

# UML과 라즈베리파이를 이용한 유해 가스 모니터링 및 알림 시스템

이석윤, 조인철, 김진수, 이민규, 조영범, 김선원, 이은서\*

국립경국대학교 컴퓨터공학과

20201107@student.anu.ac.kr, jjul161613@naver.com, kjjss13@naver.com,

tmxpm@naver.com, d6587@naver.com, ssun981014@naver.com, eslee@gknu.ac.kr

## Hazardous Gas Monitoring and Alert System Using UML and Raspberry Pi

Seok-Yun Lee, In-Cheol Jo, Jin-Su Kim, Min-gyu Lee,

Yeong-Beom Jo, Seon-Won Kim, Eun-ser Lee\*

Dept. of Computer Science and Engineering, Gyeongbuk National University

### 요약

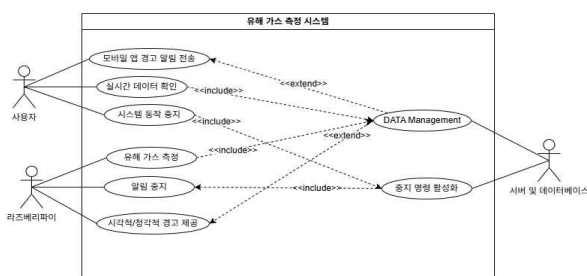
본 논문은 라즈베리파이와 CO, CO<sub>2</sub>, VOC(HCHO) 센서를 이용해 5초마다 유해가스를 측정하고, 서버 데이터베이스에 저장하는 시스템을 설계와 구현하였다. 앱은 저장된 데이터를 기반으로 위험 알림을 제공하며, 누적 데이터 조회할 수 있다. 각 센서별 LED, 경고 스피커, 버튼으로 물리적 인터페이스와 앱 알림을 통해서 사용자 편의성을 제공하였다.

### 1. 서론

업무, 학습, 여가 활동 등으로 인해 현대인들의 실내 거주 시간이 지속적으로 늘어나고 있다. 특히 미국에서 실시된 조사 결과, 성인들이 하루 중 88%에 달하는 시간을 실내에서 보낸다.[1] 따라서 실내 공기질과 환경 조건은 개인의 건강 상태에 직접적인 영향을 미치는 핵심 요소로 인식되고 있다. 특히 일산화탄소(CO), 이산화탄소(CO<sub>2</sub>) 무색무취로 인지하기 어렵기 때문에, 유해가스의 실시간 측정 및 관리가 매우 중요하다. 이러한 이유로 효과적인 실시간 모니터링 시스템의 필요성이 커지고 있다. 따라서 여러 유해가스 측정하는 시스템을 필요로 한다.[2] 본 시스템은 세 가지 가스 센서를 활용해 위험 알림을 제공한다. 시스템의 하드웨어는 새집을 연상시키는 디자인으로 제작했다.

### 2. 본론

#### 2.1 Use Case 설계



(그림 1 유스케이스 사진)

시스템의 기능적 요구사항을 정의하기 위해 사용자, 라즈베리파이, 그리고 서버 및 데이터베이스를 액터로 설정했다. 라즈베리파이는 가스를 측정하고 경고를 발생시키며, 사용자는 모바일 앱을 통해 데이터를 원격으로 확인하고 시스템 동작 및 알림을 제어하는 핵심 역할을 수행한다. DATA Management 유스케이스를 중심으로 데이터조회 및 측정 기능이 포함되며, 위험 상황이 발생했을 때만 조건에 따라 모바일 경고 알림 기능이 확장되도록 설계했다.

#### 2.2 사용자 인터페이스 설계



(그림 2) 앱 화면

사용자 인터페이스는 사용자의 모바일 단말기에서 동작하며 서버와 연동하여 동작하는 Flutter앱을 활용하여 구현하였다. 앱 화면에서 하단 내비게이션 바를 통해 세 가지 메뉴로 구성되어 있다. 또한, 측정값이 임계값을 넘어가면 앱 알림을 보낸다. 메인 화면에서는 세 가지 센서의 실시간 데이터와 센

\* 교신저자 이은서(eslee@gknu.ac.kr)

※ 본 연구는 산업통상자원부 및 한국산업기술진흥원에서 지원하는 국립경국대학교 창의융합형공학인재양성지원사업의 연구 결과로 수행되었음

서별 위험도를 나타내는 이모티콘을 확인할 수 있고, 센서 카드를 클릭하면 각 가스 수치가 사용자에게 미치는 영향을 상세히 볼 수 있다. 하단의 알람 중지 버튼을 통해 알람 기능을 활성화하거나 비활성화할 수 있으며, 그래프 화면에서는 실시간 데이터를 차트로 시각화하여 변동성을 한눈에 파악할 수 있다. 기록 메뉴에서는 달력 기능을 통해 원하는 날짜의 누적 데이터를 편리하게 조회한다.

