

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG QUẢN LÝ NÔNG TRẠI, ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ IoT

Hồ Ngọc Tiên¹, Trần Thu Hà¹, Nguyễn Phúc Lộc¹

¹ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật TP.HCM

Email: ngoctienspk11@gmail.com

Tóm tắt

Bài báo trình bày tóm tắt nội dung nghiên cứu và thiết kế hệ thống nông trại thông minh ứng dụng công nghệ IoT. Đề tài này tập trung nghiên cứu phương pháp thu thập dữ liệu từ các cảm biến môi trường, tổng hợp, lưu trữ và gửi dữ liệu lên server. Đề tài ứng dụng logic mờ để đưa ra lời khuyên cho người nông dân dựa trên các thông số thu thập được. Một số thuật toán lựa chọn và lọc dữ liệu được ứng dụng để sần lọc và tiết kiệm dung lượng dữ liệu cần truyền.

Luận văn thực nghiệm trên phần cứng tự thiết kế, bao gồm các thiết bị thu dữ liệu, bộ điều khiển trung tâm cùng các phần mềm hỗ trợ cài đặt và theo dõi các chỉ số. Logic mờ được mô phỏng trên Matlab và lập trình lên vi điều khiển STM32F107 bằng trình biên dịch Keil C. Việc lập trình thuật toán logic mờ lên vi điều khiển là khởi đầu cho quá trình nhúng các thuật toán phức tạp hơn lên nền tảng MCU 32 bit.

Abstract

This paper presents research content and design smart farm system using Internet-of-Thing (IoT) technology. This thesis focused on methods of collecting data from environmental sensors, synthesize, store and send data to the server. This paper applies the Fuzzy logic to give advice to farmers based on the data collected. Several algorithms for selecting and filtering data are used to eliminate unnecessary data and save data storage during transmission.

This thesis is performed on self-designed hardware, including Node (the data acquisition devices), Gateway (the central controller), and software for setting and monitoring indicators. Fuzzy logic is simulated on Matlab software and programmed on STM32F107 microcontroller with Keil-C compiler. Fuzzy logic programming on microcontrollers is the beginning of the process of embedding more complex algorithms on 32-bit MCU platforms.

Keywords

Internet of Things (IoT); Fuzzy Logic; Gateway; Node.

Chữ viết tắt

IoT	Internet of Things
LoRa	Long Range
MCU	Micro Control Unit
MF	Membership Function

1. Giới thiệu

Trong bối cảnh nhu cầu xã hội về lương thực, thực phẩm tăng cao, chất lượng lương thực, thực phẩm đang đi xuống, diện tích đất trồng đang thu hẹp dần. Tận dụng những khoảng đất trống, cùng với sự kết hợp của công nghệ thông minh sẽ tạo ra sản lượng lương thực thực phẩm lớn mà không tốn quá nhiều chi phí nhân công. Trên thế giới đã có nhiều nghiên cứu chuyên sâu về hệ thống trang trại thông minh. Họ đã ứng dụng khoa học kỹ thuật tiên tiến, hệ thống giám sát môi trường, điều khiển tự động và có sự hỗ trợ của robot. Ở Việt Nam, các mô hình trang trại ở Đà Lạt bước đầu triển khai theo mô hình này và thu kết quả khả quan. Với sự phát triển của Internet, smartphone và đặc biệt là các thiết bị cảm biến, Internet of Things (IoT) đang trở

thành xu hướng mới của thế giới. Mô hình trang trại thông minh ứng dụng IoT đang hình thành và phát triển nhanh chóng.

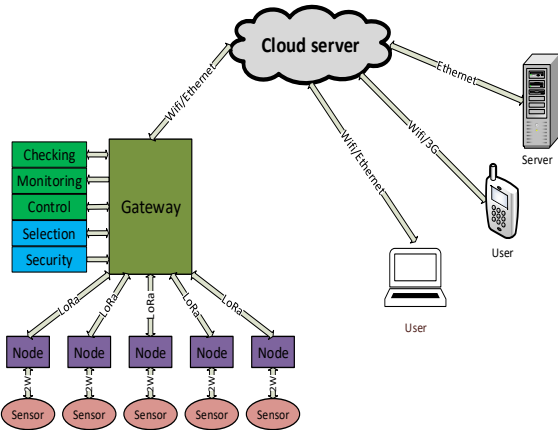
Cùng với sự phát triển mạnh của nhu cầu thực phẩm sạch, giá thành cạnh tranh và sự bùng nổ của công nghệ thì đề tài Nông trại thông minh đang được xem là có dư địa phát triển rất lớn. Các mô hình quản lý nông trại tiên tiến đang hình thành trên khắp thế giới. Đối với Việt Nam, đây là thời điểm thích hợp để phát triển giải pháp này. Trong tương lai, nông trại ứng dụng công nghệ sẽ là một xu hướng mới cho nền nông nghiệp hiện đại. Từ những vấn đề trên, đề xuất nghiên cứu, thiết kế hệ thống quản lý nông trại, ứng dụng công nghệ IoT. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm cũng được trình bày khá cụ thể trong bài báo.

