

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHO MÔ HÌNH TRỒNG NẤM TẠI NHÀ ỨNG DỤNG IOT

Trịnh Thị Hậu¹, Phan Văn Hải¹, Đỗ Đình Hưng¹

Email: tthau7@hou.edu.vn

Ngày tòa soạn nhận được bài báo: 05/12/2024

Ngày phản biện đánh giá: 16/06/2025

Ngày bài báo được duyệt đăng: 26/06/2025

DOI: 10.59266/houjs.2025.586

Tóm tắt: Ngày nay, nông nghiệp thông minh là một khái niệm được đề cập nhiều trong chuyển đổi số ở lĩnh vực nông nghiệp. Bằng việc ứng dụng các công nghệ tiên tiến như robot, Internet of Things (IoT) hay trí tuệ nhân tạo (AI) vào các hoạt động sản xuất và quản lý nông nghiệp để tối ưu hóa quá trình sản xuất và nâng cao chất lượng sản phẩm. Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung trình bày vào nghiên cứu thiết kế hệ thống điều khiển cho mô hình trồng nấm tại nhà áp dụng công nghệ IoT. Trên cơ sở tìm hiểu, nghiên cứu lý thuyết về hệ thống IoT và điều kiện sinh trưởng phát triển của nấm, nhóm nghiên cứu đã tiến hành phân tích, lựa chọn, kết nối các thiết bị, xây dựng giao diện người dùng và kiểm tra đánh giá hệ thống. Qua kết quả thực nghiệm cho thấy, hệ thống có khả năng thu thập giám sát dữ liệu từ các thiết bị cảm biến một cách liên tục, có khả năng tự động điều chỉnh thiết bị chấp hành để thay đổi thông số môi trường cho phù hợp với yêu cầu. Ngoài ra, hệ thống còn có khả năng giám sát và điều khiển từ xa bằng ứng dụng người dùng thông qua kết nối internet. Hệ thống giúp cho người dùng giảm thiểu được thời gian chăm sóc, người dùng có thể theo dõi và chăm sóc hệ thống từ xa một cách linh hoạt.

Từ khóa: hệ thống điều khiển giám sát ứng dụng IoT, nuôi trồng nấm, IoT trong nông nghiệp

I. Đặt vấn đề

Internet of Things (IoT) hay vạn vật kết nối internet là công nghệ liên quan đến việc kết nối các thiết bị điện tử thông qua Internet, cho phép chúng có thể giao tiếp, thu thập và chia sẻ dữ liệu mà không cần sự tương tác trực tiếp của con người. Công nghệ này hiện đang ứng dụng trong nhiều lĩnh vực như y tế, nông nghiệp, công nghiệp, giao thông vận tải, hệ thống nhà thông

minh... Nông nghiệp thông minh được phát triển trên nền tảng công nghệ IoT cho phép người nông dân nâng cao năng suất và tiết kiệm thời gian chăm sóc, chi phí điện, nước ... thông qua việc giám sát trong tròng trọt, chăn nuôi với sự hỗ trợ của các thiết bị cảm biến như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng từ đó tự động hóa được hệ thống sản xuất (Dhal & cộng sự, 2024; Sudhakara & cộng sự, 2023; Chieochan & cộng sự, 2017).

¹ Trường Đại học Mở Hà Nội

Một trong số các mô hình tiêu biểu trong nông nghiệp ứng dụng thành công IoT đó chính là nhà kính thông minh, mô hình giúp tăng sản lượng các loại thực phẩm như rau, nấm và trái cây. Nấm ăn là một thực phẩm với giá trị dinh dưỡng cao được sử dụng rộng rãi trong các bữa ăn hàng ngày tại các gia đình. Tuy nhiên phần lớn lượng nấm đang cung cấp trên thị trường hiện nay được nhập từ Trung Quốc, chất lượng chưa được đảm bảo do thời gian cần phải bảo quản sau thu hoạch còn lâu. Dựa theo phương thức canh tác, một số giải pháp trồng nấm đang sử dụng phổ biến hiện nay như mô hình nuôi trồng nấm thủ công hay mô hình nuôi trồng nấm sử dụng công nghệ IoT và mạng cảm biến không dây. Nếu như sản phẩm của mô hình nuôi trồng nấm thủ công sản phẩm sẽ tồn tại lâu dài, phụ thuộc nhiều vào người chăm sóc và điều kiện môi trường sẵn có thì với mô hình nuôi trồng nấm sử dụng kết hợp công nghệ IoT và mạng cảm biến không dây có thể khắc phục được nhược điểm của mô hình trên nhằm tự động hóa trong trồng nấm. Mô hình này đang được áp dụng rộng rãi tại Thái Lan, Trung Quốc... (Shakir, 2019; Đăng Nguyên, 2023).

