

AQ센서를 활용한 실내 대기 질 실시간 모니터링 플랫폼 개발

오상헌¹ · 김성희²

¹동의대학교 컴퓨터과학과 · ²산업ICT기술공학

Development of Real-time Monitoring Platform for Indoor Air Quality Using Air Quality Sensors

Sang-Heon Oh¹ · Sung-Hee Kim²

¹Dept. of Computer Science · ²Major of Industrial ICT Engineering, Dong-eui University

E-mail : koxo0001@gmail.com / sh.kim@deu.ac.kr

요 약

세계보건기구 WHO(World Health Organization)에서 발표한 자료에 따르면, 2016년 실내대기오염으로 인한 사망자 수는 약 380만 명이라고 한다. 많은 사람들은 실외 대기 오염에 대해서는 경각심을 가지고 있지만 실내 대기오염에 대해서는 그만큼의 관심을 받지 않고 있다. 하지만 최근에는 사회적으로도 실내대기오염 또한 큰 문제로 대두되고 있으며, 여러 문제점들을 제기한다. 실내에서 빈번하게 발생할 수 있는 취사, 난방 등의 행동으로 인해 다양한 오염 물질이 생겨나고, 이로 인해 면역력이 약한 영유아, 노인들은 오염물질에 노출되어 폐 기능 저하, 호흡기 질환 등의 건강에 큰 문제를 일으킬 수 있다. 따라서 본 논문에서는 AQ(Air Quality) 센서를 활용해 실내의 대기를 측정하고 모니터링 하는 IoT(Internet of Things) 플랫폼을 개발하여 가정의 대기 상태를 어플리케이션, 반응형 웹을 통해 실시간으로 데이터를 모니터링 할 수 있도록 한다.

ABSTRACT

According to data released by the WHO(World Health Organization), the death toll from indoor air pollution in 2016 was about 3.8 million. While many people are aware of outdoor air pollution, indoor air pollution is getting less attention. Recently, however, indoor air pollution has also become a big problem, raising many issues. Frequent indoor activities such as cooking and heating produce various pollutants, which can cause children and elderly with weak immune systems to be exposed to pollutants, which can cause serious health problems such as poor lung function and respiratory diseases. Therefore, in this paper, the IoT(Internet of Things) platform that measures and monitors indoor air quality using AQ(Air Quality) sensors is developed so that data can be monitored in real time through applications and reactive web.

키워드

실내 대기, AQ(Air Quality) 센서, IoT(Internet of Things) 플랫폼, 실시간 모니터링, 반응형 웹

1. 서 론

국립환경과학원과 대구가톨릭대학교에서 국민 일일 활동시간에 대해 연구한 결과, 실외에서 보내는 시간은 평균 2시간이 채 되지 않고 집에서 보내는 시간은 14.23시간, 학교와 직장 등의 실내에서 보내는 시간은 6.8시간 정도라고 한다.[1] 이처럼 하루의 80%가 넘는 시간을 실내에서 보내는 현대인들은 실내 대기보다는 실외의 대기오염에 대

해 비교적 관심도가 높아 보인다. 하지만 세계 보건기구(WHO)에서 발표한 자료에 따르면, 사람들은 10명 중에 9명이 오염된 대기에 노출되어 있고, 2016년 실내 대기오염으로 인해 약 380만 명이 사망했다고 추정하고 있다.[2]

실내에서 취사, 난방을 통해 연소가스가 발생되고 두통, 기관지염 등을 유발할 수 있으며, 가슴기와 냉장고를 통해 발생하는 세균과 곰팡이를 통해 여러 호흡기 질환을 유발할 수 있다.[3]

이러한 문제점에 대해 제안된 IoT 기반의 실내 공기오염 측정 시스템[4] 논문에서는 인체에 가장 영향을 많이 미칠 수 있는 이산화탄소, 미세먼지, 휘발성유기화합물(VOCs)를 측정하고 이를 안드로이드 어플리케이션을 통해 확인하는 시스템을 제안하였다. 이 시스템은 실내공기측정 디바이스, 웹 서버, 안드로이드 어플리케이션으로 구성되어 있으며, 실내 공기상태의 변화를 어플리케이션을 통해 확인 할 수 있고 이를 시각화하여 사용자의 편의성을 증대시킬 수 있는 시스템을 제안하였다.

