

HỆ THỐNG IOT CHO QUAN TRẮC TỰ ĐỘNG CHẤT LƯỢNG KHÔNG KHÍ DỰA TRÊN CHỈ SỐ VN_AQI

AN IOT SYSTEM FOR AUTOMATIC AIR QUALITY MONITORING ON VN_AQI

Vũ Văn Thanh^{1*}, Phan Trần Đăng Khoa¹, Huỳnh Thanh Tùng¹, Võ Văn Tài¹

¹Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng

*Tác giả liên hệ: vvthanh@dut.udn.vn

(Nhận bài: 22/4/2021; Chấp nhận đăng: 22/5/2021)

Tóm tắt - Hiện nay, các hệ thống quan trắc chất lượng không khí đang thu hút được sự quan tâm nghiên cứu và ứng dụng. Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất hệ thống IoT cho quan trắc tự động chất lượng không khí. Hệ thống bao gồm các trạm cảm biến không dây để thu thập các thông số không khí (như CO, SO₂, PM_{2.5},...) và truyền dữ liệu này đến webserver thông qua mạng 3G/4G. Hệ thống cho phép người dùng có thể giám sát và cảnh báo các mức độ ô nhiễm thông qua website và ứng dụng trên thiết bị di động. Khác với các nghiên cứu trước, hệ thống đề xuất không chỉ đo các thông số không khí riêng lẻ mà còn kết hợp lại để tính chỉ số VN-AQI theo quyết định 1459/QĐ-TCMT do Tổng cục Môi trường mới ban hành. Chỉ số duy nhất này giúp việc đánh giá và xây dựng bản đồ số về chất lượng không khí được hiệu quả hơn. Kết quả thực nghiệm cho thấy, hệ thống có độ ổn định cao và chỉ số VN_AQI được tính toán và hiển thị chính xác trên bản đồ số.

Từ khóa - Giám sát chất lượng không khí; Kết nối vạn vật; Giám sát và điều khiển; Hệ thống giám sát môi trường; chỉ số chất lượng không khí Việt Nam

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm không khí là vấn đề được quan tâm hàng đầu tại các thành phố lớn của các nước đang phát triển. Do tập trung số lượng lớn dân cư và các nhà máy sản xuất công nghiệp nên môi trường không khí tại các nơi này dễ bị ô nhiễm bởi khí thải công nghiệp và phương tiện giao thông. Do đó, nhu cầu giám sát chất lượng không khí tại các thành phố lớn là rất cấp thiết nhằm nắm bắt, dự đoán và kiểm soát tình trạng ô nhiễm không khí [1].

Để xác định được mức độ ô nhiễm không khí, các hệ thống quan trắc thường giám sát các thông số không khí như SO₂, CO, NO_x, O₃... Tuy nhiên, việc theo dõi nhiều thông số không khí khiến cho việc xác định mức độ ô nhiễm trở nên phức tạp. Do đó, cần đưa ra một chỉ số duy nhất để xác định chất lượng không khí. Năm 2009, Bộ Tài nguyên và Môi trường đã ban hành quy chuẩn QCVN 05:2009/BTNMT, trong đó có đưa ra chỉ số chất lượng không khí AQI (Air Quality Index) dùng để xác định nồng độ chất ô nhiễm không khí trong khoảng thời gian trung bình, thu được từ các trạm quan trắc các thông số không khí. Để tính được chỉ số AQI, cần có các thông số của SO₂, CO, NO_x, O₃, PM₁₀, TSP [2]. Tuy nhiên, cách tính này chưa phù hợp vì thông số tổng bụi lơ lửng (TSP) không phải là yếu tố quan trọng tác động đến hệ hô hấp của con người. Năm 2019, Tổng cục Môi trường ban hành quyết định 1459/QĐ-TCMT đề cập nhật cách tính chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) [3]. Các thông số không

Abstract - Currently, air quality monitoring systems are attracting interest in research and application. In this paper, we propose an IoT system for automatically monitoring the air quality. The system consists of wireless sensor nodes to collect air parameters (such as CO, SO₂, PM_{2.5},...) and transmit these data to a webserver via 3G/4G network. The system allows users to monitor pollution levels via a website and a mobile application. Unlike previous studies, the proposed system not only measures individual air parameters but also combines them to calculate the VN-AQI index according to the decision 1459/QĐ-TCMT recently issued by the Vietnam Environment Administration. This unique index makes the assessment and building of a digital map of air quality more efficient. Experimental results demonstrate that, the proposed system has high stability and the VN_AQI index is calculated and displayed correctly on a digital map.

Key words - Air quality monitoring; Internet of Things (IoTs); Monitoring and control; EnMoS; Viet Nam Air Quality Index (VN_AQI)

khí được sử dụng để tính VN_AQI bao gồm: SO₂, CO, NO₂, O₃, PM₁₀, và PM_{2.5}. Thực tế nồng độ O₃ ở ngoài không khí quá lâu sẽ chuyển hóa thành CO [4], nên phạm vi của các trạm quan trắc không khí chỉ cần đo các thông số: SO₂, CO, NO₂, PM₁₀, và PM_{2.5} để tính VN_AQI.