Với mục đích ứng dụng các ưu điểm của công nghệ IoT trong nông nghiệp nêu trên, nhóm nghiên cứu đã thiết kế hệ thống điều khiển cho mô hình trồng nấm phù hợp với đối tượng là các gia đình có nhu cầu nuôi trồng nấm tươi tại nhà mà ít có thời gian chăm sóc thường xuyên. Hệ thống được thiết kế dựa trên nghiên cứu về hệ thống IoT trong nông nghiệp và tích hợp các thiết bị có sẵn trên thị trường. Trong nghiên cứu này, hệ thống điều khiển gồm có các cảm biến được lắp đặt để thu thập dữ liệu về nhiệt độ, độ ẩm không khí và nhiệt độ của nước trong khu vực nuôi

trồng, dữ liệu này được thu thập, cập nhật liên tục theo thời gian thực lên server. Hệ thống có khả năng tự động điều khiển các thiết bị để duy trì điều kiện sống quanh khu vực trồng nấm. Đặc biệt, có khả năng giám sát hệ thống từ xa thông qua ứng dụng người dùng trên di động hoặc trên web thông qua Internet.

II. Cơ sở lý thuyết

Internet vạn vật là kịch bản thế giới với viễn cảnh con người, đồ vật được định dạng riêng và có thể truyền tải và trao đổi thông tin dữ liệu qua một mạng mà không phải tương tác trực tiếp giữa người với vật hay người với người. IoT được phát triển dựa trên công nghệ không dây, vi cơ điện tử và mạng internet, là tổng hợp tất cả các thiết bị có khả năng kết nối với internet và thế giới thật để trao đổi dữ liệu qua Bluetooth, hồng ngoại, ZigBee, Wifi, mạng viễn thông băng rộng (4G, 5G)... Điều này giúp cho con người có thể kiểm soát mọi hoạt động một cách tối ưu thông qua máy tính, thiết bị di động hoặc máy tính bảng (Lanzolla & Spadavecchia, 2021; Kelly, 2024; Pal, 2024).

❖ Cấu trúc của hệ thống IoT: Hệ thống IoT được phân thành 4 lớp (hình 1), gồm có lớp cảm biến (Sensing Layer), lớp mạng (Network Layer), lớp xử lý dữ liệu (Data Processing Layer), lớp ứng dụng (Application Layer) (Đinh & Hoàng, 2021; Gupta & Quamara, 2020).

- Lớp cảm biến (Sensing Layer): Là lớp đầu tiên chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu. Bao gồm các thiết bị cảm biến và cơ cấu chấp hành xung quanh môi trường. Giao thức truyền thông kết nối lớp cảm biến này với lớp mạng là có dây hoặc không dây.

- Lớp mạng (Network Layer): Lớp chịu trách nhiệm cung cấp khả năng kết

nối và giao tiếp cho các thiết bị của hệ thống IoT. Lớp này bao gồm các giao thức để cho phép giao tiếp, kết nối giữa các thiết bị và với internet. Công nghệ thường được sử dụng trong các hệ thống IoT như Bluetooth, Wifi, mạng di động, ...

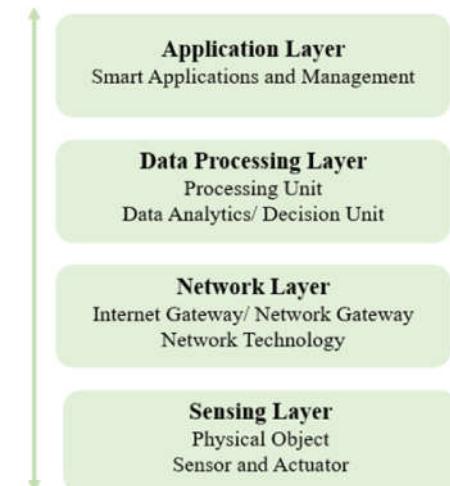
- Lớp xử lý dữ liệu (Data Processing Layer): Lớp này gồm các phần mềm và phần cứng phụ trách việc tổng hợp, phân tích và xử lý dữ liệu từ các thiết bị trong hệ thống IoT.