본 논문에서는 AQ(Air Quality) 센서를 활용해 실내 대기를 측정하고 모니터링 하는 IoT(Internet of Things) 플랫폼을 개발하여 가정의 대기 상태를 어플리케이션뿐만 아니라 사용자의 접근성과 편의를 향상시킨 반응형 웹을 통해 사용자가 실시간으로 데이터를 더욱 원활하게 모니터링 할 수 있도록 한다.

II. 시스템 구조 및 기능 정의

i. 시스템 구조

[그림 1]을 통해 실내 대기 질 실시간 모니터링 시스템의 구조를 설명할 수 있으며, 센서, 어플리케이션, 웹클라이언트, 데이터베이스와 서버 파트 별로 필요 기능들이 정의되어 있고 각 파트 간에 프로토콜이 명시되어 있다.

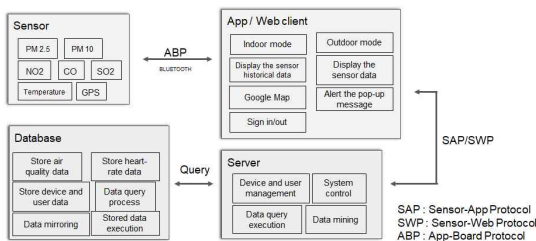


그림 1. 실내 대기 질 모니터링 시스템 구조

센서 파트에서는 PM 2.5, NO₂, CO, NO₂, SO₂ 등의 센서 데이터를 수집하고 블루투스 통신을 통해 어플리케이션으로 데이터를 송신한다. 데이터 수집 시, AQI(Air Quality Index) 수치 계산을 통해 기본 값을 유효 데이터로 연산하고 이 데이터들을 어플리케이션으로 송신한다. 송신된 데이터들은 어플리케이션에서 서버로 전송되며 데이터베이스에 저장된다.

어플리케이션과 웹 클라이언트는 유사한 기능을 수행하기 때문에 동일한 기능으로 정의하였으며, Google Map을 통해 외부의 대기 질을 모니터링이 가능하고 실내에서 센서를 통해 수집된 데이터들을 실시간 모니터링이 가능한 기능 등을 포함한다.

서버에서는 어플리케이션과 웹클라이언트와의 통신을 위해 리눅스에 아파치 웹 서버를 설치하여 개발 플랫폼을 구축하고, RESTful(REpresentational State Transfer) API를 통해 리소스를 처리한다. 데

이터 통신에는 주로 JSON 방식을 사용하며, PHP를 통해 데이터베이스에 접근하고 데이터를 처리한다.

ii. 기능 정의

기능 정의는 크게 사용자 관리, 센서 관리, 실시간 데이터 전송 및 보기, 기존 데이터 전송 및 보기로 나누어진다.

사용자 관리에 대해서는 세부적으로 회원가입, 로그인, 비밀번호 찾기, 비밀번호 변경, 로그아웃, 회원탈퇴의 기능을 포함하고 있으며, 회원가입 시에는 이메일 형식으로 가입이 가능하고 해당 이메일로 인증코드를 전송하여 확인이 되어야 최종적으로 가입이 완료된다. 이후 로그인을 통해 메인 화면에서 데이터를 모니터링하거나 기존의 축적된 데이터들을 확인 할 수 있다. 비밀번호 찾기는 로그인하기 전 메인 화면에서만 가능하며, 비밀번호 변경은 로그인 이후에 메인화면 가능하다는 차이가 있다. 그리고 두 기능 모두 이메일을 통해 1회성 임시코드를 전송하고 해당 코드를 입력해 확인하는 방식을 활용하여 사용자를 인증한다. 로그아웃은 기존의 사용자의 정보와 관련된 세션 데이터들을 삭제하고 메인 화면으로 넘어가며, 회원탈퇴는 로그인 중인 상태에서만 가능하다.