Trong thời đại này, kỹ nguyên của công nghệ di động và khả năng kết nối của các thiết bị, khái niệm về IoTs được sinh ra, bao gồm kết nối và giao tiếp với các đối tượng. Điều này cung cấp một dịch vụ thông minh, bằng cách kết hợp Internet và mạng cảm biến với nhau tạo ra một hệ thống có ứng dụng cụ thể [5-11], như ứng dụng trong hệ thống xác định ô nhiễm không khí. Cụ thể, trong nghiên cứu [12] nhóm tác giả đã nghiên cứu đề xuất hệ thống gồm các nút mạng LoRa đo xác định nồng độ Bụi PM₁₀, PM_{2.5} và CO₂. Tuy nhiên, theo quyết định 1459/QĐ-TCMT không phù hợp cho hệ thống giám sát ô nhiễm không khí tại Việt Nam. Trong nghiên cứu [13] nhóm tác giả đã nghiên cứu hệ thống giám sát ô nhiễm không khí tại thủ đô Thái Lan, thông qua các nút mạng không dây kết nối với server dùng công nghệ NB-IOT (NarrowBand IoT), đo xác định các tham số CO, O₃, PM₁₀, NO₂, SO₂. Ưu điểm của nghiên cứu này là việc ứng dụng công nghệ NB-IOT, tuy nhiên tại Việt Nam các nhà mạng chưa triển khai rộng rãi nên chưa thể áp dụng. Từ các nghiên cứu [12, 13] đã được đề cập, nhóm tác giả hướng đến việc nghiên cứu và chế tạo các nút cảm biến không dây đo đạt các thông số SO₂, CO, NO₂, PM₁₀, và PM_{2.5} để tính VN_AQI theo đúng quyết

¹ The University of Danang - University of Science and Technology (Thanh Vu Van, Phan Tran Dang Khoa, Huynh Thanh Tung, Vo Van Tai)

định 1459/QĐ-TCMT. Áp dụng công nghệ truyền nhận là mạng 3G/4G thay thế cho công nghệ cũ GPRS (General Packet Radio Service).

Trong bài báo này, nhóm tác giả đề xuất hệ thống các trạm cảm biến không dây để quan trắc tự động chất lượng không khí. Các đóng góp chính của bài báo như sau: Thứ nhất, bài báo đề xuất và thiết kế trạm cảm biến không dây sử dụng công nghệ 3G/4G, giúp đo đạt xác định các tham số ô nhiễm không khí, phục vụ tính toán chỉ số chất lượng không khí theo đúng quy chuẩn Việt Nam của Bộ Tài Nguyên Môi Trường để phù hợp hơn với môi trường không khí tại Việt Nam. Thứ hai, thuật toán tính giá trị VN_AQI được áp dụng trên webservice, đồng thời tạo ra ứng dụng cho thiết bị di động và website hiển thị các thông số chất lượng không khí và bản đồ chỉ số nồng độ chất khí quan trắc nhằm phục vụ cộng đồng nâng cao nhận thức trong kiểm soát ô nhiễm môi trường không khí tại Việt Nam.

2. Tính toán giá trị VN_AQI

Theo Quyết định 1459/QĐ-TCMT ngày 12/11/2019 của Tổng cục Môi trường về việc ban hành hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI) có 2 cách tính toán giá trị VN_AQI là theo giờ và theo ngày [3]. Vì mục tiêu của bài báo là theo dõi và cảnh báo nên dữ liệu cần được thu thập thường xuyên, bởi vậy cách tính toán giá trị VN_AQI theo giờ được chọn.

Để tính được giá trị VN_AQI theo giờ, riêng đối với thông số PM2.5 và PM10 ta cần tính thêm giá trị NC (NowCast).

2.1. Giá trị NC (NowCast) đối với thông số PM2.5 và PM10

Gọi c_1, c_2, \dots, c_{12} là 12 giá trị quan trắc trung bình 1 giờ, với c_1 là giá trị quan trắc trung bình 1 giờ hiện tại, và c_i là giá trị quan trắc trung bình 1 giờ cách i giờ so với hiện tại. Trước tiên, ta cần tính giá trị trọng số:

$$W^* = \frac{C_{min}}{C_{max}} \tag{1}$$

Trong đó, C_{min} và C_{max} lần lượt là giá trị nhỏ nhất và giá trị lớn nhất trong số 12 giá trị trung bình 1 giờ.