- Lớp ứng dụng (Application Layer): Đây là lớp trên cùng trong kiến trúc của một hệ thống IoT, tương tác với người dùng. Lớp ứng dụng này cung cấp giao diện cho phép người dùng truy cập và điều khiển các thiết bị IoT.

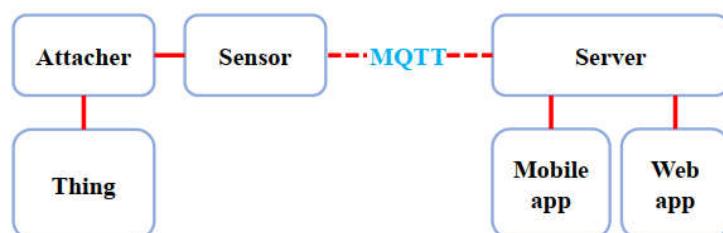
❖ Giao thức truyền thông MQTT: Giao thức MQTT là viết tắt của Message Queue Telemetry Transport, đây là một giao thức truyền thông theo mô hình publish/subscribe (xuất bản-theo dõi), sử dụng băng thông thấp, độ tin cậy cao và có khả năng

hoạt động trong điều kiện đường truyền không ổn định. Ban đầu MQTT sinh ra cho các mạng SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition - hệ thống điều khiển giám sát và thu thập dữ liệu), các kịch bản sản xuất và băng thông thấp, nhưng hiện nay, nhờ sự phát triển của IoT mà MQTT đã trở nên phổ biến hơn (Smart Factory & IIoT Marketing, 2021; MQTT, n.d.).

Data Flow



Hình 1. Cấu trúc của hệ thống IoT



Hình 2. Vị trí giao thức MQTT trong mô hình IoT

Giao thức MQTT có các ưu điểm như băng thông thấp, độ tin cậy cao và có thể sử dụng ngay cả khi hệ thống mạng không ổn định, tốn rất ít byte cho việc kết nối với server và connection có thể giữ trạng thái open xuyên suốt, có thể kết nối nhiều thiết bị (MQTT Client) thông qua một MQTT server (Broker). Trong các ứng dụng IoT, MQTT thể hiện rất tốt vai trò của mình trong quá trình truyền nhận thông tin trung gian giữa Server và các

node cảm biến như trong hình 2. Do đó, MQTT là giao thức gọn nhẹ được thiết kế chủ yếu để kết nối các thiết bị bị hạn chế nguồn trên các mạng băng thông thấp, rất phù hợp với các ứng dụng IoT.

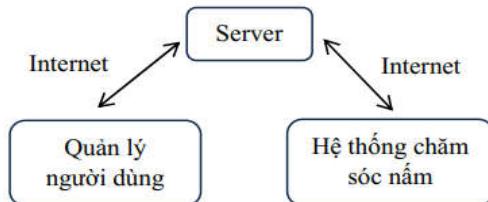
III. Giải pháp thiết kế

3.1. Thiết kế tổng thể hệ thống

Trên cơ sở nghiên cứu tìm hiểu về hệ thống IoT ứng dụng trong nông nghiệp, đặc điểm sinh trưởng và phát triển của

nấm, nhóm nghiên cứu thiết kế mô hình có khả năng cập nhật dữ liệu liên tục, tự động điều chỉnh và giám sát các thông số môi trường thông qua việc điều khiển các thiết bị chấp hành qua thiết bị điều khiển, có khả năng kết nối với Internet, thiết kế được giao diện ứng dụng người dùng trên điện thoại hoặc máy tính để có thể giám sát và điều chỉnh hệ thống từ xa (AHTP, 2022; Đào, 2017).

Hệ thống được xây dựng như trong hình 3, gồm có hệ thống chăm sóc nấm, ứng dụng người dùng và server. Các thành phần được kết nối, trao đổi dữ liệu thông qua Internet.



