

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG IoT TRONG QUAN TRẮC VÀ CẢNH BÁO MỨC ĐỘ Ô NHIỄM NGUỒN NƯỚC

RESEARCH AND APPLICATION OF IoT ON ENVIRONMENTAL MONITORING AND EARLY WARNING OF LEVELS OF WATER SOURCE POLLUTION

Vũ Văn Thanh

Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng; vwthanh@dut.udn.vn

Tóm tắt - Nước là nguồn tài nguyên quý giá mà con người có thể dùng ở nhiều mục đích khác nhau. Tuy nhiên, sự gia tăng nhanh chóng của các khu công nghiệp, khu đô thị và dân số, ô nhiễm nguồn nước đang trở thành một vấn nạn đáng báo động do những hoạt động sản xuất, khai thác, ... của con người. Hiểu được tầm quan trọng của nguồn nước, bài báo đã nghiên cứu một hệ thống ứng dụng IoT để quan trắc và cảnh báo mức độ ô nhiễm nguồn nước. Hệ thống bao gồm các nút mạng cảm biến không dây và xử lý số liệu truyền về Webserver để người dùng có thể giám sát và nhận các cảnh báo thông qua SMS và Email. Các nút mạng cảm biến không dây (trạm đo) có thể đo được các thông số: độ dẫn điện, nhiệt độ, mức độ đục, nồng độ chất rắn hòa tan, nồng độ pH và nồng độ Oxy hòa tan trong nước. Ngoài ra, hệ thống còn cho phép giám sát các giá trị như mức năng lượng cung cấp, chất lượng tín hiệu GSM.

Từ khóa - Lora; hệ thống quang trắc môi trường nước; IoT; 3G/GPRS; mạng cảm biến không dây.

1. Đặt vấn đề

Ô nhiễm nước là sự thay đổi theo chiều tiêu cực của các tính chất vật lý – hóa học – sinh học của nước, với sự xuất hiện các chất lạ ở thể lỏng, rắn làm cho nguồn nước trở nên độc hại với con người và sinh vật. Nước bị ô nhiễm ở các khu vực nước ngọt (sông, suối, ao, hồ...) và các vùng ven biển, vùng biển khép kín do lượng muối khoáng và hàm lượng các chất hữu cơ quá dư thừa làm cho các quần thể sinh vật trong nước không thể đồng hóa được. Kết quả làm cho hàm lượng oxy trong nước giảm đột ngột, các khí độc tăng lên, tăng độ đục của nước dẫn đến việc gây ra suy thoái thủy vực. Ô nhiễm nước có nguyên nhân từ các loại chất thải công nghiệp được thải ra lưu vực các con sông mà chưa qua xử lý đúng mức, các loại phân bón hóa học và thuốc trừ sâu ngấm vào mạch nước ngầm, ao hồ, nước thải sinh hoạt từ các khu dân cư ven sông gây ô nhiễm trầm trọng, ảnh hưởng đến sức khỏe của người dân, sinh vật và vi sinh vật sống trong khu vực.

Các thông số của nguồn nước bao gồm: Độ dẫn điện EC (Electric Conduction), nồng độ chất rắn hòa tan TDS (Total Dissolved Solids), nhiệt độ, độ đục, độ PH, nồng độ oxy hòa tan trong nước DO (Dissolved Oxy), tổng lượng chất rắn lơ lửng TSS (Total Suspended Solids) trong nước... là các thông số quan trọng để chúng ta xác định được mức độ ô nhiễm nguồn nước. Vì vậy, một hệ thống cảnh báo mức độ ô nhiễm nguồn nước có hiệu quả nên dựa trên việc đo đạc, thu thập và phân tích thường xuyên các thông số này tại các vị trí thiết yếu của nguồn nước như: sông, suối, ao hồ, nơi xả thải của khu công nghiệp...

Căn cứ vào các quy chuẩn đánh giá mức độ ô nhiễm môi trường nước để đưa ra bảng giá trị các thông số ô nhiễm, làm cơ sở cho bài báo tính toán giá trị tối đa cho phép trong nước thải sinh hoạt Bảng 1 và trong nước thải

Abstract - Water is a valuable resource that people can use for a variety of purposes. However, with the rapid increase of industrial parks, urban areas, as well as the increasing population growth, water pollution is becoming an alarming problem due to people's production and exploitation activities. Understanding the importance of water resources, the paper has studied an IoT application system to monitor and warn water pollution levels. The system includes wireless sensor network nodes and processing data transmitted to Web server so that users can monitor and receive alerts via SMS and Email. Wireless sensor network nodes (measuring stations) can measure parameters such as conductivity, temperature, turbidity, dissolved solids concentration, pH concentration and dissolved oxygen concentration in water. In addition, the system also allows monitoring of values such as power supply level, GSM signal quality.