Chỉ số NC (NowCast) được tính như sau:

$$NC = \frac{\sum_{i=1}^{12} W^{i-1} c_i}{\sum_{i=1}^{12} W^{i-1}} \tag{2}$$

với:
$$W = \begin{cases} \frac{1}{2} & \text{nếu } W^* \leq \frac{1}{2} \\ W^* & \text{nếu } W^* > \frac{1}{2} \end{cases} \tag{3}$$

Lưu ý rằng, nếu có ít nhất 2 trong 3 giá trị c_1, c_2, c_3 có dữ liệu thì mới tính được giá trị NC, ngược lại coi như “Không có dữ liệu” (Không tính được giá trị NC). Nếu c_i không có giá trị thì lấy $W^{i-1} = 0$.

2.2. Tính giá trị AQI^h của từng thông số (AQI_x)

Giá trị AQI^h của các thông số SO₂, CO, NO₂, O₃ được tính toán theo (4), giá trị AQI^h của các thông số PM10, PM2.5 được tính toán theo (5):

$$AQI_x = \frac{I_{i+1}-I_i}{BP_{i+1}-BP_i}(C_x - BP_i) + I_i \tag{4}$$

$$AQI_x = \frac{I_{i+1}-I_i}{BP_{i+1}-BP_i}(NC_x - BP_i) + I_i \tag{5}$$

Trong đó,

- AQI_x: Giá trị AQI thông số của thông số x;
- BP_i và BP_{i+1} lần lượt là nồng độ giới hạn dưới và trên của giá trị thông số quan trắc được quy định trong Bảng 1 tương ứng với mức i;
- I_i và I_{i+1} lần lượt là giá trị AQI ở mức i và i + 1 đã cho trong bảng tương ứng với giá trị BP_i;
- c_x: Giá trị quan trắc trung bình 1 giờ của thông số x;
- NC_x là giá trị NC của thông số x được tính toán tại Mục 2.1.

Bảng 1. Các giá trị BP_i đối với các thông số [3]

i	I _i	Giá trị BP _i quy định đối với từng thông số (Đơn vị:				
		CO	SO2	NO2	PM10	PM2.5
1	0	0	0	0	0	0
2	50	10.000	125	100	50	25
3	100	30.000	350	200	150	50
4	150	45.000	550	700	250	80
5	200	60.000	800	1.200	350	150
6	300	90.000	1.600	2.350	420	250
7	400	120.000	2.100	3.100	500	350
8	500	≥150.000	≥2.630	≥ 3.850	≥600	≥500

2.3. Giá trị VN_AQI giờ tổng hợp

Sau khi đã có giá trị AQI_x của mỗi thông số, chọn giá trị AQI lớn nhất của các thông số để lấy làm giá trị VN_AQI giờ tổng hợp.

$$VN_AQI^h = Max(AQI_x) \tag{6}$$

Giá trị VN_AQI giờ được làm tròn.

2.4. Thang màu cho chỉ số chất lượng không khí

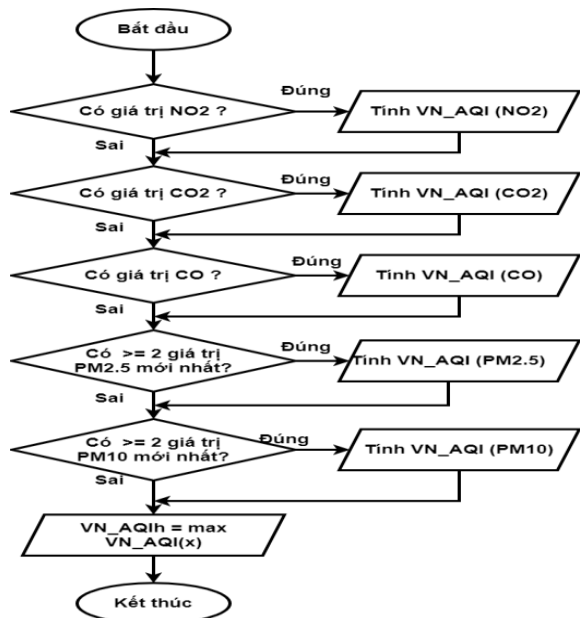
Để thể hiện trực quan kết quả chỉ số chất lượng không khí, nhóm tác giả sử dụng thang màu cho các khoảng giá trị VN_AQI như ở Bảng 2.

Bảng 2. Khoảng giá trị VN_AQI và đánh giá chất lượng không khí [3]

Khoảng giá trị VN_AQI	Chất lượng không khí	Màu sắc	Mã màu RGB
0-50	Tốt	Xanh	0;228;0
51-100	Trung Bình	Vàng	255;255;0
101-150	Kém	Da Cam	255;126;0
151-200	Xấu	Đỏ	255;0;0
201-300	Rất Xấu	Tím	143;63;151
301-500	Nguy Hại	Nâu	126;0;35

2.5. Thuật toán tính toán giá trị VN_AQI

Các bước tính toán được nêu ở các Mục 2.1-2.4 được tóm tắt thành lưu đồ thuật toán ở Hình 1. Đầu tiên cần kiểm tra các giá trị cảm biến trả về có hay không, nếu có thực hiện tính toán AQI của từng chất khí, còn nếu không thực hiện hàm kiểm tra giá trị cảm biến khác để tránh gây lỗi dữ liệu khi giá trị cảm biến trả về là rỗng. Cuối cùng tính giá trị VN_AQI tổng hợp bằng cách thực hiện hàm tìm giá trị lớn nhất trong 5 giá trị AQI của 5 chất khí vừa tìm được.



