 방식의 미세먼지 센서(GP2Y1010AU0F)를 이용해 회로를 설계하였다. 정확한 측정을 위해 미세먼지 센서를 공기청정기를 이용해 Voltage 초깃값을 찾아 코딩하였으며, 추가로 와이파이 모듈(ESP8266)을 이용하여 감지한 미세먼지 농도를 서버에 전송할 수 있도록 구현하였다.

### (2) 창문 제어 회로도



(그림 4) 자동창문개폐 시스템 회로도

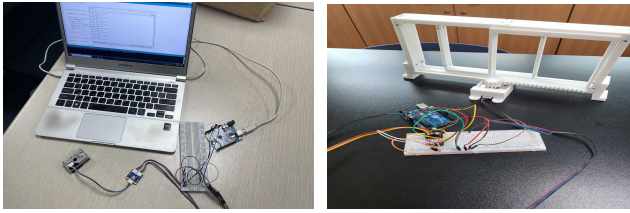
창문을 자동으로 개폐할 수 있도록 하기 위해 12V 스텝 모터(NEMA 17) 이용하였다. 모터의 전원은 12V로 입력받도록 하였으며, 모터 드라이버의 구동 전원은 아두이노의 5V로 구동하였다. 사용한 모터의 스텝 각은 1.8도로, 모터가 한 바퀴 회전하기 위해서는 200회의 스텝을 주어야 했으며, 창문을 완전히 개폐할 수 있도록 계산하여 코딩하였다. 또한, 리밋 스위치(SZH-EKBL-016)를 창문 양쪽 끝에 부착하여 열린/닫힌 상태를 감지할 수 있도록 설계하였다. 애플리케이션과 연동해 미세먼지 농도에 따라 자동으로 창문 개폐를 제어할 수 있는 기능을 구현하기 위해 추가로 와이파이 모듈을 사용하였다.

## 2.3 동작 및 테스트

	창문을 닫았을 때	창문을 열었을 때		
		직후	5분 후	10분 후
실내 미세먼지 수치 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	30.22	26.68	23.44	21.35
실외 미세먼지 수치 ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	14.64(측정값) / 10 (API 제공 값)			

(표 1) 환기에 따른 실내 미세먼지 측정 결과표

본 실험은 실내 미세먼지에 대응하는 효율적인 방법이 환기라는 것을 증명하는 데에 있다. 따라서 밀폐된 환경에서 인위적으로 미세먼지를 발생시킨 후, 창문을 열어 미세먼지 농도를 측정하였다. 실험 결과, 짧은 시간임에도 불구하고 미세먼지 수치가 눈에 띄게 변화함을 확인할 수 있었다. 환기를 시작 10분 후  $30\mu\text{g}$ 이었던 실내 미세먼지 수치가  $21.35\mu\text{g}$ 으로 유의미한 결과 값을 얻을 수 있었다. 그 후 측정된 미세먼지 값을 aws 서버에 보내고, 측정된 실내 미세먼지 값과 애플리케이션에서 서버로 보낸 OpenAPI를 이용한 실외 미세먼지 농도 값, 그리고 리밋 스위치를 이용해 알아낸 창문의 개폐 상태를 이용하여 창문 자동 개폐 서비스를 설계하고 작동해 보았다.

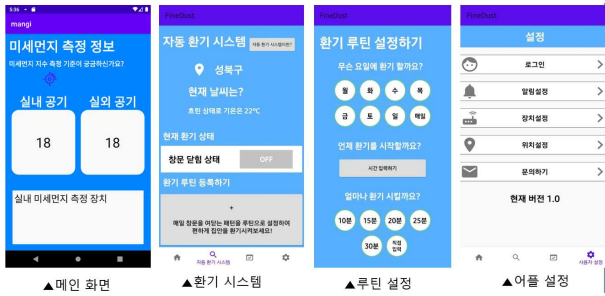


(그림 5) 미세먼지 농도 측정 실험, 구동 사진

**참고문헌**

[1] 안소은 『환경·경제 통합 분석을 위한 환경가치 종합연구-2018 국민환경의식조사』, 환경정책평가연구원, 2018.  
 [2] 신동천, “미세먼지의 건강 영향”, 한국의 사회동향 2017, 2017  
 [3] 에어코리아, ‘대기환경기준’, [https://www.airkorea.or.kr/web/contents/contentView/?pMENU\\_NO=132&cntnts\\_no=6](https://www.airkorea.or.kr/web/contents/contentView/?pMENU_NO=132&cntnts_no=6), 2021.09.27. 접속  
 [4] 황정현, 김규철, & 류장렬. (2019, June). 스마트 윈도우 시스템. In Proceedings of KIIT Conference (pp. 468-471).

**2.4 애플리케이션**



(그림 6) 애플리케이션 화면

애플리케이션을 다운로드한 사용자는 서버와 통신하여 실시간 실내·외 미세먼지 농도를 살펴볼 수 있다. 또한, 창문의 현재 상태를 확인할 수 있으며 루틴을 설정하여 특정 시간에 창문을 자동으로 개폐할 수 있다.

**3. 결론**

본 논문에서는 미세먼지 센서와 Arduino 보드를 이용하여 실내 미세먼지 농도를 측정하고, 측정된 데이터를 기반으로 애플리케이션을 통해 창문을 제어하는 시스템을 개발하였다. 기존 연구에서 고안된 시스템은 미세먼지·날씨 등 외부의 특정 변수에 맞추어 단순 창문의 개·폐만 가능했다 [4]. 하지만 본 논문에서 제안하는 시스템은 서버 연동을 통해 사용자가 등록한 조건들과 시스템 기본 알고리즘에 맞추어 창문의 동작을 자동화할 수 있다는 점에서 차이점이 존재하였다. 그러나 미세먼지 농도를 예측하여 미리 창문을 개폐할 수 없는 시스템이므로 추후 미세먼지 예측 머신러닝 모델의 분석 결과에 맞추어 시스템을 구동한다면 미세먼지 취약 계층을 대상으로 활용이 가능할 것으로 예상된다.

※ 본 논문은 과학기술정보통신부 정보통신창의인재 양성사업의 지원을 통해 수행한 ICT멘토링 프로젝트 결과물입니다.