Key words - Lora; monitoring and warning system, IoT, GPRS/3G; wireless sensor network

công nghiệp Bảng 2.

QCVN 14:2008/BTNMT do Ban soạn thảo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biên soạn, Tổng cục Môi trường Vụ Pháp chế trình duyệt và được ban hành theo Quyết định số 2008/QĐ-BTNMT năm 2008 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường [3].

Bảng 1. Bảng giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải sinh hoạt

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị C	
			A	B
1	Nhiệt độ	°C	25	25
2	pH		5-9	5-9
3	BOD	mg/l	30	50
4	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	50	100
5	Tổng chất rắn hòa tan (TDS)	mg/l	500	1000

QCVN 40:2011/BTNMT do Ban soạn thảo quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng nước biên soạn thay thế QCVN 24:2009/BTNMT, Tổng cục Môi trường, Vụ Khoa học và Công nghệ, Vụ Pháp chế trình duyệt và được ban hành theo Thông tư số 47/2011/TT-BTNMT ngày 28 tháng 12 năm 2011 của Bộ trưởng Bộ Tài nguyên và Môi trường [4].

Bảng 2. Bảng giá trị các thông số ô nhiễm trong nước thải công nghiệp

TT	Thông số	Đơn vị	Giá trị C	
			A	B
1	Nhiệt độ	°C	40	40
2	pH		6-9	5,5-9
3	BOD	mg/l	30	50
4	COD	mg/l	75	150
5	Tổng chất rắn lơ lửng (TSS)	mg/l	500	1000

- C là giá trị nồng độ của các thông số ô nhiễm.
- Cột A quy định giá trị C của các thông số ô nhiễm làm cơ sở tính toán giá trị tối đa cho phép trong nước thải sinh hoạt khi thải vào các nguồn nước được dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

- Cột B quy định giá trị C của các thông số ô nhiễm làm cơ sở tính toán giá trị tối đa cho phép trong nước thải sinh hoạt khi thải vào các nguồn nước không dùng cho mục đích cấp nước sinh hoạt.

Nhờ sự phát triển và cải tiến không ngừng của điện tử, vi điện tử, hệ thống kỹ thuật số, vi điều khiển, viễn thông và công nghệ thông tin, giúp cho các hệ thống thông tin và các ứng dụng di động trong các lĩnh vực kiểm soát và giám sát phát triển nhanh chóng [5]. Trong thời đại này, kỹ nguyên của công nghệ di động và khả năng kết nối của các thiết bị, khái niệm về Internet of Things (IoT) 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 [6].

Do đó trong bài báo này, mạng cảm biến không dây đã được chọn và sử dụng chuẩn truyền thông giữa các node cảm biến là LoRa, thiết lập kiểu mạng hình sao truyền về Node trung tâm, Node trung tâm có thêm kết nối với Web server thông qua mạng GPRS/3G, SMS. Hệ thống nguồn năng lượng mặt trời được sử dụng để cung cấp cho mạng lưới hoạt động. Các máy chủ giao tiếp với mạng không dây để xử lý, giám sát và đưa ra quyết định để cảnh báo.

2. Tình hình nghiên cứu

Hiện nay, vấn đề giám sát môi trường nước đang thu hút được sự quan tâm nghiên cứu. Trong nghiên cứu [7], Shao Hue Hu đã thực hiện một bài báo có tựa đề “Entitled Dynamic Monitoring Based on Wireless Sensor Networks of IoT”. Bài báo này bao gồm hệ thống kết hợp IoT với nuôi trồng thủy sản, hệ thống giám sát hiển thị các giá trị của cảm biến đo được và tối ưu hóa năng lượng tiêu thụ trong các mạng cảm biến. Kết quả là tiêu thụ năng lượng giảm nhờ giảm số lượng mẫu, chính việc tiết kiệm năng lượng sẽ giúp giảm chi phí và tối ưu hóa cho các hệ thống giám sát từ xa.

Trong [8] tác giả tập trung nghiên cứu một hệ thống giám sát dựa trên Raspberry Pi và Arduino để theo dõi môi trường nước. Kiến trúc hệ thống bao gồm các nút cảm biến không dây (WSN) sử dụng giao thức ZigBee. Các nút này gửi dữ liệu đến một máy chủ webserver. Sau đó thông tin được truy cập thông qua các thiết bị cầm tay như điện thoại di động hoặc máy tính. Cải tiến của nghiên cứu này là thêm giải pháp IoT vào hệ thống, để các thiết bị khác có thể điều khiển và giám sát môi trường nước. Ngoài ra, việc lưu trữ thông tin trên máy chủ được chia sẻ và sử dụng, cho phép các chuyên gia và tổ chức khác thực hiện phân tích dữ liệu từ xa.