Hình 1. Lưu đồ tính toán giá trị VN_AQI

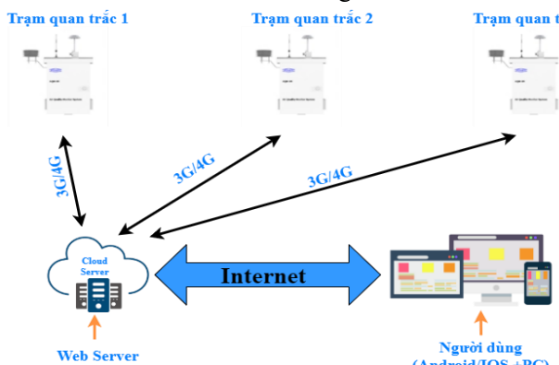
3. Hệ thống quan trắc

Trong mục này, nhóm tác giả đề xuất cấu trúc hệ thống, thiết kế phần cứng và phần mềm cho hệ thống quan trắc có chức năng thu thập các thông số gây ô nhiễm môi trường không khí để tính toán và hiển thị trực quan giá trị VN_AQI.

3.1. Tổng quan

Cấu trúc của hệ thống được mô tả ở Hình 2, bao gồm:

- Các trạm quan trắc ngoài trời thu thập dữ liệu đo từ các cảm biến;
- Máy chủ webserver giúp lưu trữ các kết quả đo;
- Website và ứng dụng trên thiết bị di động để lấy dữ liệu từ webserver để hiển thị các thông số và đưa ra cảnh báo.



Hình 2. Cấu trúc hệ thống Quan trắc chất lượng không khí theo quy chuẩn VN_AQI

Cấu trúc của trạm quan trắc như Hình 3, bao gồm các bộ phận:

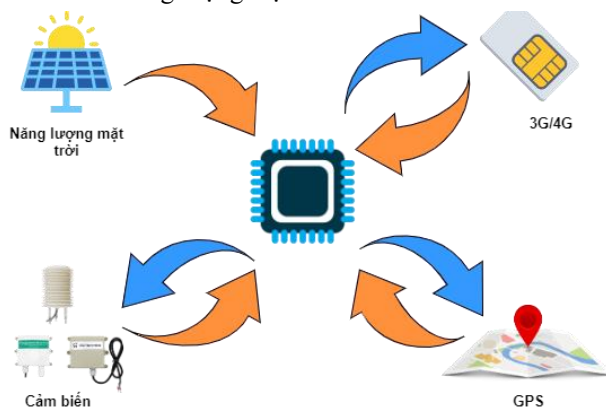
- Cảm biến RS-BYH-M là cảm biến tích hợp đo Bụi PM2.5, PM10 với dải đo $0-1000\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1\mu\text{g}/\text{m}^3$, tích hợp thêm cảm biến nhiệt độ ($-40^\circ\text{C} \sim +120^\circ\text{C}$), độ ẩm ($0 \sim 99\% \text{RH}$), cảm biến ánh sáng ($0-200000\text{Lux} \pm 7\%$), cảm biến tiếng ồn ($30 - 120\text{dB} \pm 3\text{dB}$), cảm biến JXBS-3001-SO₂, JXBS-3001-NO₂, JXBS-3001-CO với ngưỡng đo $0-20\text{ppm} \pm 0,1\text{ppm}$. Các cảm biến được sử dụng là các loại cảm biến công nghiệp theo chuẩn truyền MODBUS-RTU

RS485 và hoạt động với nguồn 1 chiều 10-30Vdc.

- Bộ đọc thẻ micro SD, đồng hồ thời gian thực dùng DS3231, vi điều khiển Pic18F4550 giúp xử lý các giá trị cảm biến thu về để tính toán và truyền lên Web Server. Do định hướng ngừng khai thác công nghệ 2G nên nhóm tác giả đề xuất xây dựng hệ thống dựa trên mạng truyền dẫn 3G/4G với ưu điểm về khoảng cách truyền dẫn và tối ưu việc triển khai lắp đặt;

- Khối GPS để xác định vị trí của trạm. Thông tin vị trí của trạm sẽ được gửi lên webserver khi khởi động lần đầu;

- Bộ điều khiển sạc Acqui từ nguồn năng lượng mặt trời và tấm Pin năng lượng mặt trời 100W.



