

Thiết Kế Hệ Đo Giám Sát Thông Số Môi Trường Di Động Thời Gian Thực Qua Web Server

Nguyễn Thị Thu^{1*}, Hoàng Văn Nhất², Nguyễn Đăng Khoa², Nguyễn Văn Thắng³, Trần Đức Tân²

¹ Trường Đại Học Công nghiệp Hà Nội

² Trường Đại học Phenikaa

³ Trường Đại học Thủy Lợi

Email: thunt@hau.edu.vn

Tóm tắt — Trong những năm gần đây, chất lượng không khí, môi trường hiện nay ở Việt Nam nói riêng và trên toàn cầu nói chung đang trở thành vấn đề được quan tâm không chỉ các nhà quản lý mà còn với tất cả mọi người. Bài báo đề xuất phương pháp thiết kế mạch chủ để đọc về các giá trị từ cảm biến sau đó thực hiện tính toán đưa ra kết quả chính xác về các giá trị thực của tham số môi trường gồm nhiệt độ, gió, lượng mưa, và đặc biệt hai tham số đánh giá chất lượng không khí như chất hạt trong không khí đường kính nhỏ hơn 2.5 μm (PM2.5), nồng độ carbon monoxit (CO) cũng được tính toán. Sau đó sử dụng module SIM900a mini để gửi dữ liệu theo thời gian thực lên máy chủ xử lý dữ liệu và cung cấp thông tin giám sát qua giao thức HTTP. Thiết bị nhỏ gọn nên có thể trang bị trên các phương tiện quan trắc di động nhằm quan trắc tại những địa điểm cụ thể nếu muốn.

Từ khóa: Hệ đo tham số môi trường di động, trạm thời tiết di động (Mobile Weather Station-MWS).

I. GIỚI THIỆU

Việt Nam là quốc gia chịu tác động nặng nề nhất do biến đổi khí hậu và nước biển dâng [1]. Trong những năm gần đây thế giới cũng như ở nước ta vấn đề về biến đổi khí hậu đang nhận được sự quan tâm hàng đầu bởi đất nước ta đã chứng kiến những ảnh hưởng cụ thể rõ ràng như hạn hán kéo dài, bão lũ liên tiếp tại miền Trung, rét đậm rét hại kéo dài tại miền Bắc, ngập lụt và nhiễm mặn do triều cường tại miền Nam và còn rất nhiều những hiện tượng thời tiết khác nghiệt nữa đang diễn ra. Hơn nữa việc phát triển công nghiệp một cách không bền vững, dân cư sống tập trung tại các đô thị lớn, công trường xây dựng ở khắp nơi không đảm bảo những yêu cầu cơ bản nhất về môi trường đã dẫn đến tình trạng ô nhiễm môi trường trầm trọng, đặc biệt là ô nhiễm môi trường không khí nhất là ở các thành phố lớn như thành phố Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Tất cả những điều đó là tác nhân gây biến đổi khí hậu và ô nhiễm môi trường không khí. Điều này đặt ra vấn đề kiểm soát thông số môi trường, thiết kế hệ đo giám sát chất lượng không khí để có những giải pháp hạn chế tác động xấu đến sức khỏe và đời sống.

Trên cơ sở đó, trong bài báo này hướng nghiên cứu được chúng tôi đề xuất là thực thi thiết kế hệ đo giám sát thông số môi trường thời gian thực qua web server. Chúng tôi sử dụng vi điều khiển và các loại cảm biến để đo một số tham số môi trường cơ bản như: nhiệt độ, tốc độ gió, hướng gió, lượng mưa. Ngoài ra chất lượng không khí cũng có sự ảnh hưởng lớn đến

đời sống của con người và hiện nay chất lượng không khí của nước ta đang bị đánh giá là ô nhiễm vô cùng nghiêm trọng. Do đó chúng tôi sử dụng thêm hai cảm biến để đo bụi PM2.5 và nồng độ khí CO, đây là hai thông số phản ánh được chất lượng không khí. Bằng cách thu thập dữ liệu và tính toán giá trị thực của môi trường, các thông số này sẽ liên tục được gửi lên web server thông qua module SIM900a mini. Hệ đo tham số môi trường chúng tôi đề xuất sẽ hỗ trợ giám sát các thông số này ngay tại thời điểm và địa điểm cần quan trắc. Đây cũng có thể coi như là nguồn dữ liệu hỗ trợ cho các nghiên cứu khác trong việc cải thiện chất lượng cuộc sống.