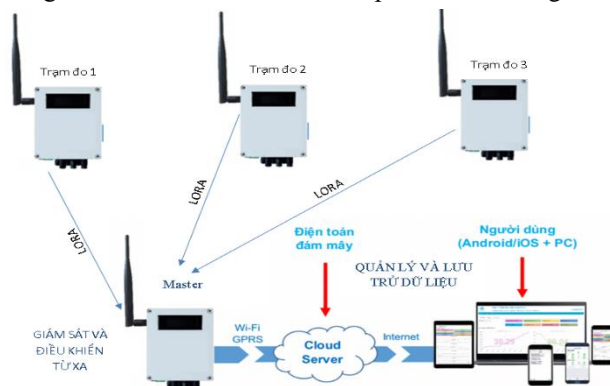
Trong nghiên cứu [9] các tác giả thực hiện một hệ thống giám sát chất lượng nước trong ao hồ, bao gồm phao nổi có cảm biến để đo đặc và mạch để thu thập truyền các giá trị nồng độ pH, nhiệt độ, oxy hòa tan và độ dẫn điện. Các giá trị này được gửi lên Internet và được hiển thị trong ứng dụng máy tính dùng Labview. Tuy nhiên, bài báo không đề cập đến việc sử dụng cơ sở dữ

liệu để lưu trữ thông tin hoặc dùng các ứng dụng di động để truy cập.

So sánh với các nghiên cứu [7, 8, 9] đã được đề cập, bài báo hướng đến việc nghiên cứu và chế tạo các node cảm biến tích hợp và cơ động cho phép hệ thống dễ dàng thay đổi vị trí các khu vực khác nhau sao cho khoảng cách của các node cảm biến với node trung tâm tầm 7-8 Km. Giống các nghiên cứu trên hệ thống dùng các ứng dụng dành cho thiết bị di động và máy tính để hiển thị thông tin, lưu trữ kết quả đo trên Server. Điểm khác biệt là cấu trúc các node cảm biến không dây truyền thông qua chuẩn LoRa và việc lấy dữ liệu để thực hiện phân tích cụ thể hơn cho từng trường hợp xảy ra trong môi trường, đồng thời tối ưu hóa tài nguyên và trao đổi thông tin với các tổ chức, cá nhân khác nhau, hệ thống kết nối với nhiều loại cảm biến xác định được nhiều tham số để tăng cường độ chính xác trong việc phân tích dữ liệu đưa ra mức cảnh báo ô nhiễm môi trường nước. Tất cả điều này là rất quan trọng vì nó dễ dàng tiếp cận với tất cả các đối tượng khác nhau, giảm thiểu rủi ro nếu có các bất thường về nguồn nước, đặc biệt là nước sinh hoạt.

3. Đề xuất hệ thống

Từ những vấn đề trên, bài báo đề xuất 1 hệ thống quan trắc giám sát và cảnh báo mức độ ô nhiễm nguồn nước bao gồm các node cảm biến thu thập và 1 node trung tâm.



Hình 1. Cấu trúc hệ thống quan trắc và cảnh báo ô nhiễm môi trường nước

Trong Hình 1 mô tả mô hình hệ thống quan trắc bao gồm các trạm đo đóng vai trò là các node cảm biến thu thập dữ liệu, sau đó truyền dữ liệu về node trung tâm thông qua mạng không dây Lora.

Trong lĩnh vực IoT ngoài Lora thì các công nghệ không dây phổ biến khác được sử dụng như Bluetooth, ZigBee, Wi-Fi được thể hiện ở Bảng 3 [12]. Số liệu ở Bảng 3 cho thấy, công nghệ LoRa rất phù hợp với các ứng dụng tầm xa khi vùng phủ sóng đạt được từ 3 – 15 km và mức tiết kiệm năng lượng cao với dòng tiêu thụ định chỉ 28 mA so với các giao thức không dây còn lại. Khoảng cách hoạt động xa và tiết kiệm năng lượng có thể coi là ưu điểm lớn nhất của công nghệ không dây LoRa mang lại nhờ vào công nghệ điều chế CSS (Chirp spread spectrum). Cũng từ Bảng 3 có thể thấy, tốc độ bit của công nghệ LoRa là thấp nhất, chính điều này mạng LoRa lại rất thích hợp để truyền tải các dữ liệu như tín hiệu điều khiển, dữ liệu cảm biến trong các ứng dụng IoT và không thích hợp cho việc truyền tải dữ liệu lớn như hình ảnh hay

video. Ngoài ra, số lượng thiết bị đầu cuối kết nối tối đa 10,000 node đủ để triển khai các mô hình không dây số lượng lớn với LoRa.