2. Thiết kế hệ thống

2.1 Hệ thống quản lý nông trại

Hệ thống quản lý nông trại bao gồm năm thành phần cơ bản: Cảm biến, Node, Gateway, Server và dịch vụ, giải pháp[1]. Các thành phần được kết nối với nhau để

truyền dữ liệu từ cảm biến lên server. Người dùng truy cập server để theo dõi, giám sát và điều khiển hoạt động của hệ thống. Cụ thể được trình bày trong hình 1:



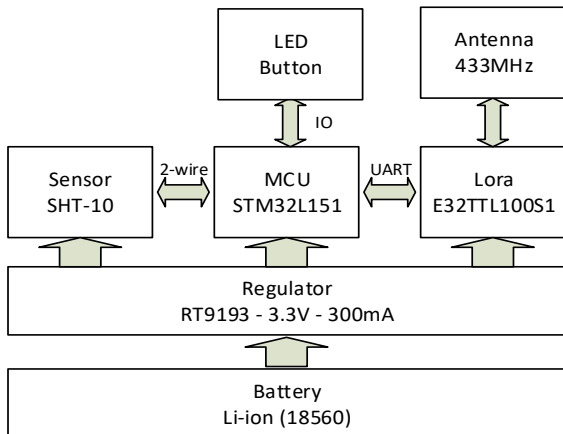
Hình 1: Sơ đồ hệ thống quản lý nông trại

2.1.1 Cảm biến

Các cảm biến được kết nối với Node để thu thập các thông số nhiệt độ và độ ẩm trong nông trại. Các dữ liệu này được Node tổng hợp và gửi lên Gateway.

2.1.2 Node

Node là thành phần cơ bản của hệ thống IoT. Trong một hệ thống quản lý dữ liệu của Gateway có thể có vài chục đến hàng trăm Node. Mỗi Node quản lý hàng chục cảm biến khác nhau. Trong bài báo này, tác giả kết nối mỗi Node một cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm. Sơ đồ khối như sau (hình 1)



Hình 2: Sơ đồ khối của Node

Các Node truyền dữ liệu lên Gateway thông qua chuẩn giao tiếp LoRa tần số 433 MHz với khoảng cách lên đến 3000 mét.

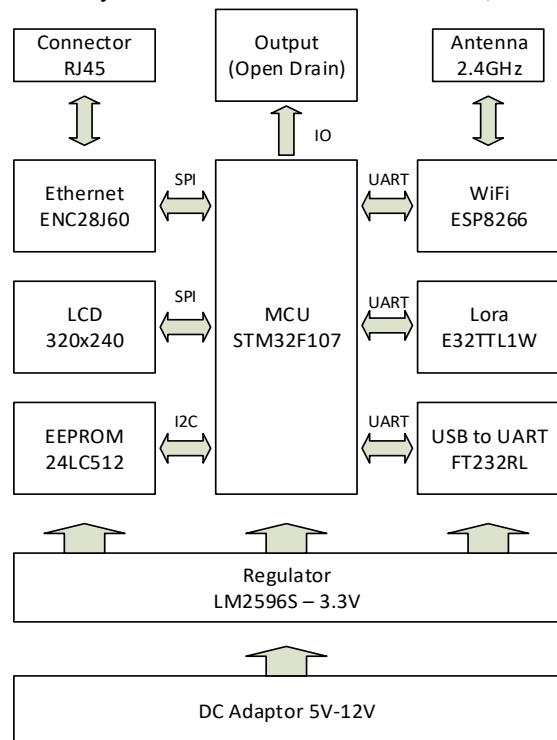
2.1.3 Gateway

Gateway có vai trò quan trọng trong hệ thống IoT. Việc kết nối internet sử dụng gateway đem lại nhiều lợi ích:

- Tiết kiệm dung lượng: Gateway có vai trò thu thập dữ liệu từ các node gửi lên. Sau đó phân tích, tổng hợp dữ liệu và gửi lên cloud. Dữ liệu sau khi phân tích và tổng hợp sẽ có dung lượng giảm đi đáng kể so với dữ liệu từ các node.