Những đóng góp của chúng tôi trong bài báo này có thể được tóm tắt như sau:

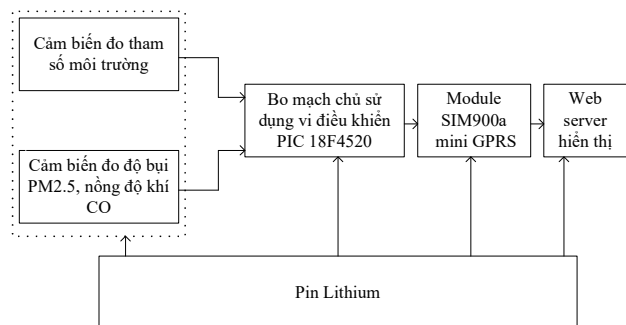
- + Thiết kế hệ đo tham số môi trường, gồm các tham số: lượng mưa, tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ, nồng độ khí CO trong không khí và khối lượng bụi trong không khí.
- + Tính toán đưa ra giá trị thực chính xác các tham số môi trường
- + Giám sát dữ liệu môi trường từ xa.

Bài báo có cấu trúc gồm 4 phần. Sau phần giới thiệu, chúng tôi sẽ trình bày phương pháp thực thi hệ thống ở mục II. Các kết quả và đánh giá hiệu quả của hệ thống đề xuất được phân tích ở mục III. Cuối cùng là các kết luận và đề xuất hướng nghiên cứu tiếp theo được rút ra ở mục IV.

II. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

Trong bài báo này, mô hình phần cứng hệ thống được mô tả như Hình 1. Các cảm biến để đo các tham số môi trường mang tính thời tiết như lượng mưa, tốc độ gió, hướng gió, nhiệt độ, đo các tham số liên quan đến chất lượng không khí là nồng độ khí CO và lượng chất hạt có trong không khí (bụi PM2.5). Mạch điện tử sử dụng vi điều khiển PIC 18F4520 có nhiệm vụ thu thập dữ liệu từ cảm biến và xử lý để đo được chính xác các tham số. Độ phân giải tối đa của ADC mà PIC 18F4520 hỗ trợ là 10 bit. Sau khi được tính toán hoàn chỉnh dữ liệu được đưa sang module SIM900a mini để truyền dẫn lên web server thông qua mạng 2G sử dụng dịch vụ dữ liệu di động dạng gói (GPRS: General Packet Radio Service) bằng giao thức truyền tải siêu văn bản (HTTP: Hypertext Transfer Protocol). Giá trị của các tham số này được hiển thị trên web server và cập nhật liên tục

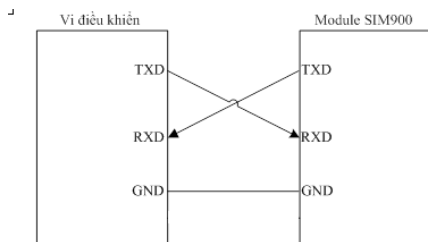
sau mỗi khoảng thời gian là 2 phút. Toàn bộ hệ thống được cung cấp bởi nguồn năng lượng là pin lithium. Mô hình phần cứng hệ thống được mô tả như Hình 1.



Hình 1. Mô hình phần cứng hệ thống

2.1. Các phần tử phần cứng

Bo mạch chủ sử dụng vi điều khiển PIC 18F4520 [2] có chức năng điều khiển thu thập dữ liệu từ các cảm biến, sau đó xử lý tính toán để đưa ra các giá trị chính xác của từng tham số môi trường, sau đó những dữ liệu này được gửi sang modul SIM900a mini để gửi dữ liệu về web server. Kết nối giữa module SIM900a mini với vi điều khiển như Hình 2.