Hình 3. Tổng quan hệ thống nuôi trồng nấm

- Hệ thống chăm sóc nấm: Nơi chứa không gian trồng nấm. Khu vực này sẽ tạo không gian trồng nấm cũng như kiểm tra điều kiện môi trường phát triển của nấm, giám sát và điều chỉnh điều kiện cho phù hợp với loại nấm đang nuôi trồng. Hệ thống bao gồm bộ phận đo lường giám sát, bộ phận chấp hành và bộ phận điều khiển.

- Server: Nơi lưu trữ dữ liệu từ bộ phận đo lường giám sát, dữ liệu về các tham số cần theo dõi trong quá trình chăm sóc nấm như nấm rơm nấm sò nấm mồ và cũng là nơi xử lý các yêu cầu từ người dùng.

- Ứng dụng người dùng: là một giao diện tương tác với người dùng trên điện thoại hoặc trên web, khả năng kết nối với server, hiển thị thông tin về môi trường quanh khu vực nuôi trồng và trạng thái hoạt động của các thiết bị chấp hành.

3.2. Thiết kế phần cứng

Thiết bị phần cứng của hệ thống bao gồm các thiết bị của một hệ thống IoT thông thường như các thiết bị cảm biến, thiết bị chấp hành và thiết bị điều khiển. Trên cơ sở phân tích đặc điểm kỹ thuật, môi trường làm việc của thiết bị để lựa chọn thiết bị sao cho phù hợp với mô hình.

❖ Bộ phận đo lường giám sát: Sử dụng hai cảm biến nhiệt độ độ ẩm không khí và cảm biến nhiệt độ nước để đo lường và giám sát thông tin về môi trường xung quanh khu vực nuôi trồng nấm.

- Cảm biến DHT21 AM2301 dùng đo nhiệt độ độ ẩm không khí, cảm biến này có hỗ trợ phương thức truyền thông là single-bus. Với kích thước nhỏ, mức tiêu thụ điện năng thấp khoảng cách truyền tín hiệu lên đến 20 mét làm cho DHT21 phù hợp với ứng dụng đo nhiệt độ độ ẩm trong nông nghiệp, nhà thông minh.

- Cảm biến DS18B20 là loại cảm biến dùng đo nhiệt độ nước trong hệ thống. Cảm biến có thể kết nối với các vi xử lý như Arduino, STM32... thông qua chuẩn kết nối One-Wire, đặc biệt có thể đo nhiệt độ ở một nơi xa hoặc trong điều kiện ẩm ướt nên rất phù hợp với môi trường trong khu vực trồng nấm.

❖ Bộ phận chấp hành: Có nhiệm vụ điều chỉnh môi trường sống của nấm cho phù hợp với quá trình sinh trưởng của nấm. Bộ phận này bao gồm một thanh sưởi, một quạt, một đầu sủi và máy bơm và một đèn công suất thấp. Thanh sưởi là một điện trở nhiệt loại 100W - 220V được đặt trong lớp đất sét nung và được nhúng vào trong nước, khi nước nóng lên nước cũng sẽ tăng nhiệt độ và bốc hơi, từ đó thay đổi nhiệt độ và độ ẩm của môi trường trồng nấm. Quạt có vai trò đảm bảo điều kiện thông gió cho hệ thống, khi mà độ ẩm hoặc nhiệt độ không thích hợp cho sự phát

triển của nấm. Đầu sủi và máy bơm khí có nhiệm vụ cung cấp oxy cần thiết để cho nấm phát triển. Trong mô hình sử dụng máy sục khí mini RS Electrical RS-248A. Đèn công suất thấp là một trong những yếu tố quan trọng của quá trình trồng nấm đó là đảm bảo điều kiện ánh sáng cho môi trường trồng nấm. Đèn sử dụng là Chip LED Full Spectrum hay còn gọi là đèn LED trồng cây hay đèn LED trồng rau được sử dụng rất nhiều tại các dự án trồng cây trong nhà cũng như thủy canh.