- Tránh mất dữ liệu: Khi các node yêu cầu server gửi và nhận dữ liệu cùng lúc thì khả năng server sẽ không đáp ứng được số lượng lớn như vậy. Đó chính là nguyên nhân gây ra tình trạng mất dữ liệu hoặc không nhận được phản hồi từ server.
- Lựa chọn dữ liệu: Khi tất cả các cảm biến gửi trực tiếp lên cloud, dữ liệu không được lựa chọn, sần lọc. Có những dữ liệu không cần thiết mà vẫn được gửi đi. Tuy nhiên, khi sử dụng gate, dữ liệu sẽ được kiểm soát, sần lọc[2] kỹ trước khi gửi. Đó là lý do gateway tiết kiệm dung lượng.
- Đóng gói dữ liệu: Dữ liệu sau khi lựa chọn, sần lọc sẽ được đóng gói và gửi đi, tránh tình trạng mất dữ liệu.
- Xử lý BigData: Khi hệ thống có lượng cảm biến đủ lớn thì vấn đề BigData sẽ được Gateway xử lý tốt hơn. Các thuật toán về lọc và nén dữ liệu được áp dụng để giảm dung lượng lưu trữ, hạn chế mở rộng trang thiết bị lưu trữ.

Gateway được thiết kế theo sơ đồ khối sau (hình 3):



Hình 3: Sơ đồ khối của Gateway

2.1.4 Server

Server lưu trữ toàn bộ dữ liệu từ Gateway gửi lên để người dùng có thể truy cập ở bất kỳ đâu có kết nối internet. Hiện nay, người lập trình có thể tự tạo cho mình một server riêng hoặc sử dụng server của một số nhà cung cấp có sẵn trên thị trường. Trong đề tài này, tác giả sử dụng server của Google là Firebase.

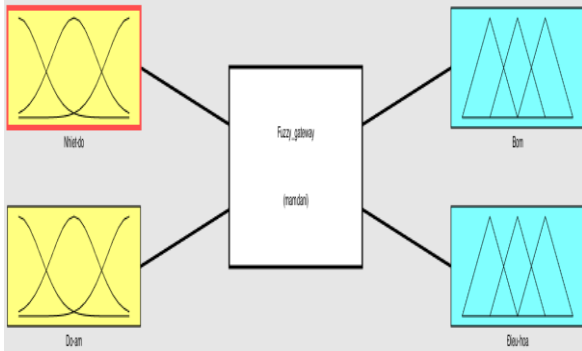
2.1.5 Dịch vụ và giải pháp

Trên cơ sở những dữ liệu nhận được trên server, ta có thể phát triển các ứng dụng, dịch vụ hay giải pháp

theo dõi, giám sát, điều khiển[3] hệ thống quản lý một cách thuận lợi nhất, sử dụng dễ dàng và thân thiện. Ví dụ như ứng dụng trên nền tảng hệ điều hành Android, iOS, Windows Phone... hoặc trên nền tảng web bằng ngôn ngữ lập trình Java.

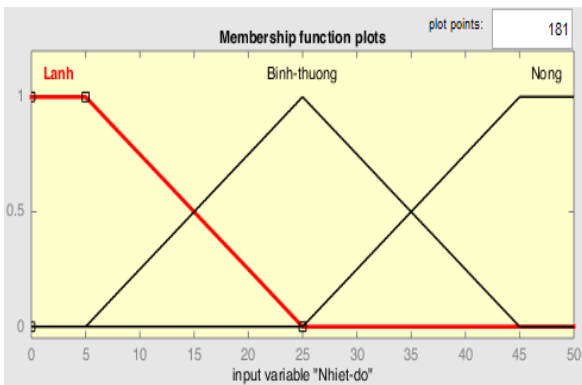
2.2 Thiết kế bộ điều khiển fuzzy

Bộ điều khiển fuzzy có hai ngõ vào: nhiệt độ và độ ẩm(thấp, vừa, cao); hai ngõ ra: hoạt động của điều hòa và bơm (ít, vừa, nhiều) [4]được trình bày trong hình 1:

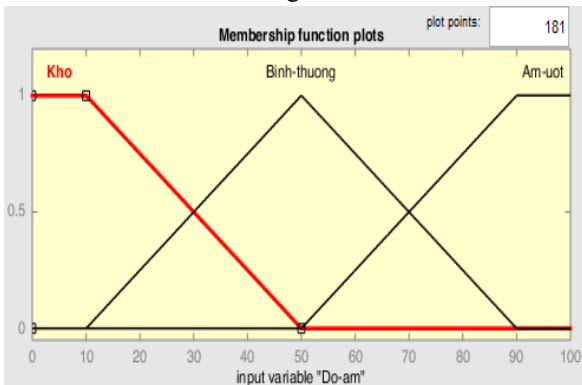


Hình 4: Ngõ vào và ngõ ra bộ điều khiển

Ngõ vào nhiệt độ, độ ẩm để kiểm soát hoạt động của bơm và điều hòa. Khi nhiệt độ, độ ẩm thay đổi thì hệ thống điều khiển bơm và điều hòa hoạt động để đáp ứng thông số tốt nhất cho sự phát triển của cây trồng. Hàm MF cho ngõ vào nhiệt độ và độ ẩm được trình bày ở hình 2 và hình 3.