Bảng 3. So sánh giữa các giao thức không dây trong IoT [12]

	Bluetooth	ZigBee	Wi-Fi	LoRa
Thiết bị đầu cuối tối đa	255	Hơn 64000	Phụ thuộc vào số địa chỉ IP	10000
Dòng tiêu thụ đỉnh	30 mA	30 mA	100 mA	28 mA
Vùng phủ sóng	10 m	10 -100 m	100 m	3-15 km
Tốc độ bit	1 Mbps	250 kbps	11 Mbps và 55 Mbps	5.5 kbps
Công nghệ điều chế	FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)	DSSS (Direct Spread Spectrum Sequence)	OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing)	Chirp spread spectrum (CSS)

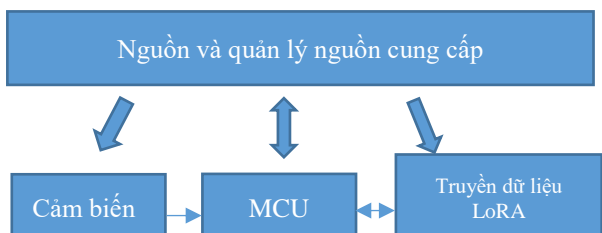
Bảng 3 cho thấy, công nghệ LoRa đã khắc phục được những hạn chế của các công nghệ không dây hiện tại trong lĩnh vực IoT, mang lại một hướng đi mới tiềm năng trong việc triển khai các mạng không dây với vùng phủ sóng rộng và tiết kiệm năng lượng. Do đó, hệ thống được đề xuất sử dụng công nghệ Lora để truyền thông giữa node thu thập và node trung tâm theo kiểu mạng hình sao.

Cấu trúc của node trung tâm như Hình 2 ngoài các thành phần giống node cảm biến thu thập, cấu trúc của node trung tâm còn thêm bộ thu phát GPRS/3G và GPS trên module SIM808 của hãng SIMCOM, node trung tâm đóng vai trò thu thập các dữ liệu từ các node cảm biến truyền về từ LoRa, đồng thời gửi dữ liệu định kỳ lên Web server thông qua mạng 3G/GPRS, nếu số liệu đo đạc vượt ngưỡng cho phép hệ thống sẽ đưa ra các mức cảnh báo.



Hình 2. Cấu trúc của node cảm biến trung tâm

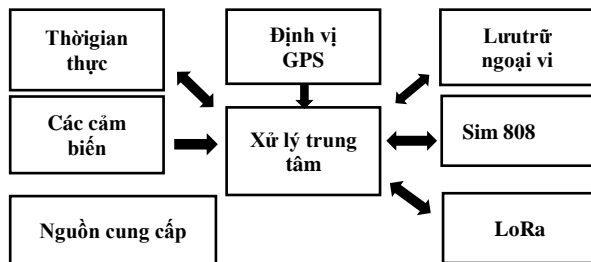
Mỗi nút mạng cảm biến (trạm đo) có các bộ phận: cảm biến đo độ dẫn điện EC, cảm biến đo nhiệt độ nước DS18B20, cảm biến đo nồng độ PH, cảm biến đo độ đục, bộ đọc thẻ micro SD, đồng hồ thời gian thực dùng IC DS1307, một vi điều khiển pic 18F4550 nhằm xử lý các giá trị cảm biến thu về tính toán sau đó truyền lên node trung tâm thông qua chuẩn truyền không dây LoRa [1, 2], bộ điều khiển nạp năng lượng mặt trời và pin (acquy).



Hình 3. Cấu trúc của node cảm biến không dây

3.1. Thiết kế phần cứng cho các node

Phần cứng mỗi node được thiết kế và bố trí trong 1 tủ nhựa. Trong tủ bao gồm 1 acqui 12V-12Ah, bo mạch xử lý trung tâm, 1 LoRa hoạt động tần số 433Mhz, 1 sim 808 tích hợp GPS, bộ ghép kênh kết nối các cảm biến: pH, cảm biến nhiệt độ và cảm biến oxy hòa tan, cảm biến TDS và cảm biến độ đục. Hình 4 hiển thị sơ đồ phần cứng của node. Sơ đồ này cho thấy các thành phần của hệ thống. Bắt đầu với nguồn điện dùng để cấp nguồn cho tất cả các thiết bị điện tử trong node này. PIC18F4550 đảm nhiệm việc xử lý trung tâm, định vị GPS giúp xác định vị trí đặt các node cảm biến, LoRa giúp giao tiếp truyền dữ liệu giữa các node cảm biến và node trung tâm, Sim808 giúp kết nối để truyền dữ liệu lên Webserver và lưu trữ, hiển thị.