Hình 2. Kết nối module SIM900a mini với vi điều khiển

Chân TXD của SIM900 được kết nối với chân RXD của vi điều khiển, và ngược lại chân RXD của SIM900 kết nối tới chân TXD của vi điều khiển, đồng thời chân GND của SIM900 và vi điều khiển được nối chung với nhau.

Các cảm biến đo tham số môi trường [3]: Cảm biến hệ đo mưa WS-3000 gồm bộ ba cảm biến: cảm biến tốc độ gió, cảm biến đo hướng gió và cảm biến đo lượng mưa. Cảm biến đo tốc độ gió được thiết kế theo dạng cốc xoay với 3 cánh, có chiều cao là 7,1 cm, độ dài cánh quạt là 8,9 cm. Cảm biến có độ nhạy là 2,4 km/h/vòng, dải đo của cảm biến là từ 0 cho đến 240 km/h, được kết nối bằng cổng RJ11. Bên trong cảm biến là một tiếp điểm thường mở, nó sẽ đóng lại khi các cánh quạt quay hết được một vòng và trả về một tín hiệu số, có tần số tỉ lệ với tốc độ gió. Tín hiệu này được đưa vào chân ngắt ngoài INT0 của vi điều khiển để đếm số tín hiệu trong một khoảng thời gian rồi sau đó sử dụng các hàm tính toán để tìm ra tốc độ gió chính xác của môi trường [4]. Cảm biến đo tốc độ gió như Hình 3.

Cảm biến đo hướng gió: Cảm biến đo hướng gió thiết kế gần giống với cảm biến đo tốc độ gió nhưng nó chỉ có một cánh lớn và đầu đối diện là đầu của mũi tên chỉ hướng mà cơn gió

được hình thành. Cảm biến đo hướng gió có chiều cao là 8,9 cm, chiều dài tính từ đầu đến hết cánh là 17,8 cm và có độ chính xác lên đến $22,5^\circ$. Nhờ sự thay đổi dải điện trở trong từ 688Ω đến $120 K\Omega$, dải điện trở này mắc với nhau thành mạch phân áp cho phép ta đo được 16 vị trí khác nhau tương ứng với 16 hướng gió. Tín hiệu của cảm biến hướng gió là tín hiệu analog vì vậy ta sử dụng một bộ biến đổi tín hiệu tương tự sang tín hiệu số (ADC: Analog-to-Digital Converter) của vi điều khiển để tìm ra hướng gió.



Hình 3. Cảm biến đo tốc độ gió của hệ đo mưa WS-3000

Cảm biến đo hướng gió của hệ đo mưa WS-3000 như Hình 4.



Hình 4. Cảm biến đo hướng gió của hệ đo mưa WS-3000

Cảm biến đo lượng mưa: Được thiết kế với hình phễu để hứng được nước mưa, có chiều cao là 9,05 cm và chiều dài là 23 cm. Mỗi gầu của cảm biến là 0,28 mm lượng mưa/gầu, sau mỗi lần đầy cảm biến có cơ chế tự xả hết nước, nắp xả được gắn với một tiếp điểm thường mở, khi nắp xả mở sẽ làm đóng lại tiếp điểm này và tạo ra một tín hiệu số. Tín hiệu của cảm biến đo lượng mưa là một tín hiệu số với mỗi lần nắp xả mở, ta dùng bộ ngắt INT1 để đếm số lần nắp xả mở trong một

khoảng thời gian rồi tính toán và đưa ra lượng mưa. Cảm biến đo lượng mưa của hệ đo mưa WS-3000 như Hình 5



Hình 5. Cảm biến đo lượng mưa của hệ đo mưa WS-3000

Cảm biến nhiệt độ LM35: LM35 là một cảm biến nhiệt mạch tích hợp chính xác cao mà điện áp đầu ra của nó tỷ lệ tuyến tính với nhiệt độ theo thang độ Celsius. LM35 là một cảm biến trả về giá trị analog, được thiết kế với 3 chân trong đó chân số 1 là chân nguồn V_{cc} , chân số 2 là chân ngõ ra V_{out} , chân số 3 là chân đất GND . Một số thông số cơ bản của cảm biến nhiệt độ LM35:

- Điện áp đầu vào từ $4V$ đến $30V$.
- Độ phân giải của điện áp đầu ra là $10\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$.
- Độ chính xác cao ở 25°C là $0,5^{\circ}\text{C}$.
- Dải đo chính xác nhất là từ 2°C cho đến 150°C .