센서 관리 기능에서는 세부적으로 센서 등록, 해제, 리스트 보기로 나눌 수 있으며, 센서 등록은 어플리케이션에서 센서의 MAC 주소를 서버로 전달하여 데이터베이스에 저장해 사용자의 고유 센서로 확인할 수 있도록 한다. 센서 해제는 사용자와 연결되어있는 센서 정보를 삭제하는 기능이다. 회원 탈퇴 시에도 센서 정보는 자동으로 삭제되고 새로운 센서를 연결 할 때 사용할 수 있다. 센서 리스트 보기는 사용자와 연결되어 있는 센서의 정보를 어플리케이션에서 확인하는 기능이다.

실시간 데이터 전송 및 보기는 센서에서 측정된 데이터를 어플리케이션으로 전달하고 수신된 데이터를 JSON 타입으로 파싱하여 서버로 송신하고 데이터베이스에 저장한다. 3초 단위로 데이터를 서버로 송신하면서 데이터를 축적하고 어플리케이션과 웹 클라이언트에서는 5초 단위로 서버에 최신 데이터를 요청한다. 웹 클라이언트는 비동기 데이터 통신이 이루어져야하기 때문에 Ajax를 통해 서버에 지속적으로 데이터를 요청한다.

기존 데이터 전송 및 보기 기능은 실시간 데이터를 서버 자체에서 Crontab 스케줄러를 활용해 매 정시에 이전 한 시간의 데이터를 평균을 계산하여 평균 테이블에 저장하여 시간 별 평균 AQI 데이터를 보여주는 기능이다. 그래프를 통해 매 시간의 평균 데이터를 보여줌으로서 사용자가 쉽게 데이터의 변화율을 확인 할 수 있다. 어플리케이션, 웹 클라이언트로 데이터를 전송할 시 JSON 타입으로 전송하며, 클라이언트에서는 라인그래프로 표시하여 사용자가 쉽게 알아볼 수 있도록 한다.

III. 구현

i. 어플리케이션 구현

어플리케이션에서 구현된 내용을 살펴보면, [그림 2]와 같이 이메일 형식으로 사용자 계정을 구현하였으며, 회원가입은 기본정보를 입력 한 후 입력한 이메일로 전송된 인증코드를 확인해야 회원가입이 완료되어 이후 회원가입 된 계정으로 로그인 이 가능하다.

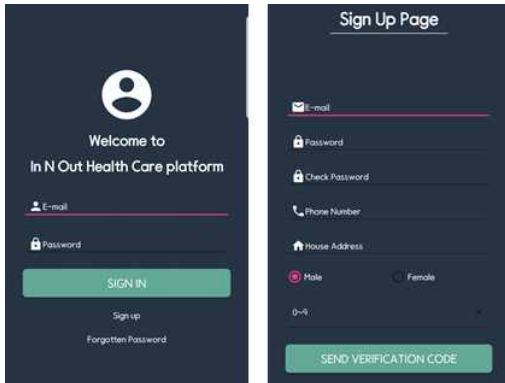


그림 2. 어플리케이션 로그인, 회원가입 화면

로그인 이후의 메인 화면을 보면 [그림 3]과 같다. 이메일과 전화번호, 주소 등의 사용자 정보를 확인 할 수 있으며, 좌측 상단에 네비게이션 바를 통해 실내와 실외의 대기 질을 모니터링 하는 메뉴, 기존 데이터를 볼 수 있는 메뉴, 로그아웃, 회원탈퇴와 관련된 메뉴들이 포함되어 있다.