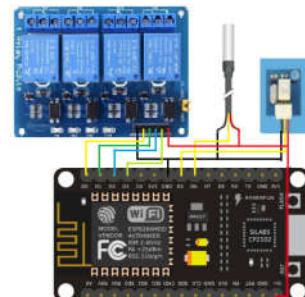
❖ Bộ phận điều khiển: Gồm một bộ vi điều khiển với chức năng thu nhận dữ

liệu từ bộ phận đo lường giám sát, gửi dữ liệu từ cảm biến lên trên Server thông qua Internet và điều khiển bộ phận chấp hành hoạt động theo các tham số đã được cài đặt từ Server và giá trị thu được về từ cảm biến. Bộ điều khiển gồm hai thành phần là NodeMCU ESP8266 Lua CP2102 vừa có thể điều khiển vừa có khả năng kết nối mạng internet để kết nối với Server và Kit RF thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua CP2102 phù hợp với ứng dụng phải kết nối, điều khiển và thu nhận thông tin qua sóng Wifi, nhất là ứng dụng có liên quan tới lĩnh vực IoT (Singh & cộng sự, 2020).

Bảng 1. Thông số kỹ thuật của các thiết bị chính sử dụng trong mô hình

STT	Tên thiết bị	Thông số kỹ thuật
1	NodeMCU ESP8266	Điện áp hoạt động: 3.3V WiFi: 2.4GHz hỗ trợ chuẩn 802.11 b/g/n
2	Cảm biến nhiệt độ, độ ẩm DHT21	Nguồn cấp: 3.3 - 5VDC Dải đo độ ẩm: 0-99,9% Dải đo nhiệt độ: -40°C ~ 80°C Chuẩn giao tiếp 1 dây
3	Cảm biến nhiệt độ nước DS18B20	Nguồn cấp: 3.0 - 5VDC Dải đo: -55°C đến + 125°C Chuẩn giao tiếp 1 dây
4	Relay	Nguồn cấp: 5VDC Bật/tắt thiết bị chấp hành
5	Thanh sưởi	Loại nhiệt điện trở Nguồn cấp: 220VAC
6	Bơm và máy sục khí mini	RS Electrical RS-248A Nguồn cấp: 220VAC
7	Đèn sưởi	Chip LED Full Spectrum Nguồn cấp: 5-12VDC
8	Quạt	Nguồn cấp: 5VDC

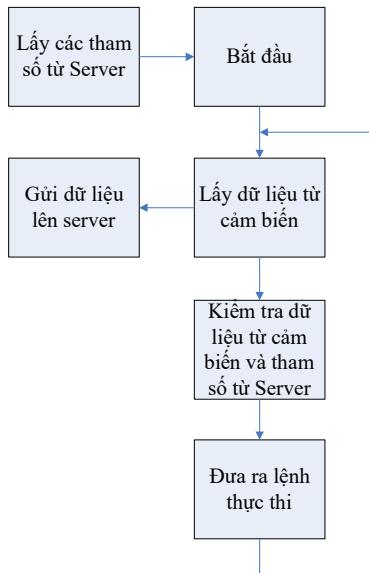
Sơ đồ kết nối giữa NodeMCU với cảm biến nhiệt độ độ ẩm không khí, cảm biến nhiệt độ nước và các thiết bị relay như hình 4. Ngôn ngữ lập trình cho NodeMCU có thể sử dụng ngôn ngữ C/C++ thông qua Arduino IDE .



Hình 4. Sơ đồ kết nối NodeMCU với cảm biến và relay

3.3. Thiết kế phần mềm

3.3.1. Lưu đồ thuật toán



Hình 5. Lưu đồ thuật toán

Để xây dựng được lưu đồ thuật toán cho NodeMCU (hình 5), cần phải xác định được các tham số trong suốt quá trình điều khiển, đây là những tham số do người dùng đưa ra hoặc dựa theo chế độ hoạt

động mặc định của hệ thống. Các thông số này bao gồm: nhiệt độ cao nhất và thấp nhất của nước, độ ẩm cao nhất và thấp nhất trong không gian trồng nấm. Căn cứ vào giá trị của các thông số này hệ thống sẽ điều khiển hoạt động của đầu sưởi, quạt để điều chỉnh môi trường sống của nấm cho phù hợp.

3.3.2. Thiết kế ứng dụng nuôi trồng nấm

Ứng dụng quản lý nuôi trồng nấm được thiết kế cài đặt riêng để tương tác với người dùng nhằm tạo tính cá nhân hóa và tiện dụng cho người dùng. Phần mềm có khả năng hoạt động đa nền tảng như Window, iOS, Android và có chức năng tương tác cơ bản với người dùng (theo dõi điều kiện sống của Nấm, điều khiển các thành phần thực thi, ...). Để thực hiện được các yêu cầu trên, tác giả sử dụng Qt Framework để xây dựng phần mềm quản lý này (SurveyMonkey, n.d.; Eng, 2018).