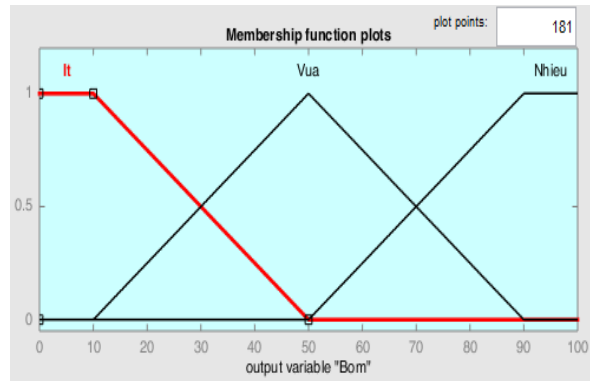


Hình 5: MF ngõ vào nhiệt độ

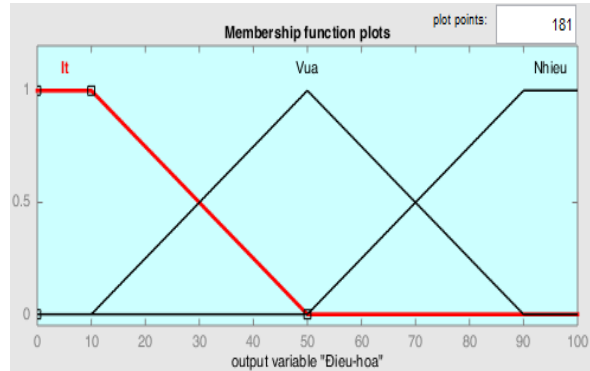


Hình 6: MF ngõ vào độ ẩm

Hai hàm MF ngõ ra: hoạt động của bơm và điều hòa được trình bày ở hình 4 và hình 5



Hình 7: Hàm MF ngõ ra bơm



Hình 8: Hàm MF ngõ ra điều hòa

Bảng luật:

Bảng luật được xây dựng theo công thức m^n là:

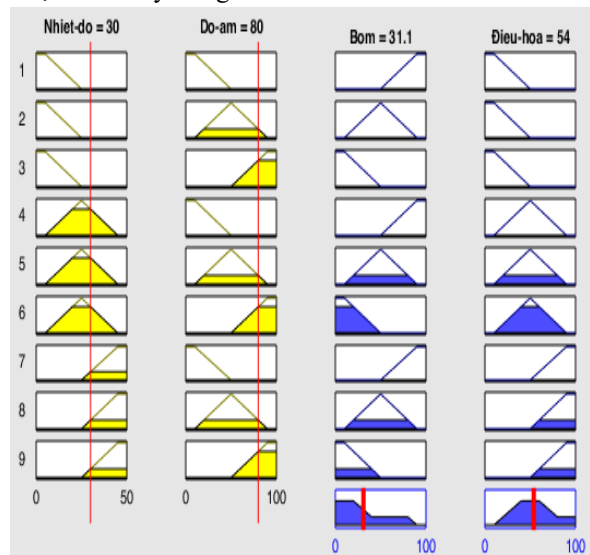
Số luật = m^n

m : số hàm MF

n : số ngõ vào

Do đó, số luật là $3^2 = 9$

Vì vậy, có chín luật được xác định theo quy tắc AND, được trình bày trong hình 6:



Hình 9: Rule viewer

Ngõ ra được tính bằng công thức Center of Gravity:

$$COG = \frac{\int_a^b \mu(t)tdt}{\int_a^b \mu(t)dt} \quad (2.1)$$

2.3 Tính toán điểm sương

Điểm sương của một khối không khí, ở áp suất khí quyển cố định, là nhiệt độ mà ở đó thành phần hơi nước trong khối không khí ngưng đọng thành nước lỏng. Nói cách khác, điểm sương là nhiệt độ mà độ ẩm tương đối của khối không khí đạt đến 100%. Điểm sương xác định độ ẩm tương đối. Khi độ ẩm tương đối cao, điểm sương gần với nhiệt độ hiện tại của không khí. Nếu độ ẩm tương đối là 100%, điểm sương sẽ bằng hoặc cao hơn nhiệt độ không khí lúc đó. Nếu độ ẩm tương đối giảm điểm sương sẽ thấp hơn đối với cùng một nhiệt độ của khối không khí[5].