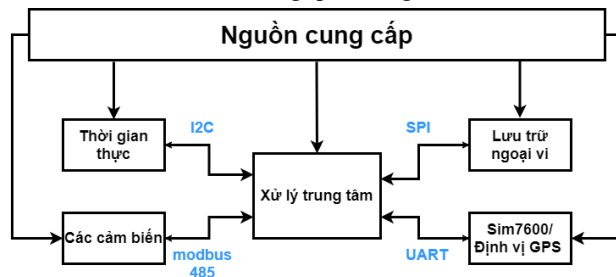
Hình 3. Cấu trúc của trạm quan trắc không dây

3.2. Trạm quan trắc

3.2.1. Thiết kế phần cứng

Phần cứng mỗi trạm quan trắc được thiết kế và bố trí trong 1 tủ điện chống nước. Trong tủ bao gồm: Ac quy 12V/20Ah; Bo mạch xử lý trung tâm tích hợp module Sim7600; RS485 kết nối các cảm biến đo: Nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, tiếng ồn, áp suất, nồng độ bụi, NO₂, SO₂, CO.

PIC18F4550 đảm nhiệm việc xử lý trung tâm, xử lý và tính toán các thông tin truyền về từ mô-đun GPS để xác định vị trí đặt các trạm quan trắc và mô-đun Sim để truyền dữ liệu lên webserver thông qua mạng 3G/4G.

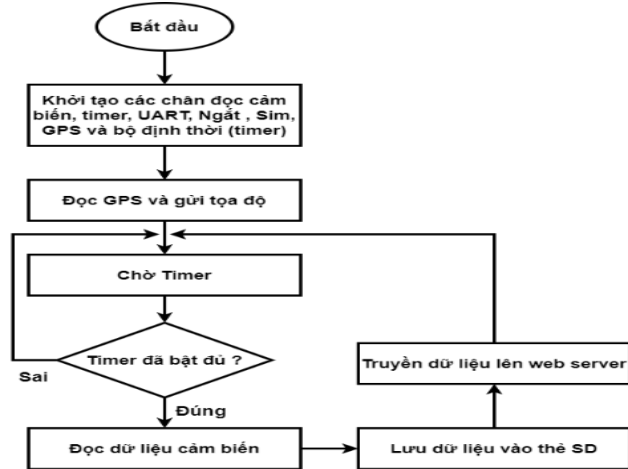


Hình 4. Sơ đồ khối phần cứng của các trạm quan trắc

Do các trạm quan trắc được đặt ngoài trời nên giải pháp để cấp năng lượng là dùng nguồn năng lượng mặt trời kết hợp acquy để lưu trữ. Nhóm tác giả sử dụng tấm pin năng lượng mặt trời 100W để cung cấp năng lượng cho mỗi trạm. Theo tính toán, mỗi trạm quan trắc được trang bị 5 cảm biến đo với năng lượng tiêu thụ khoảng 0,99W ($V_{DC} = 12\text{V}$, $I_{DC} < 83\text{mA}$) và bo mạch xử lý trung tâm khoảng 0,36W ($V_{DC} = 12\text{V}$, $I_{DC} < 30\text{mA}$). Như vậy, với acquy 12V/20Ah thì có thể duy trì cho trạm hoạt động hơn 177 giờ nếu không có ánh sáng mặt trời.

3.2.2. Thiết kế phần mềm

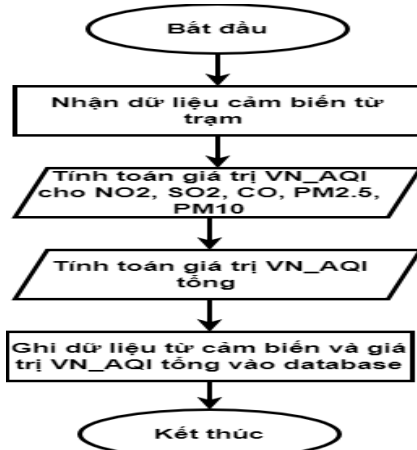
Lưu đồ thuật toán chương trình chính cho vi điều khiển PIC18F4550 được mô tả ở Hình 5. Đầu tiên, chương trình sẽ khởi tạo địa chỉ cho các cảm biến; Khởi tạo các mô-đun chức năng, bao gồm mô-đun Sim, mô-đun GPS và mô-đun thẻ nhớ MicroSD; Cấu hình chân đọc tương tự, timer, ngắt UART để nhận dữ liệu từ các mô-đun chức năng. Tiếp theo, chương trình thực hiện vòng lặp vô hạn để đọc thời gian thực thông qua DS3231 nhằm định kỳ đọc giá trị cảm biến, lưu dữ liệu vào thẻ nhớ, truyền dữ liệu lên webserver.