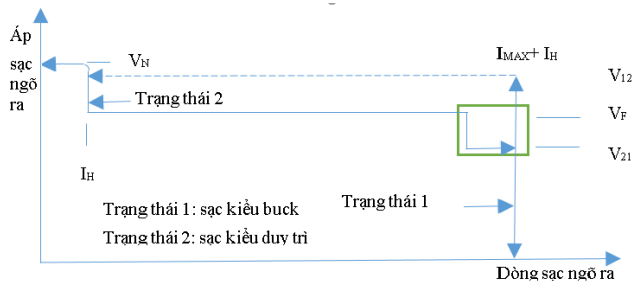


Hình 4. Sơ đồ khối phần cứng của các node

3.2. Năng lượng mặt trời và pin (acquy):

Hầu hết các trạm đo này được đặt ở những nơi không có nguồn điện lưới. Giải pháp cho việc này là ứng dụng nguồn năng lượng mặt trời, đồng thời dùng pin để lưu trữ (acquy 12v/12Ah) được nạp điện từ pin năng lượng mặt trời thông qua IC sạc UC3906, thời gian nạp từ 8h – 10h.

UC3906 có 2 kiểu hoạt động là: Dual Level Float Charger và Dual Step Current Charger.



Hình 5. Sơ đồ trạng thái bộ sạc Acquy

Dựa vào sơ đồ trạng thái Hình 5, ta có thể đưa ra phương trình tính toán như sau:

Ta chọn $V_F = 13.8V$ vì acquy chọn ban đầu là 12V và acquy nạp đầy là $V_{12} = 13.67V$

Ta có các công thức như sau:

$$V_{12} = 0.95V_{REF} \left(1 + \frac{R_A}{R_B} + \frac{R_A}{R_C} \right). \tag{1}$$

$$V_F = V_{REF} \left(1 + \frac{R_A}{R_B} \right). \text{ Với } V_{REF} = 2.3V \tag{2}$$

$$V_{21} = 0.95V_F. \text{ và } I_{MAX} = 0.25 \frac{V}{R_S} \tag{3}$$

Từ (1), (2), (3) ta tìm được giá trị các điện trở R_A, R_B, R_C và R_S cho mạch nạp acquy.

3.3. Mô tả máy chủ và trang web

Tất cả các thông tin giám sát sẽ được gửi đến máy chủ

thông qua hệ thống 3G / GPRS. Sử dụng *vvtsmart.com* làm hosting. Mọi thông số được đo đạc ở các node sẽ được gửi thông qua host về lưu trữ tại database nằm trên hosting. Website (online) sẽ lấy dữ liệu từ database trên hosting hiển thị thành bảng thông số, đồ thị động, maps... để tiện cho việc giám sát, theo dõi biến động.

3.4. Hệ thống cảnh báo.

Hệ thống cảnh báo sẽ tận dụng chức năng SMS, CALL của Sim808 và API gửi EMAIL của hosting. Cảnh báo được gửi đi khi có sự biến động bất thường của bất kỳ thông số nào đó vượt ngưỡng cài đặt sẵn. Tùy theo từng loại tham số mà có ngưỡng tương ứng khác nhau. Có 3 mức cảnh báo:

Normal: màu xanh tức các thông số ở ngưỡng cho phép.

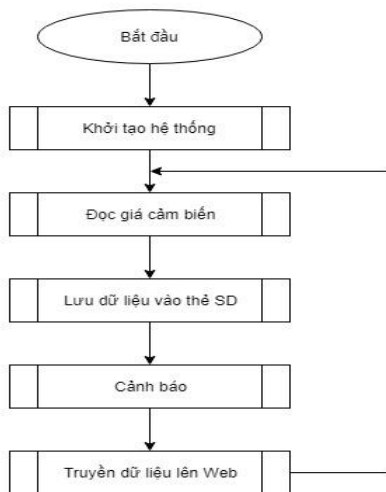
Warning: màu vàng cảnh báo ở mức độ trung bình.

Danger: màu đỏ cảnh báo mức độ nghiêm trọng.

Ba mức độ cảnh báo này được hiển thị trực tiếp trên giao diện web người dùng, thuộc tính color của marker. Đồng thời ứng với từng mức cảnh báo như trung bình thì Webserver sẽ gửi email và Sim sẽ gửi tin nhắn cho người giám sát với thông tin các thông số vượt ngưỡng. Với mức độ nghiêm trọng hệ thống sẽ gọi điện đến các số đã qui định sẵn để kịp thời xử lý.