Hình 6 mô tả cảm biến nhiệt độ LM35, đây là một cảm biến trả về giá trị analog nên chúng tôi sử dụng một bộ ADC của vi điều khiển để đọc giá trị điện áp từ chân V_{out} từ đó tính toán ra giá trị nhiệt độ thực của môi trường.



Hình 6. Cảm biến nhiệt độ LM35

Module cảm biến đo nồng độ khí CO MQ7: Module cảm biến khí CO MQ7 sử dụng chip so sánh LM393 và cảm biến MQ7. Module cảm biến MQ7 có 4 chân với hai chân là V_{cc} và GND ,

hai chân còn lại cho ra tín hiệu analog và digital nhưng ở trong bài báo này chúng tôi chỉ sử dụng tín hiệu từ chân analog để đo nồng độ khí CO trong không khí. Một số thông số cơ bản của module cảm biến:

- Điện áp cung cấp từ $3V$ đến $5V$.
- Tín hiệu analog từ $0V$ đến $5V$.
- Dải phát hiện từ 10 ppm đến 1000 ppm .
- Nhiệt độ hoạt động từ -10°C đến 50°C .
- Kích thước của module: $33 \times 20 \times 16\text{ mm}$.

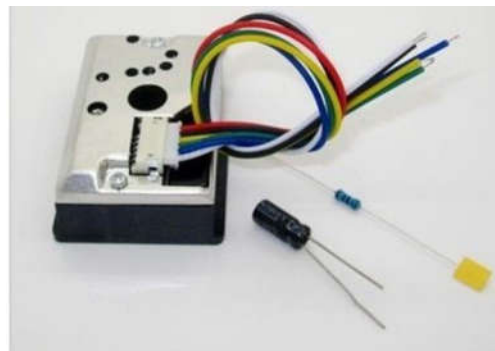
Cảm biến khí CO MQ7 như Hình 7. Chúng tôi cũng sử dụng một bộ ADC để đo giá trị điện áp trả về từ chân analog rồi tính toán để được nồng độ khí CO trong không khí.



Hình 7. Cảm biến khí CO MQ7

Module cảm biến bụi trong không khí GP2Y1010AU0F như Hình 8. Module sử dụng cảm biến bụi chuyên dụng GP2Y1010AU0F do hãng SHARP sản xuất. Nguyên lý hoạt động của cảm biến này là dựa trên LED phát hồng ngoại tích hợp bên trong cảm biến, khi có bụi vào thì sẽ bị khúc xạ làm giảm đi cường độ của tia hồng ngoại khiến cho điện áp thay đổi. Module có 6 chân kết nối, 2 chân GND , 1 chân V_{cc} , 1 chân V-LED, 1 chân điều khiển LED và cuối cùng là chân V_{out} trả về giá trị analog. Những thông số cơ bản của module cảm biến:

- Nguồn cung cấp $3V$ đến $7V$.
- Ngõ ra analog tỉ lệ: Cứ $0.5V$ tương ứng với $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Dải đo là $500\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$.
- Kích thước phát hiện hạt bụi nhỏ nhất: $0.8\text{ }\mu\text{m}$.
- Nhiệt độ hoạt động từ -10°C đến 65°C .
- Kích thước $63,2 \times 41,3 \times 21,1\text{ mm}$.
- Kích thước lỗ khí $9,0\text{ mm}$.



Hình 8. Cảm biến bụi PM2.5 GP2Y1010AU0F

Chúng tôi sử dụng một bộ ADC để đo điện áp trả về từ chân V_{out} sau đó tính toán để được khối lượng bụi có trong không khí theo đơn vị $\mu g / m^3$.