Hình 5. Lưu đồ thuật toán hệ thống

3.3. Webserver, website và ứng dụng cho thiết bị di động

Tất cả các dữ liệu đo từ các trạm quan trắc sẽ được gửi và lưu trữ đến máy chủ webserver bằng giao thức truyền tải siêu văn bản HTTP (HyperText Transfer Protocol) thông qua mô-đun Sim7600 kết nối internet với mạng 3G/4G. Trên webserver, nhóm tác giả thực hiện tính giá trị VN_AQI theo như lưu đồ ở Hình 6. Webserver thực hiện tính toán giá trị VN_AQI theo từng tham số cảm biến và tính được VN_AQI tổng. Sau khi tính toán xong, webserver thực hiện việc ghi giá trị của các cảm biến và giá trị VN_AQI tổng vừa tính được vào database. Trang website và ứng dụng trên thiết bị di động Android sẽ lấy dữ liệu từ database trên webserver để hiển thị dưới dạng bảng thông số, đồ thị động, bản đồ số,... để tiện cho việc giám sát, theo dõi biến động cũng như đưa ra cảnh báo.

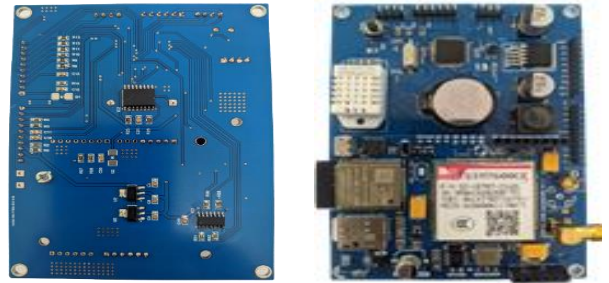


Hình 6. Lưu đồ thuật toán tính toán giá trị VN_AQI trên webserver

4. Kết quả thực nghiệm và đánh giá

4.1. Hệ thống thực tế

Bộ mạch chính của trạm quan trắc được thiết kế 2 lớp với kích thước nhỏ gọn 6x8cm (Hình 7). Trên bo mạch được tích hợp đầy đủ các mô-đun chức năng.



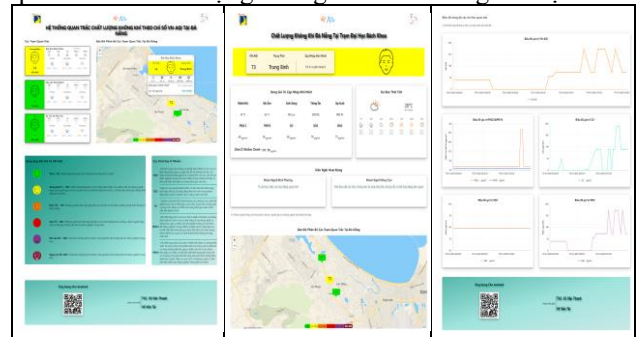
Hình 7. Các mặt của bo mạch chính của trạm quan trắc

Trạm quan trắc thực tế được mô tả ở Hình 8. Trạm quan trắc có thể được đặt cố định tại các khu vực cần đo (khu dân cư, khu công nghiệp,...)



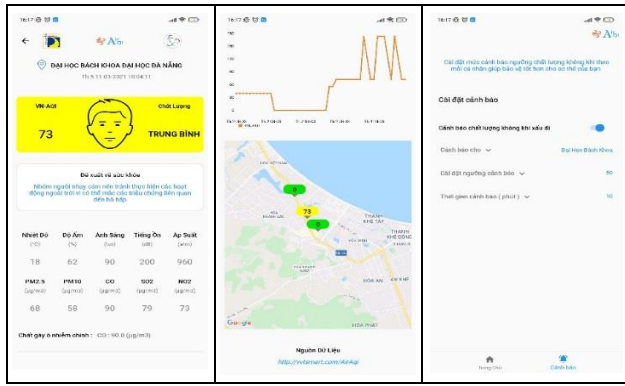
Hình 8. a) Trạm quan trắc lắp đặt thực tế và b) tủ điện đầu nối

Giao diện website giám sát bao gồm trang chủ và các trang quản lý từng trạm quan trắc. Các giá trị được quản lý trên website bao gồm: Nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, tiếng ồn, áp suất, PM2.5, PM10, SO₂, NO₂, CO và giá trị VN_AQI (Hình 9). Nhằm quản lý chất lượng không khí theo dạng đồ thị, bản đồ số phân bố các trạm đo hiển thị chi tiết và trực quan chỉ số chất lượng không khí theo thời gian thực.



Hình 9. Giao diện web hệ thống quan trắc theo quy chuẩn VN_AQI

Giao diện ứng dụng thiết bị di động được lập trình bằng Android bao gồm: Trang chủ; Cảnh báo và các trạm quan trắc. Ứng dụng cũng theo dõi các giá trị như website nhưng có thể cài đặt thêm ở phần cảnh báo như: Bật tắt cảnh báo; Chọn trạm để cảnh báo; Chọn giá trị ngưỡng cảnh báo và chọn thời gian cảnh báo.