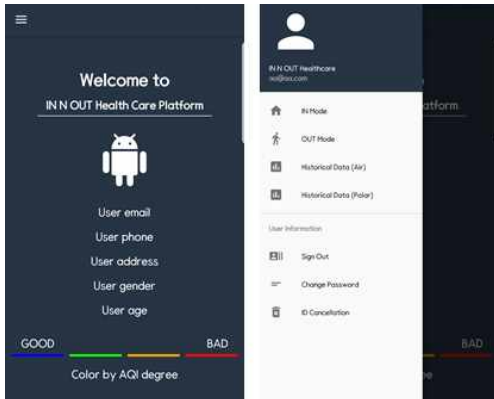


그림 3. 어플리케이션 메인화면, 메뉴화면

[그림 4]는 센서를 통해 측정된 실내의 대기 질을 실시간으로 모니터링 할 수 있는 화면과 각 센서의 평균데이터를 보여주는 화면이며, 좌측에는 실내 대기에 대한 데이터를 모니터링 하는 화면이고 우측의 그래프는 센서별 평균 데이터에 대한 그래프를 보여주며, 이 화면에서는 CO, NO₂, SO₂ 등의 해당 센서의 이전 1시간에서 7시간 전까지의

시간별 평균 데이터를 확인 할 수 있다.



그림 4. 어플리케이션 실내 대기 질 데이터 모니터링 화면과 센서별 평균 데이터 그래프

ii. 웹 클라이언트 구현

웹 클라이언트의 기능은 어플리케이션에서 구현된 기능들과 유사하며, 반응형 웹으로 구현되어 PC뿐만 아니라 스마트폰으로도 쉽게 접근이 가능하다. 먼저, 웹 클라이언트의 로그인, 회원가입 화면으로 어플리케이션에서와 동일한 정보들을 필요로 하여 로그인, 회원가입 할 수 있다.

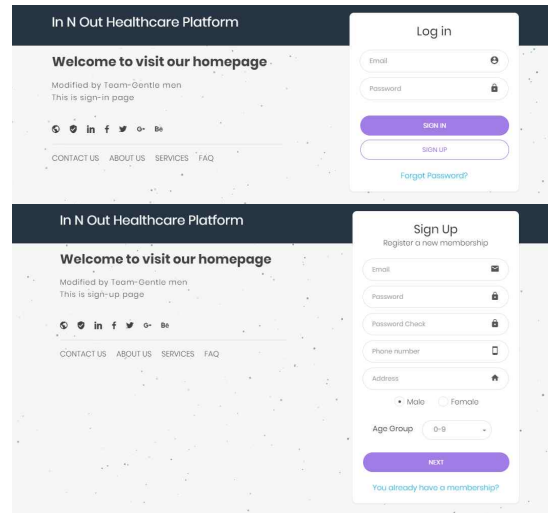


그림 5. 웹 클라이언트 로그인, 회원가입 페이지

메인페이지에서는 전반적인 데이터를 한눈에 모니터링 할 수 있도록 구현하였으며, 우측 상단의 톱니 모양을 통해 비밀번호 변경, 로그아웃, 회원탈퇴 기능을 이용할 수 있다.

페이지의 상단부분에는 6가지 센서의 실시간 데이터를 모니터링하며, 측정된 값에 따라 Indoor

AQI Status 기준의 색으로 변경되어 직관적으로 위험 수치를 확인 할 수 있다. 라인그래프 우측에는 센서별 최근 한 시간 이전의 평균 데이터와 지난 1일의 평균 데이터를 보여준다.

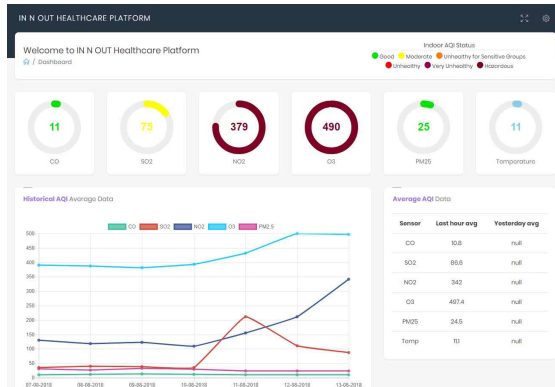


그림 7. 웹 클라이언트 메인 페이지

라인 그래프는 각 센서별 평균 데이터를 그래프로 표현한 것이다. [그림 8]과 같이 원하는 센서 데이터 별로 비교가 가능하며, 해당 센서 데이터의 최대·최소값에 따라 세로축의 값을 동적으로 변환한다.