Các thông số tính toán điểm sương như sau:

+ Áp suất hơi nước bão hòa (saturation water vapour pressure):

$$P_{ws} = A \cdot 10^{\left(\frac{mT}{T+T_n}\right)} \text{ (hPa)} \quad (2.2)$$

Trong đó:

- T là nhiệt độ môi trường xung quanh (°C)
- A, m, T_n là hằng số cho trong bảng 1
- hPa là đơn vị đo áp suất, 1hPa = 100Pa

Bảng 1: Hằng số tính toán điểm sương

	A	m	T _n	Sai số	Giới hạn nhiệt độ
Nước	6.1164	7.5913	240.7263	0.083%	-20→50°C
	6.0049	7.3379	229.3975	0.017%	50→100°C
	5.8565	7.2773	225.1033	0.003%	100→150°C
	6.0028	7.2903	227.1704	0.007%	150→200°C
Băng	6.1147	9.7787	273.1466	0.052%	-70→0°C

+ Áp suất hơi nước (water vapour pressure):

$$P_w = P_{ws} \times \frac{RH}{100} \text{ (hPa)} \quad (2.3)$$

Trong đó:

- RH là độ ẩm tương đối của không khí (%)
- P_{ws} là áp suất hơi nước bão hòa (hPa)

+ Tính điểm sương:

$$T_d = \left[\frac{T_n}{\log\left(\frac{P_w}{A}\right) + 1} \right] \text{ (°C)} \quad (2.4)$$

Trong đó: A, m, T_n là hằng số cho trong bảng 3.5

3. Nguyên lý hoạt động của hệ thống

Bước 1: Đọc dữ liệu cảm biến

Các cảm biến kết nối với Node qua chuẩn giao tiếp 2-wire. Dữ liệu được gửi lên Node.

Bước 2: Node tập hợp dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm, dung lượng pin theo đúng định dạng, tính CRC rồi gửi lên Gateway. Nếu không nhận được xác nhận từ Gateway sẽ gửi ở lần tiếp theo. Dữ liệu vào trước sẽ được gửi trước.

Bước 3: Gateway nhận được dữ liệu sẽ tính lại CRC. Nếu sai sẽ yêu cầu Node gửi lại. Trường hợp mất dữ liệu sẽ chờ Node gửi lần kế tiếp.

Bước 4: Lưu trữ dữ liệu

Gateway tiến hành nén dữ liệu. Dữ liệu từ các Node gửi lên là dữ liệu thời gian thực. Gateway lưu trữ ở dạng dữ liệu trung bình hằng giờ, hằng ngày, hằng tháng và hằng năm, cùng với đó là dữ liệu lớn nhất và nhỏ nhất của từng giờ, từng ngày, từng tháng và từng năm của từng cảm biến.

Bước 5: Gửi dữ liệu thời gian thực lên server.

Bước 6: Tính toán fuzzy logic

Giả sử ngõ vào và ngõ ra mô phỏng được cho giá trị như sau:

Nhiệt độ: 30°C Độ ẩm: 80%

Bơm: 31.1% Điều hòa: 54%

Ngõ vào 1, nhiệt độ $\mu_{\text{bình thường}}$ và $\mu_{\text{nóng}}$

$$\mu_{\text{bình thường}} = \frac{-30}{20} + \frac{9}{4} = 0.75$$

$$\mu_{\text{nóng}} = \frac{30}{20} - \frac{5}{4} = 0.25$$

Ngõ vào 2, độ ẩm $\mu_{\text{bình thường}}$ và $\mu_{\text{âm ướt}}$

$$\mu_{\text{bình thường}} = \frac{-80}{40} + \frac{9}{4} = 0.25$$

$$\mu_{\text{âm ướt}} = \frac{80}{40} - \frac{5}{4} = 0.75$$

Căn cứ theo bảng luật hình 7 thiết lập bảng sau:

Bảng 2: Giá trị khi đối chiếu bảng luật

Luật	MF	Giá trị
R1	$\mu_{\text{bình thường}} \& \mu_{\text{bình thường}}$	0.25
R2	$\mu_{\text{bình thường}} \& \mu_{\text{âm ướt}}$	0.75
R3	$\mu_{\text{nóng}} \& \mu_{\text{bình thường}}$	0.25
R4	$\mu_{\text{nóng}} \& \mu_{\text{âm ướt}}$	0.25

Áp dụng công thức 2.1:

Ngõ ra bơm:

$$\int_0^{90} \mu(t)tdt = \int_0^{20} 0.75tdt + \int_{20}^{40} \left(\frac{-t}{40} + \frac{5}{4}\right)tdt + \int_{40}^{80} 0.25tdt + \int_{80}^{90} \left(\frac{-t}{40} + \frac{9}{4}\right)tdt$$

$$\int_0^{90} \mu(t) dt = 150 + \frac{850}{3} + 600 + \frac{625}{6} = \frac{2275}{2}$$

$$\int_0^{90} \mu(t) dt = \int_0^{20} 0.75 dt + \int_{20}^{40} \left(\frac{-t}{40} + \frac{5}{4}\right) dt + \int_{40}^{80} 0.25 dt + \int_{80}^{90} \left(\frac{-t}{40} + \frac{9}{4}\right) dt$$

$$\int_0^{90} \mu(t) dt = 15 + 10 + 10 + \frac{5}{4} = \frac{145}{4}$$

$$COG1 = \frac{\frac{2275}{2}}{\frac{145}{4}} = 31.3$$

Ngõ ra điều hòa:

$$\int_{10}^{100} \mu(t) dt = \int_{10}^{40} \left(\frac{t}{40} - \frac{1}{4}\right) dt + \int_{40}^{60} 0.75 dt + \int_{60}^{80} \left(\frac{-t}{40} + \frac{9}{4}\right) dt + \int_{80}^{100} 0.25 dt$$

$$\int_{10}^{100} \mu(t) dt = \frac{675}{2} + 750 + \frac{2050}{3} + 450 = \frac{13325}{6}$$

$$\int_{10}^{100} \mu(t) dt = \int_{10}^{40} \left(\frac{t}{40} - \frac{1}{4}\right) dt + \int_{40}^{60} 0.75 dt + \int_{60}^{80} \left(\frac{-t}{40} + \frac{9}{4}\right) dt + \int_{80}^{100} 0.25 dt$$

$$\int_{10}^{100} \mu(t) dt = \frac{45}{4} + 15 + 10 + 5 = \frac{165}{4}$$

$$COG1 = \frac{\frac{13325}{6}}{\frac{165}{4}} = 53.83$$

Bước 7: Tính toán điểm sương

Giả sử ngõ vào và ngõ ra mô phỏng được cho giá trị như sau:

Nhiệt độ: 30°C Độ ẩm: 80%

Bơm: 31.1% Điều hòa: 54%

Áp dụng công thức 2.2

$$P_{ws} = 6.1164 * 10^{\left(\frac{7.5913 * 30}{30 + 240.7263}\right)}$$

$$P_{ws} = 42.433689 \text{ (hPa)}$$

Theo công thức 2.3:

$$P_w = 42.433689 * \frac{80}{100}$$

$$P_w = 33.9469 \text{ (hPa)}$$

Tính điểm sương bằng công thức 2.4:

$$T_d = \frac{240.7263}{\left[\log\left(\frac{7.5913}{33.9469}\right) - 1\right]}$$

$$T_d = 26^\circ\text{C}$$

Bước 8: Điều khiển hệ thống

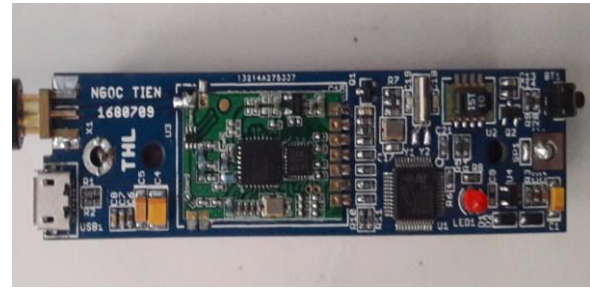
Trên những giá trị tính toán được, Gateway tiến hành phân tích và đưa ra những gợi ý cho người dùng. Ví dụ: đối với giá trị nhiệt độ 30°C và độ ẩm 80% như trên, Gateway tính được giá trị của hai ngõ ra là 31.3 và 53.83. Căn cứ vào đó cho thấy, nhu cầu nước tưới của cây trồng giảm đi, chỉ còn hơn 30% so với lượng nước cần thiết để cây sinh trưởng, phát triển và nhiệt độ vừa đủ nên điều hòa hoạt động 50% công suất.

Qua tính toán điểm sương cũng cho thấy, nhiệt độ cần thiết để ngưng tụ hơi nước cũng gần với nhiệt độ tại thời điểm đo hơn (26°C). Tính toán này cho phép điều chỉnh nhiệt độ để đảm bảo độ ẩm cho những cây cần môi trường ẩm ướt mà không cần phải điều chỉnh độ ẩm.

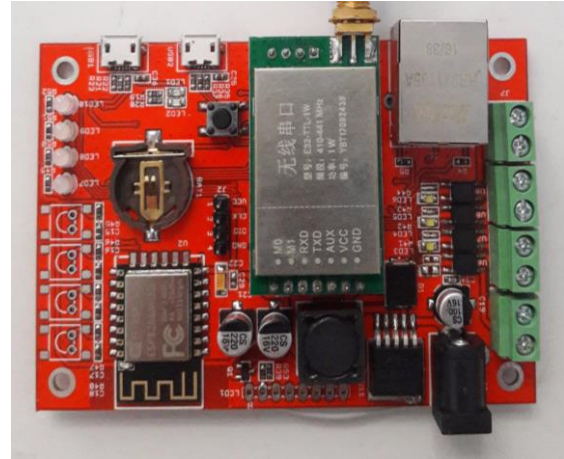
4. Kết quả mô phỏng và thực nghiệm

4.1 Kết quả thiết kế

Phần cứng của Node và Gateway đã được thi công hoàn thiện và hoạt động ổn định. Hình ảnh được trình bày ở hình 6 và hình 7.