Hình 6. Giao diện ứng dụng nuôi trồng nấm

Trong hình 6 là giao diện ứng dụng tương tác người dùng về quản lý nuôi trồng nấm:

- Danh sách các thiết bị trồng nấm: Đây là danh sách các thiết bị trồng nấm mà người trồng đang sử dụng. Với mỗi thiết bị mà người dùng đang sử dụng sẽ hiển thị các thông số khác nhau trong các thành phần bên dưới.

- Các thông số về môi trường của các thiết bị: Đây là nơi hiển thị các thông số về điều kiện môi trường của thiết bị trồng nấm. Gồm có 3 yếu tố môi trường được theo dõi là: nhiệt độ không khí (đơn vị °C), độ ẩm không khí (đơn vị %) và nhiệt độ của nước (đơn vị °C).

- Loại nấm: Đây là khu vực hiển thị loại nấm mà thiết bị đang nuôi trồng.

- Điều khiển bộ phận chấp hành: Các nút điều khiển bật tắt các thành phần thực thi tại thiết bị trồng nấm.

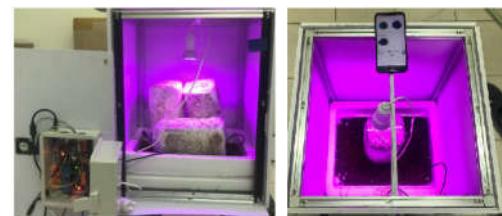
- Lựa chọn máy chủ kết nối: Đây là khu vực để lựa chọn máy chủ để kết nối để cập nhật thông tin của hệ thống. Trong quá trình hoạt động của hệ thống, xây dựng những máy chủ để back-up trong những trường hợp gấp sự cố. Việc này giúp hệ thống hoạt động liên tục mà không gặp phải sự mất mát về dữ liệu.

IV. Thực nghiệm

Để đánh giá kiểm nghiệm hệ thống, nhóm nghiên cứu tiến hành thực nghiệm hệ thống điều khiển cho hệ thống trồng nấm với loại nấm ăn phổ biến hiện nay là nấm sò. Với kịch bản tiến hành lần lượt kết nối giữa hệ thống máy chủ và phần cứng, kiểm tra khả năng thu nhận dữ liệu liên tục theo thời gian từ các cảm biến gửi lên IoT Server và kiểm tra kết quả nhận được từ web. Ngoài ra, còn tiến hành kiểm tra khả năng điều khiển từ xa các bộ phận

chấp hành bằng cách bật tắt các thiết bị này từ trên trang web tại máy chủ xử lý dữ liệu và ứng dụng trên điện thoại.

- Mô hình thực nghiệm được thiết kế gồm hai phần chính là hộp trồng nấm và hộp điều khiển được bố trí bên trái của hộp trồng nấm (hình 7). Tiến hành kiểm tra kết nối máy chủ và phần cứng thông qua điều khiển bật tắt các thiết bị chấp hành thông qua quan sát hoạt động của thiết bị trên hộp điều khiển. Trên hình 7 là minh họa kết quả điều khiển bật đèn chiếu sáng cho mô hình.



Hình 7. Mô hình thực nghiệm hệ thống trồng nấm

- Tiến hành thử nghiệm đánh giá khả năng thu nhận dữ liệu từ các cảm biến môi trường gửi lên trên IoT Server và trên web. Tại thời điểm đánh giá, kết quả thu được trực tiếp từ các cảm biến nhiệt độ độ ẩm không khí và nhiệt độ nước (hình 8), kết quả dữ liệu thu được từ trên IoT server (hình 9).

```
Da nhan duoc: {"key":1234,"t":27.30,"h":84.60,"tW":30.31}
12/03/2024 10:58:24
Da nhan duoc: {"key":1234,"t":27.60,"h":84.40,"tW":30.50}
12/03/2024 10:58:35
Da nhan duoc: {"key":1234,"t":27.80,"h":84.40,"tW":30.63}
12/03/2024 10:58:45
```