Module SIM900a mini như Hình 9 để truyền dẫn dữ liệu, chúng tôi lựa chọn module SIM900a mini với các đặc điểm sau:

- Là một module GSM/GPRS cực kỳ nhỏ gọn, được thiết kế cho thị trường toàn cầu do hãng SIMCom cung cấp.
- SIM900a hoạt động được ở 4 băng tần GSM 850MHz, EGSM 900MHz, DCS 1800MHz và PCS 1900MHz như là một loại thiết bị đầu cuối với một chip xử lý đơn nhân đầy sức mạnh, tăng cường các tính năng quan trọng dựa trên nền vi xử lý ARM926EJ-S.
- Kích thước nhỏ gọn (24×24 mm), đáp ứng những yêu cầu về không gian trong các ứng dụng M2M.
- Sử dụng nguồn từ 3,7 – 4,8 V.
- Giao tiếp thông qua tập lệnh AT bằng chuẩn giao tiếp USART.



Hình 9. Module SIM900a mini

Nguồn năng lượng cung cấp cho hệ thống gồm 2 pin lithium 3,7V - 1200mAh được mắc nối tiếp với nhau tạo thành một nguồn 7,4V - 2400mAh. Vì đây là một hệ thống di động nên việc sử dụng nguồn pin là một lựa chọn phù hợp. Đảm bảo cho hệ thống hoạt động ở những nơi khó khăn kết nối với nguồn điện lưới. Hệ thống sử dụng mạch sạc pin TP4056 có thiết kế nhỏ gọn thích hợp cho tính di động của hệ. Module sạc pin TP4056 [5] có khả năng tự ngắt và sạc trở lại.

2.2. Lập trình phần mềm

Phần mềm được chúng tôi sử dụng để lập trình cho hệ thống là phần mềm lập trình Mplab, được phát triển bởi hãng “Microchip microcontrollers and digital signal controllers”. Đây là một phần mềm thông dụng cho vi điều khiển PIC.

- Lập trình cho hệ đo mưa WS-3000: Cảm biến tốc độ gió và lượng mưa của hệ là hai cảm biến trả về tín hiệu số sau khi quay hết được một vòng hoặc có mở cửa xả. Từ đó đưa vào vi xử lý để tính toán tốc độ gió và lượng mưa. Riêng với cảm biến hướng gió trả về một giá trị analog, ứng với mỗi hướng giá trị analog sẽ nằm trong một khoảng giá trị nhất định, cảm biến có thể đo được 8 hướng khác nhau. Tuy lấy được dữ liệu từ cảm biến về rồi, nhưng vấn đề căn chỉnh cảm biến cũng là vô cùng quan trọng. Để căn chỉnh được các cảm biến này ta phải dựa vào một cảm biến chuẩn có sẵn [6]. Sau khi hiệu chỉnh cho hai tín hiệu của hệ WS-3000 và cảm biến chuẩn tuyến tính nhau khi có cùng tác động đầu vào, dựa trên công thức:

Tốc độ gió = $0.045 \times \text{cycle}$ (Trong đó cycle được tính là số vòng trên phút, còn tốc độ gió được tính bằng đơn vị km/h).

Do biết dung tích của một gầu là 0.28mm lượng mưa nên ta chỉ cần đếm số gầu ta có thể tính được lượng mưa trong một khoảng thời gian tùy ý.

Cảm biến hướng gió được hiệu chỉnh bằng cách đọc giá trị thu được từ vi điều khiển và so sánh với la bàn chuẩn.

- Cảm biến bụi GP2Y1010AU0F, cảm biến LM35, cảm biến MQ7: Đây đều là những cảm biến trả về giá trị analog nên ta sử dụng lần lượt các bộ ADC0, ADC1 và ADC2 của vi điều khiển để đọc giá trị trả về của các cảm biến. Sau khi căn chuẩn thu được các công thức như sau:

$$\text{Bụi} = 0.17 * \left(\frac{ADC * 5000}{1023} \right) - 100 \quad (1)$$

Trong đó: ADC là giá trị mà cảm biến trả về đọc ra bộ $ADC0$ (10 bit), đơn vị của bụi là $\mu g / m^3$.

$$LM35 = ((500.0 * temp) / 1023.0) \quad (2)$$

Trong đó: $temp$ là giá trị mà $ADC1$ đọc về (10 bit), đơn vị của LM35 là $^{\circ}C$.