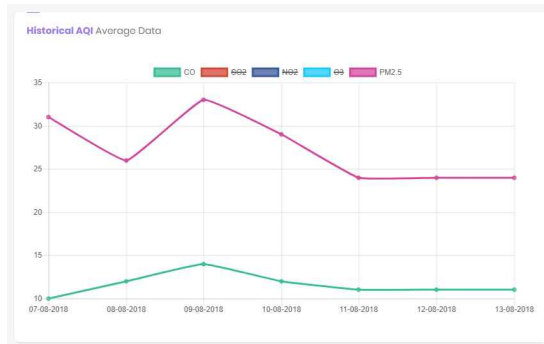


그림 8. 웹 클라이언트 기존 데이터 그래프

하단에는 [그림 9]와 같이 Google Map을 통해 실외 센서들에 대한 실시간 데이터를 확인 할 수 있다. 실외 센서의 원형 범위 내에 표시되는 색은 PM 2.5 즉, 초미세먼지 농도에 따라 색이 변경되며, 색의 기준은 Indoor AQI Status에 명시된 색과 동일하다.

IV. 결 론

본 논문에서는 실내 대기 질 관리의 중요성이 대두되는 사회적 흐름에 따라 비교적 안전하다고 생각되는 실내에서 조차도 영유아, 노약자 등의

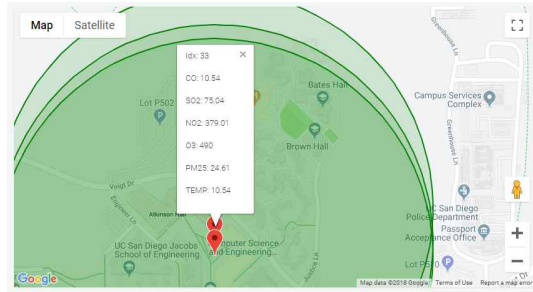


그림 8. 웹 클라이언트 실외데이터 모니터링 화면

면역력이 약한 사람들에게는 여러 질병을 유발할 수 있기 때문에 이를 예방하고자 실내 대기 질 모니터링 플랫폼 구축에 초점을 두어 구현하였다.

이를 통해 사용자들이 실내 대기 질 관리의 중요성에 대해 경각심을 느끼고 쾌적한 실내 환경을 조성할 수 있을 것이며, 더 나아가 실내 대기과 자택 근처의 실외 대기 상태를 고려하여 자동 환기 시스템 구축이 가능할 것이다. 또한 일정한 시간의 AQ 센서의 값의 변화, 기존의 축적된 데이터들을 분석하여 생활 패턴에 따라 실내 대기 질 변화 예측 또한 가능해 질 것이라 생각한다.

이러한 기술을 통해 사용자에게 맞춤형 실내 자동화 시스템까지 제공된다면 4차 산업의 다양한 기술들과 어우러져 사용자들의 편의성과 쾌적한 환경에서 삶을 살아갈 것이며, 기대수명의 향상까지도 바라볼 수 있을 것이라 기대한다.

Acknowledgement

이 성과는 2018년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임 (No.2017R1C1B5076926).

References

- [1] MBC. The research on the daily activity hours of the people [Internet]. Available : http://blog.daum.net/_blog/BlogTypeView.do?blogid=0c5Lb&articleno=21&categoryid=0®dt=20120908070000
- [2] World Human Organization. 9 out of 10 people world wide breathe polluted air [Internet]. Available : <http://www.who.int/news-room/air-pollution>
- [3] National institute of environmental research. Causes and Effects of Indoor Air Pollution on Human Body [Internet]. Available : <http://ecofresh.tistory.com/14>
- [4] Kim Woong-tae, Kim Yong-chul, and Kwak Soo-yong, "Iot based Indoor Air Quality Monitoring System". The Journal of the Korea Contents Association, Vol. 16, No. 2, pp. 143-151, 2016