Hình 10. Giao diện ứng dụng Android hệ thống quan trắc chất lượng không khí theo quy chuẩn VN_AQI

4.2. Đánh giá hệ thống

Nhóm tác giả đánh giá hệ thống dựa trên 2 tiêu chí, bao gồm:

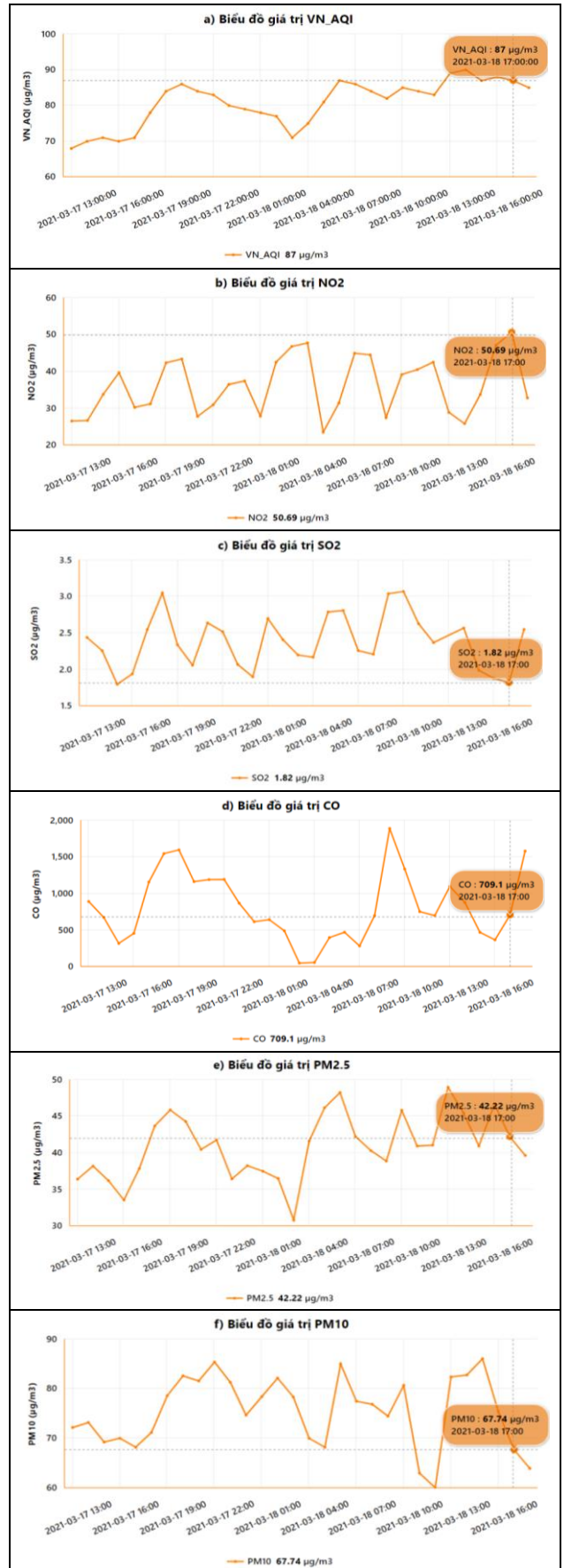
- Tính ổn định;
- Năng lượng tiêu thụ.

Đối với tiêu chí tính ổn định, cho hệ thống hoạt động liên tục trong 10 ngày và cứ định kỳ 1 giờ trạm cảm biến sẽ gửi dữ liệu về server 1 lần. Dữ liệu từ các cảm biến và giá trị VN_AQI được hiển thị trên website để kiểm tra và đánh giá. Qua kiểm tra, nhóm tác giả thấy rằng, các giá trị truyền về đều, không mất mát dữ liệu, khoảng trễ cho các lần truyền khoảng 1 giây. Năng lượng tiêu thụ với điều kiện không có ánh sáng theo thiết kế là hơn 177 giờ, tuy nhiên với tầm năng lượng mặt trời 100W thì trong 10 ngày trong điều kiện không cho ánh mặt trời chiếu trực tiếp vào Pin năng lượng, điện áp của Acqui vẫn duy trì 13.2Vdc, chứng tỏ khả năng duy trì năng lượng cho trạm đo đảm bảo hoạt động được vào mùa mưa.

Theo Hình 11, kết quả đo được trích trong 30 giờ ngẫu nhiên trong database, thông số truyền về server liên tục, không bị mất gói tin, giá trị đo thay đổi theo thời gian trong ngày, vì nồng độ các chất khí thay đổi theo thời gian trong ngày (thời gian cao điểm mật độ phương tiện đông đúc,...). Xét tại thời gian 17h00 ngày 18/3/2021 với các giá trị nồng độ đo được, ta áp dụng công thức ở phần 2, tính được các giá trị AQI của từng chất như sau: $AQI(NO_2) = 25$, $AQI(SO_2) = 1$, $AQI(CO) = 4$, $AQI(PM_{2.5}) = 87$, $AQI(PM_{10}) = 62$, và khi ta lấy giá trị lớn nhất AQI của các chất là $AQI(PM_{2.5})$ bằng với giá trị AQI tổng là 87. Từ đó đối sánh với giá trị chuẩn của Bảng 1 và đưa ra màu sắc cảnh báo là màu vàng tương ứng với mức độ ô nhiễm là trung bình, dựa vào đó người dân có thể biết tình trạng ô nhiễm không khí của khu vực và có những biện pháp phòng tránh (đeo khẩu trang, hạn chế ra ngoài...).