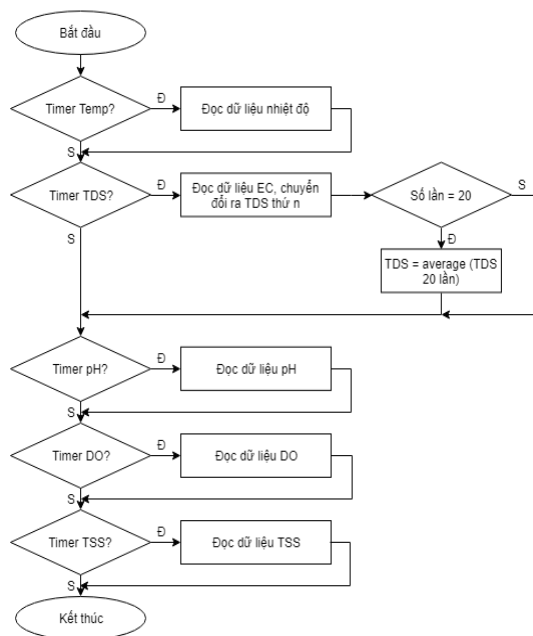
3.5. Chương trình điều khiển

Lưu đồ thuật toán chương trình chính Hình 6, đầu tiên chương trình sẽ khởi tạo tất cả các module cảm biến (DS18B20, DS1307, pH, DO, TSS, TDS), các module chức năng (module Sim808: GSM, GPS; module thẻ nhớ SD card), cấu hình chân đọc analog, timer, ngắt RDA (nhận dữ liệu sim); sau khi khởi tạo chương trình sẽ vào vòng lặp vô hạn: đọc giá trị cảm biến, lưu dữ liệu vào thẻ SD, xử lý cảnh báo, truyền dữ liệu lên web.



Hình 6. Lưu đồ thuật toán khởi tạo hệ thống

Chương trình đọc giá trị cảm biến Hình 7 dùng bộ timer của PIC để định thời gian đọc dữ liệu, tương ứng mỗi cảm biến đến định kỳ sẽ được gọi tới để xử lý và đọc giá trị hoàn toàn tương tự phương pháp sử dụng hệ điều hành thời gian thực RTOS (Real-Time Operating System) trên nền tảng của PIC. Riêng việc đo TDS cần lặp lại số lần đo 20 lần để tìm giá trị chính xác.



Hình 7. Lưu đồ thuật toán đọc các thông số cảm biến

4. Kết quả nghiên cứu và thực nghiệm

4.1. Hệ thống sau khi hoàn thiện

Hệ thống thực hiện như Hình 8 với 3 node mạng cảm biến không dây gồm: node mạng thứ nhất có thể thả nổi trên mặt nước (ao, hồ, sông...), node mạng thứ hai có thể đặt tại vị trí cố định (kênh, cống thoát, bờ hồ...) và node thứ 3 là node trung tâm thu thập dữ liệu từ các node cảm biến truyền về và truyền lên webserver.



Hình 8. Hệ thống sau khi hoàn thiện

ID	TEMP (°C)	TDS (ppm)	PH	DO (%)	TURB (%)	TIME
668	25.5	35.5	7.1	14.7	0.9	2018-05-28 10:53:18
667	27.5	32.5	7.2	13.7	0.8	2018-05-28 10:52:33
666	28.5	33.5	7.3	14.8	0.4	2018-05-28 10:51:51
665	28	35	7.2	15.5	0.4	2018-05-28 10:51:07
664	26	35	7.2	14.2	0.3	2018-05-28 10:50:34

Position:	Latitude	Longitude
	16.075413	108.163155

Temperature (°C)	Humidity (%)	Signal Quality	Supply (V)
28.5	85.5	23	13.7

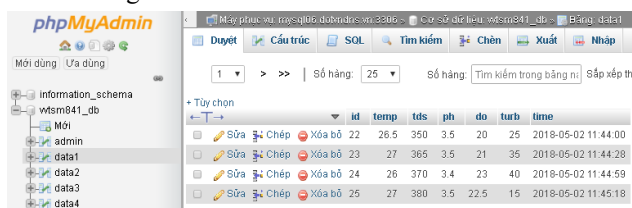
Hình 9. Giao diện kênh giám sát

Hình 9 là Giao diện website giám sát theo link *vvtsmart.com* bao gồm: Trang chủ (home) và các trang quản lý cho từng trạm đo, các giá trị được quản lý trên website bao gồm: Nhiệt độ, TDS, pH, DO, TSS (Turb), TIME, Latitude, Longitude, Nhiệt độ không khí, Độ ẩm

không khí, Chất lượng sóng tín hiệu và Nguồn cấp.