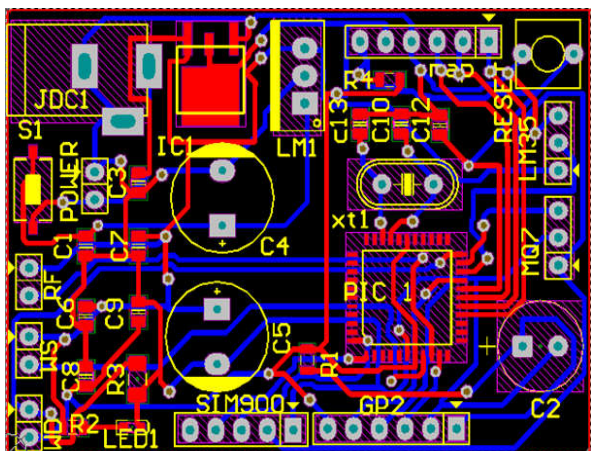
Do việc quy đổi nồng độ khí CO trong không khí phụ thuộc rất nhiều yếu tố khác nhau như nhiệt độ, độ ẩm,... [7]. Chính vì vậy với cảm biến này sẽ đọc về giá trị của $ADC2$ với mức lớn nhất là 5V ứng với 1000 ppm.

- Truyền thông với SIM900a mini: SIM900a mini sử dụng chuẩn giao tiếp USART là kiểu truyền thông tin nối tiếp không đồng bộ, giao tiếp bằng 2 chân RX và TX. Chúng tôi sử dụng chuẩn giao tiếp này kết hợp với tập lệnh hỗ trợ di động (AT: Attention Command) của modul nhận dạng thuê bao (SIM: Subscriber Identify Module) để điều khiển SIM thực hiện công việc. Ở đây chúng tôi quan tâm đến tập lệnh AT dùng cho giao thức HTTP, nhưng trước đó SIM cần phải được đăng ký GPRS, thiết lập các chế độ khởi tạo cơ bản. Đồng thời chúng tôi thực hiện tạo website cho phép truyền dữ liệu lên, sau đó hiển thị kết quả truyền đồng bộ với website server, cuối cùng là thiết lập trang theo dõi kết quả.

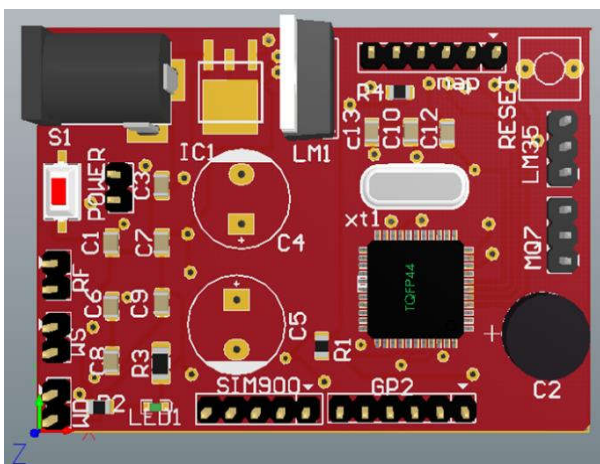
Sau khi dữ liệu từ các cảm biến được truyền lên web server thì có thể truy cập vào trang web theo dõi kết quả để quan sát kết quả thu được từ hệ thống [8].

2.3. Thiết kế hệ đo tham số môi trường

Chế tạo mạch in: Sau khi đã lựa chọn được vi điều khiển PIC 18F4520 và các linh kiện điện tử phù hợp, chúng tôi tiến hành thiết kế mạch in. Chúng tôi sử dụng phần mềm Altium Designer 14 để thiết kế. Hình 10 mô tả mạch in ở chế độ 2D, mạch in quan sát ở chế độ 3D cũng được thể hiện ở Hình 11. Khi đã hoàn thành mạch, chúng tôi tiến hành làm mạch. Sau khi đã có mạch thực hiện hàn các linh kiện điện tử đã được chọn để hoàn thiện bo mạch chủ sau đó kết nối pin và mạch nạp với bo mạch. Bo mạch sau hoàn thiện như Hình 12.