5. Kết luận

Hệ thống quan trắc mức độ ô nhiễm không khí theo quy chuẩn VN_AQI đã hoàn thành thiết kế và thi công trạm cảm biến không dây giúp đo đạt chính xác nồng độ các chất khí nguy hiểm trong môi trường: Nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, áp suất, tiếng ồn, PM2.5, PM10, CO, SO2, NO2, đây là các thông số quan trọng để tính toán chỉ số ô nhiễm không khí VN_AQI, đồng thời xử lý số liệu truyền về webserver theo thời gian qui định, tại webserver áp dụng



Hình 11. Giá trị đo tại của trạm đặt tại Trường Đại học Bách khoa: a) VN_AQI; b) NO₂; c) SO₂; d) CO; e) PM_{2.5}; f) PM₁₀

giải thuật tính toán tham số AQI theo qui chuẩn VN_AQI của Tổng cục môi trường Việt Nam ban hành năm 2019. Từ đó đối sánh với bảng giá trị chuẩn để đưa ra mức độ ô nhiễm không khí tại nơi lắp đặt trạm quan trắc, cập nhật và đưa lên bản đồ số nhằm giúp trực quan hơn trong giám sát mức độ ô nhiễm môi trường không khí theo từng khu vực, bất cứ các bất thường xảy ra sẽ được cảnh báo trên ứng dụng thiết bị di động để người dân phòng tránh, cơ quan chức năng có biện pháp khắc phục tình trạng ô nhiễm.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Quỹ Khoa học Công nghệ Murata và Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số: T2020-02-02MSF.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Anish Singh, Harshita Joshi, Amritansh Srivastava, Raja Kumar, Nitasha Hasteer, "An Analysis of Polluted Air Consumption and Hazards on Human Health: A Study Towards System Design". *Cloud Computing Data Science & Engineering (Confluence) 2020 10th International Conference on*, 2020, pp. 532-539.
- [2] Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục môi trường. "QCVN 05:2009/BTNMT – Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng không khí xung quanh", 2009.
- [3] Bộ Tài nguyên và Môi trường, Tổng cục môi trường. "Quyết định số 1459/QĐ-TCMT về việc ban hành hướng dẫn kỹ thuật tính toán và công bố chỉ số chất lượng không khí Việt Nam (VN_AQI)". 2019.
- [4] Seinfeld JH, Pandis S. *Atmospheric chemistry and physics: "From air pollution to climate change"*. Volume 2nd ed. New York: John Wiley; 2006, ISBN: 978-1-118-94740-1.
- [5] Akhmetov, B., & Aitimov, M. Data Collection and Analysis Using the Mobile Application for Environmental Monitoring. *Procedia Computer Science*, 56, 2015, pp 532-537.
- [6] Sung, W. T., Chen, J. H., Huang, D. C., & Ju, Y. H. "Multisensors realtime data fusion optimization for IOT systems". In *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC) IEEE*. 2014, October, pp. 2299-2304.
- [7] G. Marques, C. Ferreira, and R. Pitarma, "Indoor air quality assessment using a CO2 monitoring system based on Internet of Things", *Journal of Medical Systems*, vol. 43, no. 3, 2019, pp. 67-71.
- [8] M. Tastan and H. Gokozan, "Real-time monitoring of indoor air quality with internet of things-based E-nose". *Applied Sciences*, vol. 9, no. 16, article 3435, 2019.
- [9] A. Rackes, T. Ben-David, and M. S. Waring, "Sensor networks for routine indoor air quality monitoring in buildings: Impacts of placement, accuracy, and number of sensors". *Science and Technology for the Built Environment*, vol. 24, no. 2, 2018, pp. 188-197.
- [10] M. Benammar, A. Abdaoui, S. Ahmad, F. Touati, and A. Kadri, "A modular IoT platform for real-time indoor air quality monitoring". *Sensors*, vol. 18, no. 2, 2018, pp. 581.
- [11] Martinez, K., Hart, J. K., Ong, R., "Environmental SensorNetworks", *IEEE Computer*, Vol. 37, No. 8, 2004, pp. 50-56
- [12] Tuyen Phong Truong, Duy Thanh Nguyen, and Phong Vu Truong "Design and Deployment of an IoT-Based Air Quality Monitoring System". *International Journal of Environmental Science and Development*, Vol. 12, No. 5, May 2021, pp. 139-145.
- [13] Sarun Duangsuwan; Aekarong Takarn; Punyawee Jamjareegulgarn "A Development on Air Pollution Detection Sensors based on NB-IoT Network for Smart Cities", *2018 18th International Symposium on Communications and Information Technologies (ISCIT)*, 2018, pp. 313-316.