Hình 10: Phần cứng của Node

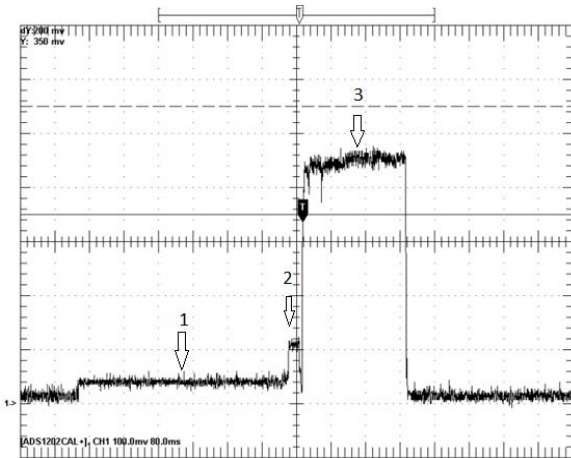


Hình 11: Phần cứng Gateway

Kết quả tiêu thụ điện năng của Node được trình bày ở hình 8. Chu kỳ hoạt động của Node được chia thành 4 giai đoạn.

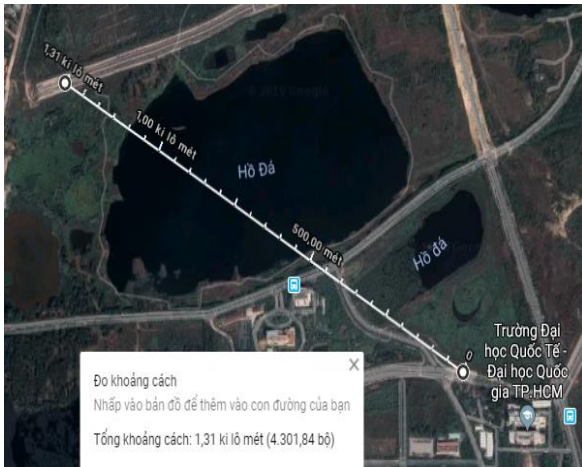
- Giai đoạn 1: Thức giấc. Node khi không hoạt động sẽ rơi vào trạng thái ngủ để tiết kiệm năng lượng. Khi đến chu kỳ hoạt động, hệ thống sẽ đánh thức để bắt đầu hoạt động. Thời gian khoảng 400 ms.

- Giai đoạn 2: Đọc giá trị cảm biến. Sau khi thức dậy, Node sẽ tiến hành đọc giá trị cảm biến. Thời gian khoảng 30ms.
- Giai đoạn 3: Gửi dữ liệu lên Gateway. Đây là giai đoạn tiêu thụ năng lượng nhiều nhất với dòng tiêu thụ khoảng 110 mA trong khoảng thời gian 240 ms. Kết quả đo đạc với chu kỳ phát mỗi phút như sau:
 - Dòng tiêu thụ trung bình: 620 μ A
 - Dòng tiêu thụ tối đa: 110mA
 - Dòng tiêu thụ tối thiểu: 90 μ A



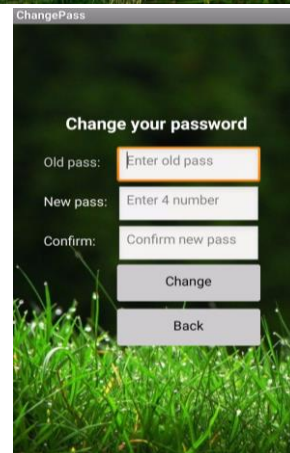
Hình 12: Biểu đồ tiêu thụ điện năng của Node

Khoảng cách truyền dữ liệu: Theo thông số nhà sản xuất, module LoRa có thể truyền được khoảng cách tối đa lên đến 3000m. Khi thử nghiệm thực tế, thiết bị có thể truyền dữ liệu tới gateway ở khoảng cách 1300m (hình 10).

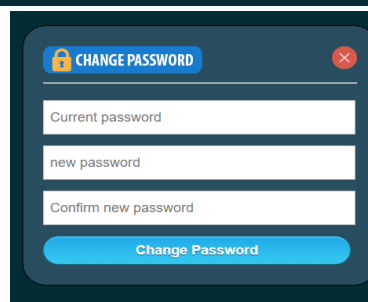
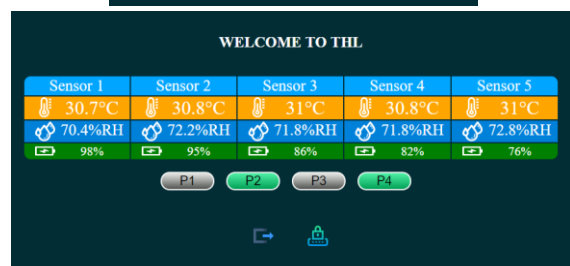
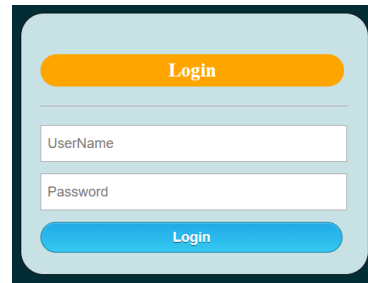