Hình 10. Mach in ở chế độ 2D



Hình 11. Mach in ở chế độ 3D



Hình 12. Bo mạch khi đã hoàn thiện

2.4. Kết nối bo mạch với các cảm biến

Để hoàn thành phần cứng của hệ thống chúng tôi phải kết nối các cảm biến này với bo mạch. Điều quan trọng là kết nối chính xác các chân của cảm biến với các chân của vi điều khiển, nhất là với modul SIM900a hai chân thu (RX) và chân phát (TX). Hệ दो tham số mô hình trường di động sau khi hoàn thiện được lắp đặt như Hình 13.



Hình 13. Hệ đo tham số môi trường di động sau khi hoàn thiện

Từ những xây dựng ở phần thiết kế của hệ thống, chúng tôi tiến hành lập trình cho vi điều khiển để đưa ra sự quản lý cho toàn bộ hệ thống. Hệ thống cơ bản sử dụng bốn bộ biến đổi tín hiệu ADC để đọc các dữ liệu từ bốn cảm biến trả về giá trị analog, sử dụng hai ngắt ngoài để tính số vòng quay được của cảm biến đo tốc độ gió và gàu xả của cảm biến đo lượng mưa. Chuẩn giao tiếp USART được sử dụng để làm việc với module SIM900a mini, ngoài ra chúng tôi tiến hành cài đặt web server cũng là một phần quan trọng để ta có thể theo dõi dữ liệu gửi lên từ hệ thống.

III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

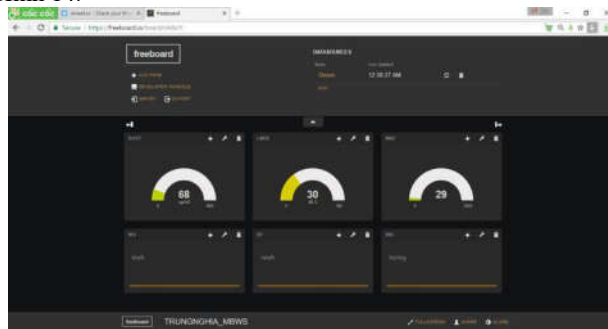
Sau quá trình nghiên cứu chúng tôi đã xây dựng được mô hình hệ đo tham số giám sát môi trường di động, bao gồm các tham số: nhiệt độ, nồng độ khí CO trong không khí và khối lượng chất hạt (bụi) có trong không khí. Sử dụng cảm biến đo tốc độ gió, hướng gió và lượng mưa.

Gửi dữ liệu lên web server và theo dõi kết quả tại trang web server dữ liệu được cập nhật liên tục.

Đảm bảo tính di động của hệ thống, tính nhỏ gọn và khả năng làm việc trong môi trường không có điện lưới.

Hệ thống có tính chính xác cao và mang tính chất địa phương (tại một địa điểm nhất định trong thời gian xác định).

Dữ liệu của các cảm biến được theo dõi trên web server như Hình 14.



Hình 14. Dữ liệu của các cảm biến được theo dõi trên web

Các thông số giám sát được chúng tôi thống kê như Bảng 1.

Bảng 1. Ví dụ thông kê các số tham số đo được sâu thượng một tòa nhà

STT	DUST - μg	LM35 - °C	MQ7	WS	RF	WD
1	62	30	27	0	0	0
2	67	30	31	0	0	0
3	64	29	34	0	0	0
4	59	29	37	0	0	0
5	58	30	32	0	0	0
6	60	30	35	0	0	0
7	63	30	41	0	0	0
8	67	31	36	0	0	0
9	64	30	31	0	0	0
10	57	31	27	0	0	0
11	61	30	26	0	0	0
12	73	30	29	0	0	0
13	64	29	35	0	0	0
14	66	29	32	0	0	0
15	67	30	32	0	0	0
16	71	30	35	0	0	0
17	56	30	26	0	0	0
18	62	30	27	0	0	0
19	61	30	27	0	0	0
20	68	30	29	0	0	0

Qua các kết quả đo được ở Bảng 1 cho thấy các thông số môi trường mà hệ đo được tại sân thượng tòa nhà E3 đại học Công nghệ có thể đánh giá một phần chỉ số không khí (AQI: Air Quality Index) thông qua thông số nồng độ chất hạt PM2.5 đo được ở tại đây khá là tốt, nồng độ bụi rơi vào khoảng trên $60 \mu g / m^3$. Nhìn vào đây có thể biết được ngay rằng hôm nay là một ngày nắng nóng với nhiệt độ trung bình khoảng $30^\circ C$. Nồng độ khí CO rất nhỏ từ đó chúng ta có thể đánh giá chất lượng không khí tại đây là trong lành.