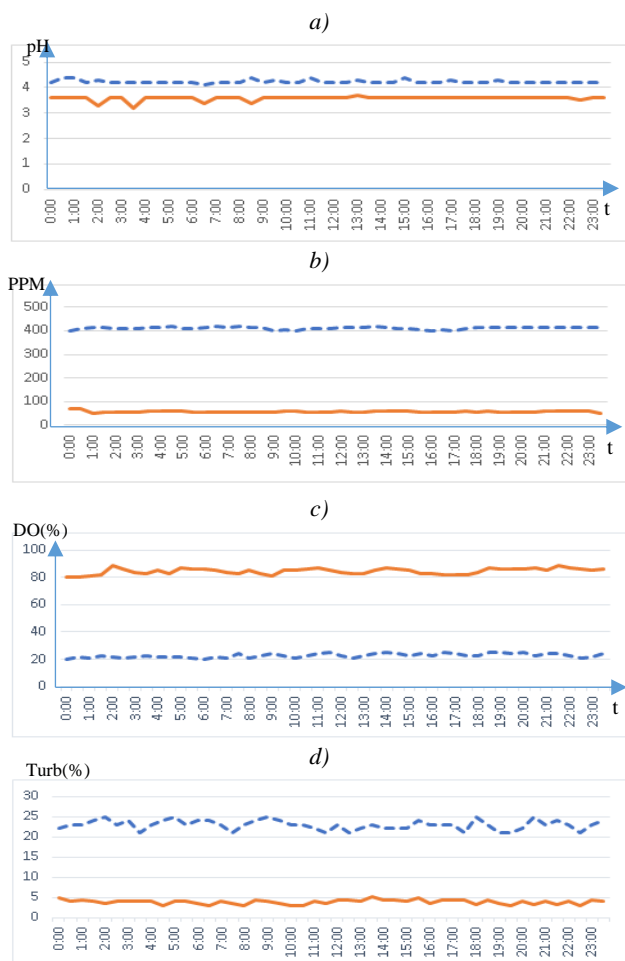
4.2. Kết quả đo thực nghiệm tại một số trạm đo

Hệ thống đề xuất được phát triển thành công với phần cứng, phần mềm theo kiến trúc được đề xuất. Dữ liệu được truyền về đều đặn, không có lỗi và với độ trễ nhỏ. Hệ thống đã được thử nghiệm bằng cách đặt node cảm biến 1 đo tại hồ Hòa Minh (gần bệnh viện Ung bướu Đà Nẵng), node cảm biến 2 đặt tại hồ khu F và node trung tâm đặt tại Khu C trong khuôn viên Trường Đại học Bách khoa - Đại học Đà Nẵng, khoảng cách của node 1 đến node trung tâm là 2.5km và node 2 đến node trung tâm là 700m. Hệ thống hoạt động liên tục trong 10 ngày, cứ 29 phút node trung tâm sẽ gửi địa chỉ yêu cầu các node cảm biến gửi dữ liệu và định kỳ 30 phút truyền dữ liệu về server 1 lần, kết quả được lưu trữ trong database như Hình 10.



Tùy chọn	id	temp	tds	ph	do	turb	time
Sửa Chép Xóa bỏ	22	26.5	350	3.5	20	25	2018-05-02 11:44:00
Sửa Chép Xóa bỏ	23	27	365	3.5	21	35	2018-05-02 11:44:28
Sửa Chép Xóa bỏ	24	26	370	3.4	23	40	2018-05-02 11:44:59
Sửa Chép Xóa bỏ	25	27	380	3.5	22.5	15	2018-05-02 11:45:18

Hình 10. Database node cảm biến 1



Hình 11. Giá trị đo tại node 1 nét đứt và node 2 nét liền, a) pH, b) TDS (PPM), c) DO(%), d) Turb (%)

Theo Hình 11, kết quả đo được trích trong 1 ngày ngẫu nhiên trong database, thông số truyền về server liên tục, không bị mất gói tin, giá trị đo ổn định với từng tham

số, diễn hình với tham số pH tại thời điểm 3h30 giá trị biến độ lớn nhất là 0.3, còn lại giá trị gần như ổn định. Điều này được lý giải do ta đặt các node đo tại các hồ không có nước đối lưu và không có mưa, riêng với tham số độ đục giá trị có phần kém ổn định hơn vì nguyên nhân cảm biến độ đục dựa trên sự phản xạ của ánh sáng hồng ngoại nên sự chuyển động của nước sẽ làm giá trị cảm biến thay đổi.

Xét tại node 1 đường nét đứt, đối sánh với Bảng 1 và 2 ta thấy rằng pH, nồng độ Oxy hòa tan và độ đục là thấp, còn độ dẫn điện TDS khá cao, có thể kết luận nước bị ô nhiễm, mức cảnh báo Warning, hệ thống sẽ gửi thông báo cảnh báo tới người quản lý, đồng thời trên giao diện website sẽ hiển thị thuộc tính màu Vàng cũng như dòng thông báo tình trạng ô nhiễm của nguồn nước trong hồ, mục đích cung cấp cho người dân hay các nhà nghiên cứu biết được tình trạng ô nhiễm của khu vực này để tránh, từ đó họ có thể đề xuất cơ quan quản lý tìm biện pháp cải thiện. Node 2 chỉ có nồng độ pH tương đối thấp còn các tham số khác trong khoảng cho phép, cần có biện pháp cải thiện pH để đảm bảo môi trường sống cho các sinh vật.