Hình 13: Khoảng cách truyền dữ liệu thực tế

Các ứng dụng giám sát và điều khiển trên Android và web đã được phát triển. Giao diện được thể hiện trong hình 14 và hình 15. Ứng dụng có thể theo dõi các chỉ số nhiệt độ, độ ẩm, dung lượng pin của Node; điều khiển hệ thống tưới tiêu, điều hòa để đảm bảo các thông số luôn ở giá trị mong muốn.



Hình 14: Giao diện ứng dụng Android



Hình 15: Giao diện ứng dụng web

So với kết quả của điều khiển theo hai mức bật – tắt thì kết quả của luận văn tối ưu hơn vì dùng fuzzy logic cho kết quả tính toán giống tư duy của con người. Qua fuzzy logic, ta có kết quả theo từng khoảng khác nhau và ứng dụng nó để đưa ra các lời khuyên cho người dùng một cách chính xác, tiến tới là điều khiển tự động hoàn toàn hệ thống.

4.2 Kết quả tính toán

Kết quả mô phỏng Matlab và kết quả tính toán thực tế trên Gateway được trình bày trong bảng 2:

Bảng 3: So sánh kết quả mô phỏng và thực tế

Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Mô phỏng		Thực tế		Sai lệch (%)	
		Bơm	Điều hòa	Bơm	Điều hòa	Bơm	Điều hòa
24	40	54	49.3	53.83	49.35	-0.16	0.05
26	40	54	50.7	53.83	50.64	-0.16	-0.05
28	40	54	52.2	53.83	52.14	-0.16	-0.05
30	40	54	54	53.83	53.83	-0.16	-0.16
32	40	54.2	56.1	54.07	55.94	-0.12	-0.15
34	40	54.6	58.6	54.44	58.41	-0.15	-0.19
24	60	46	49.3	46.16	49.35	0.16	0.05
26	60	46	50.7	46.16	50.64	0.16	-0.05
28	60	46	52.2	46.16	52.14	0.16	-0.05
30	60	46	54	46.16	53.83	0.16	-0.16
32	60	45.8	56.1	45.92	55.94	0.12	-0.15
34	60	45.4	58.6	45.55	58.41	0.15	-0.18
24	80	31.1	49.3	31.37	49.35	0.27	0.05
26	80	31.1	50.7	31.37	50.64	0.27	-0.05
28	80	31.1	52.2	31.37	52.14	0.27	-0.05
30	80	31.1	54	31.37	53.83	0.27	-0.16
32	80	32.3	56.1	32.69	55.94	0.39	-0.15
34	80	34	58.6	34.32	58.41	0.32	-0.18

5. Kết luận

Bài báo này đã trình bày quy trình thiết kế và thi công trong hệ thống quản lý nông trại, ứng dụng công nghệ IoT. Các giải thuật tính toán đều được thực hiện trên nền tảng MCU 32 bits, hoạt động ổn định, giá cả phù hợp và hiệu năng khá. Đề tài mang tính ứng dụng cao, có thể áp dụng vào thực tiễn nhằm phát huy tối đa lợi ích mà công nghệ mang lại cho nền nông nghiệp đang trên đà phát triển.

Tài liệu tham khảo

[1] Nanjangud C. Narendra, Karthikeyan Ponnalagu, Srikanth Tamilselvam, Aditya Ghose. "Goal-driven Context-aware Data Filtering in IoT-based Systems". IEEE 18th International Conference on Intelligent Transportation Systems, pp. 2172-2179, 2015.

[2] Meng-Shiuan Pan, Ping-Lin Liu, Yen-Pei Lin. "Event data collection in ZigBee tree-based wireless sensor networks". Computer Networks 73, vol. 73, pp. 142-153, Nov 2014.

[3] Feng Zhang, Min Liu, Zhuo Zhou, Weiming Shen. "An IoT Based Online Monitoring System for Continuous Steel Casting". IEEE Internet Of Things Journal, vol. 3, issue 6, pp. 1355-1363, Dec. 2016.

[4] Zohaib Mushtaq, Syeda Shaima Sani, Khizar Hamed, Amjad Ali, Aitizaz Ali, Syed Muhammad Belal, Abid A. Naqvi. "Automatic Agricultural Land Irrigation System By Fuzzy Logic". International Conference on Information Science and Control Engineering, pp. 871-875, 2016.

[5] Vaisala Oyj. "Calculation formulas for humidity". 2013.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: **Hồ Ngọc Tiến**

Điện thoại: 0938 802 536

Email: ngoctienspk11@gmail.com

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SĨ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn



Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.