IV. KẾT LUẬN

Trong nghiên cứu này chúng tôi đã thành công trong việc xây dựng một hệ đo giám sát thông số môi trường di động thời gian thực qua web server. Những thông tin bao gồm nhiệt độ, gió, lượng mưa, nồng độ PM2.5, nồng độ CO đã được quan trắc trực tiếp. Thiết bị nhỏ gọn nên có thể trang bị trên các phương tiện quan trắc di động. Trong tương lai, hệ thống có thể được định hướng phát triển tích hợp thêm nhiều cảm biến để thu thập thêm các tham số môi trường đầy đủ hơn, đồng thời thiết kế thành mạng lưới các node hệ đo, sau đó tổng hợp kết quả về một trạm rồi mới thực hiện tính toán và truyền dẫn để phù hợp với giám sát chất lượng không khí ở các thành phố lớn một cách hiệu quả nhất góp phần mang lại nhiều lợi ích cho cộng đồng [9-11].

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Mishra, A. K., & Pede, V. O. (2017). Perception of climate change and adaptation strategies in Vietnam. International Journal of Climate Change Strategies and Management.
- [2] Datasheet PIC18F4520, <http://www.futurlec.com/Microchip/PIC18F4520.shtml>, truy cập ngày 15 tháng 10 năm 2020.

- [3] Dinh-Tuan Pham, Dinh-Chinh Nguyen, Van-Vinh Pham, Ba-Cuong Doan, Duc-Tan Tran (2015), Development of a Wireless Sensor Network for Indoor Air Quality Monitoring, International Conference on Integrated Circuits, Design, and Verification, 10-11 August 2015, Ho Chi Minh city, Vietnam, tr. 178-183.
- [4] <http://www.libelium.com/weather-stations-comparative-weather-monitor-davis-vs-ws-3000-libelium/#!prettyPhoto>, truy cập ngày 15 tháng 10 năm 2020.
- [5] <http://codientuvina.com/mach-sac-pin-lithium-1a-tp4056.html>.
- [6] Weather Stations Comparative – Weather Monitor (Davis) VS WS-3000 (Libelium), January 24th, 2014 <http://www.libelium.com/weather-stations-comparative-weather-monitor-davis-vs-ws-3000-libelium/>, truy cập ngày 15 tháng 10 năm 2020.
- [7] Spinelle, L., Gerboles, M., Villani, M. G., Aleixandre, M., & Bonaviticola, F. (2017). Field calibration of a cluster of low-cost commercially available sensors for air quality monitoring. Part B: NO, CO and CO2. Sensors and Actuators B: Chemical, 238, 706-715.
- [8] Wu, F., Wu, T., & Yuce, M. R. (2019). An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications. Sensors, 19(1), 21.
- [9] Do, D. D., Nguyen, H. V., Tran, N. X., Ta, T. D., Tran, T. D., & Vu, Y. V. (2011, December). Wireless ad hoc network based on global positioning system for marine monitoring, searching and rescuing (MSnR). In Asia-Pacific Microwave Conference 2011, pp. 1510-1513.
- [10] Nguyen, D. C., Duc-Tan, T., & Tran, D. N. (2015, April). Application of compressed sensing in effective power consumption of WSN for landslide scenario. In 2015 Asia Pacific Conference on Multimedia and Broadcasting, pp. 1-5. DOI: 10.1109/APMediaCast.2015.7210276
- [11] Gian Quoc, A., Nguyen Dinh, C., Tran Duc, N., Tran Duc, T., & Kumbesan, S. (2018). Wireless Technology for Monitoring Site-specific Landslide in Vietnam. International Journal of Electrical and Computer Engineering, 8(6), 4448-4455.