### 2.3 소프트웨어 설계 및 구현

센서 데이터는 Python으로 5초마다 측정하여 MySQL 데이터베이스에 저장한다. 누적 데이터는 시간단위로 집계되며, 현재 시각의 시(hour) 값이 이전에 저장된 시각보다 이후일 때 해당 시점의 센서 데이터를 별도의 데이터베이스 테이블에 자동으로 저장하도록 구현하였다. 임계값을 초과하면 각 센서별 LED와 경고 스피커가 작동하며, 알람의 활성화와 비활성화는 토글 버튼과 서버, DB 연동을 통해 제어한다. LED 상태와 알람 기능은 멀티스레드로 관리되어 실시간으로 반영된다.[3]

### 2.4 하드웨어 설계 및 구현

라즈베리파이와 MCP3008 ADC를 이용해 CO, VOC(HCHO) 센서를 측정하며, CO<sub>2</sub> 센서는 별도의 UART/시리얼 통신 방식으로 측정한다.[4] 각 센서에는 경고를 직관적으로 확인할 수 있도록 세 개의 LED가 배치되어 있으며, 알람 활성화 여부를 표시하는 별도의 LED도 함께 구성되어 있다. 경고 상황이 발생하면 스피커를 통해 즉각적으로 알람을 제공하고, 사용자는 버튼을 이용해 알람 기능을 손쉽게 켜거나 끌 수 있다. 3D프린터를 사용하여 시스템의 외관 케이스를 제작하였으며, 케이스 설계 시 센서를 위한 통풍구와 물리적인 인터페이스를 포함했다.



(그림 3) 하드웨어 사진

## 3. 결론

### 3.1 연구 결과

본 시스템은 실내 환경에서 안정적으로 동작하며, 센서 데이터의 실시간 수집과 알람 기능이 정상적으로 동작함을 확인했다. 또한, 날짜별 누적 데이터 조회와 실시간 수치 변화, 알람 활성화/비활성화 기능, 각 센서별 LED와 경고 스피커를 사용하여 사용자

요구를 충족시켜 연구의 목표를 달성하였다.

### 3.2 시스템의 장점 및 한계

저비용 하드웨어와 오픈소스 소프트웨어로 저렴하게 생산을 할 수 있다. 데이터를 실시간 모니터링이 가능하며, 추가로 직관적인 인터페이스를 통해 사용자들이 손쉽게 이용할 수 있다. 다만, 센서 정확도와 네트워크 환경에 따라 데이터 신뢰성에 제한이 있을 수 있고 전원공급이 필수적이다.

### 3.3 기대효과 및 여러 활용방안

본 시스템은 라즈베리파이 기반의 저비용 설계를 통해 실내 공기질을 실시간으로 모니터링할 수 있어, 다양한 환경에서 활용이 가능하다. 신축 건물의 페인트 유해 독소 등을 측정하기 위한 VOC(HCHO), 실내 CO<sub>2</sub> 농도 모니터링을 통한 환기 필요성 알람, 공공시설에서는 밀집 공간의 공기 질 관리 등 다양한 용도로 사용할 수 있다. 또한, 산업 현장에서는 유해가스 누출 감지 및 안전 관리 체계 강화에도 적용할 수 있다.

## 4. 향후 연구 및 개선 방향

센서 정확도 향상, 내부 배터리 연결을 통한 외부 환경에서 사용 가능, AI를 통한 이상 데이터 분석기능 추가[5], 다양한 IoT기기와의 연동을 통해 연구 및 개선을 진행하고자 한다.

### 참고문헌

- [1] 이선용, "Extremely Selective and Rapid Detection of Reducing Gases Using Noble Metal-based Chemoresistive Gas Sensors.", 국내박사학위논문, 서울대학교 대학원, 2023, 서울
- [2] G. Karuna, R. P. Ram Kumar, Steven Gopaldas, Vasista Parvathaneni, Teddu Lokesh, "Air Quality and Hazardous Gas Detection using IoT for Household and Industrial Areas", E3S Web of Conferences, 제391권, pp. 01146, 2023.
- [3] Alexander Metzner, Jorgen Niehaus, "MSparc: Multithreading in Real-Time Architectures", Journal of Universal Computer Science, 제6권, 제10호, pp. 1034-1051, 2000.
- [4] Winsen Electronics Technology Co., Ltd., "MH-Z19B NDIR CO2 Module Manual", Winsen 공식 웹사이트
- [5] 하민호, Saba Arshad, 서승원, 박태형, "AI 기반 반도체 증착 공정의 이상 감지 시스템 개발", 제어로봇시스템학회 논문지, 대전컨벤션센터, 2024, 1,313 - 1,320