Từ kết quả đo trên, sẽ giúp cho người quản lý hay các chuyên gia có số liệu thống kê đầy đủ mức độ ô nhiễm của nguồn nước nơi đặt trạm đo, từ đó đưa ra kiến nghị đến các cơ quan quản lý tìm biện pháp khắc phục tình trạng ô nhiễm, điều này mang ý nghĩa quan trọng trong việc bảo vệ và duy trì môi trường nước sạch, thân thiện môi trường, đảm bảo sự sống của mọi sinh vật.

5. Kết luận

Hệ thống quan trắc mức độ ô nhiễm môi trường nước đã hoàn thành các nút mạng cảm biến không dây dựa trên công nghệ LoRa và xử lý số liệu truyền về Webserver để người dùng có thể giám sát và nhận các cảnh báo thông qua SMS và Email. Các nút mạng cảm biến không dây (trạm đo) có thể đo được các thông số: độ dẫn điện (EC), nhiệt độ, mức độ đục, nồng độ chất rắn hòa tan (TDS), nồng độ pH và DO. Đây là các thông số quan trọng trong việc giám sát chất lượng nguồn nước, từ đó đối sánh với giá trị chuẩn để đưa ra các kết luận mức độ ô nhiễm của nguồn nước nơi hệ thống giám sát, đồng thời cảnh báo cho người quản lý và thông báo rộng rãi đến người dùng khi truy cập website giám sát. Ngoài ra, hệ thống còn cho phép giám sát các giá trị như mức năng lượng cung cấp (Pin, năng lượng mặt trời), chất lượng tín hiệu GSM nhằm giúp quản lý tình trạng của hệ thống theo thời gian thực. Hệ thống hoạt động ổn định, chi phí vận hành thấp, tính linh hoạt cơ động. Hệ thống còn được ứng dụng hiệu quả trong ngành nuôi thủy sản (Tôm, cá...) giúp người nuôi sớm phát hiện các bất thường của nguồn nước nhằm kịp thời xử lý giảm thiểu thiệt hại.

Lời cảm ơn: Bài báo này được tài trợ bởi Trường Đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng với đề tài có mã số T2018-02-51.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] LE X. H., SANKAR, R., KHALID, M., and SUNGYOUNG, L. Public key cryptography-based security scheme for wireless sensor networks in healthcare. *Proceedings of the 4th International Conference on Ubiquitous Information Management and Communication (ICUIMC '10)*. ACM, 2010. References 77.

- [2] SZCZECHOWIAK, P., KARGL, A., COLLIER, M. and SCOTT, M. *On the application of pairing based cryptography to wireless sensor networks. Proceedings of the second ACM conference on Wirelessnetwork security.* ACM, 2009: 1-12.
- [3] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải sinh hoạt, QCVN 14:2008/BTNMT, Hà Nội, 2008.
- [4] Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về nước thải công nghiệp, QCVN 40:2011/BTNMT, Hà Nội, 2011.
- [5] Akhmetov, B., & Aitimov, M. (2015). Data Collection and Analysis Using the Mobile Application for Environmental Monitoring. *Procedia Computer Science*, 56, 532-537.
- [6] Sung, W. T., Chen, J. H., Huang, D. C., & Ju, Y. H. (2014, October). Multisensors realtime data fusion optimization for IoT systems. In *2014 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics (SMC)* (pp. 2299-2304). IEEE.
- [7] Hu, S. (2015, July). *Dynamic monitoring based on wireless sensor networks of IoT.* In *Logistics, Informatics and Service Sciences (LISS)*, 2015 International Conference on (pp. 1-4). IEEE.
- [8] Ferdoush, S., & Li, X. (2014). Wireless sensor network system design using Raspberry Pi and Arduino for environmental monitoring applications. *Procedia Computer Science*, 34, 103-110.
- [9] S. K. Vaddadi, Development of Embedded Wireless Network and Water Quality Measurement Systems for Aquaculture, Sixth Int. Conf. Sens. Technol. Dev., pp. 637641, 2012.
- [10] Eyuel D. Ayele, Chiel Hakkenberg, Jan Pieter Meijers, Kyle Zhang, Nirvana Meratnia, Paul J.M. Havinga, *Performance Analysis of LoRa Radio for an Indoor IoT Application, 2017 International Conference on Internet of Things for the Global Community (IoTGC)*, 10-13 July 2017.
- [11] Phí Thị Thu, *Phân tích và đánh giá hiệu năng mạng vô tuyến công suất thấp cự ly xa LPWAN*, Học viện công nghệ bưu chính viễn thông, Năm 2017.
- [12] Noreen, U., Bounceur, A., & Clavier, L. (2017). A study of LoRa low power and wide area network technology. *2017 International Conference on Advanced Technologies for Signal and Image Processing (ATSIP)*. doi:10.1109/atsip.2017.8075570.

(BBT nhận bài: 23/11/2018, hoàn tất thủ tục phản biện: 22/01/2019)