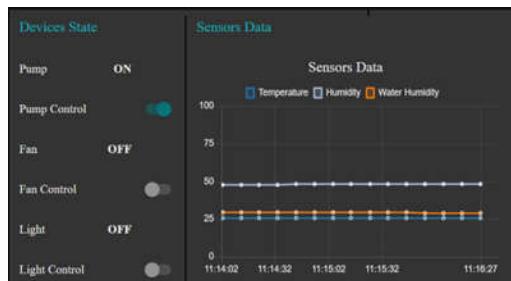
Hình 8. Dữ liệu thu được từ phần cứng



Hình 9. Dữ liệu hiển thị trên IoT Server

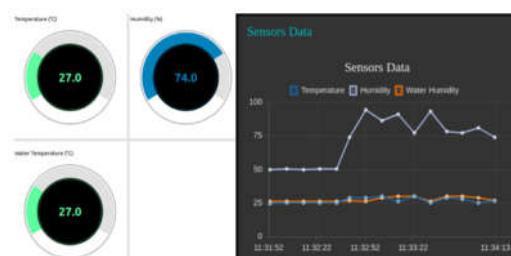
Kết quả cho thấy dữ liệu về nhiệt độ độ ẩm không khí, nhiệt độ nước được hiển thị và cập nhật liên tục theo thời gian, có thể nhận thấy sự khác biệt đôi chút về thời gian ghi nhận dữ liệu tại hai nơi. Lý do có sự chênh lệch này vì dữ liệu sau khi được gửi lên MQTT Broker, ngoài độ trễ vì đường truyền mạng còn thêm một khâu xử lý trung gian tại cơ sở dữ liệu MongoDB. Tuy nhiên trên thực tế sự sai khác này là không đáng kể và có thể chấp nhận được.

- Tiếp tục tiến hành kiểm tra máy chủ điều khiển các bộ phận chấp hành bằng cách bật tắt các thiết bị này từ trên trang web tại máy chủ xử lý dữ liệu. Kết quả thu được như trong hình 10 là minh họa thử nghiệm điều khiển máy bơm từ hệ thống máy chủ. Khi đó trên máy chủ báo trạng thái thay đổi từ OFF sang ON của bơm và bơm hoạt động cấp nước vào mô hình.



Hình 10. Kiểm tra máy chủ điều khiển các thành phần thực thi

- Thử nghiệm đánh giá kết nối ứng dụng người dùng với máy chủ bằng cách kiểm tra tính tương thích các thông số hiển thị trên ứng dụng và máy chủ tại cùng một thời điểm.



Hình 11. Kiểm tra kết nối dữ liệu giữa phần mềm với máy chủ

Như trên hình 11, hiển thị kết quả đo được tại thời điểm khảo sát của ứng dụng và máy chủ như nhau với nhiệt độ 27°C, độ ẩm 74,0%, nhiệt độ nước 27°C.

V. Kết luận

Qua thực nghiệm cho thấy nghiên cứu đã thiết kế được hệ thống điều khiển cho mô hình trồng nấm ứng dụng công nghệ IoT. Thiết kế này phù hợp cho ứng dụng trồng nấm tại nhà cho các gia đình ít có thời gian chăm sóc nấm trực tiếp. Hệ thống điều khiển thiết kế đã đáp ứng được mục tiêu đặt ra, có khả năng theo dõi, cập nhật liên tục dữ liệu và tự động điều chỉnh các tham số của môi trường để phù hợp với các điều kiện để sinh trưởng của từng loại nấm khác nhau. Đặc biệt, người sử dụng có thể điều khiển và giám sát hoạt động của hệ thống qua kết nối internet trên Web hoặc thiết bị di động. Nghiên cứu có thể tiếp tục phát triển tích hợp thêm AI trong dự đoán sinh trưởng phát triển của nấm và kết hợp với bảo mật an toàn thông tin cho hệ thống (Narciandi-Rodríguez & cộng sự, 2024; Khurpade & cộng sự, 2018; Lê & cộng sự, 2025).

Tài liệu tham khảo

- [1]. AHTP (2022). *Ứng dụng công nghệ IOT trong trồng nấm linh chi (Ganoderma lucidum)*. Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <http://ahtp.hochiminhcity.gov.vn/tin-tuc/ung-dung-cong-nghe-iot-trong-trong-nam-linh-chi-ganoderma-lucidum--33775.html?AspxAutoDetectCookieSupport=1>
- [2]. Chieochan, O., Saokaew, A., & Boonchieng, E. (2017). IoT for smart farm: A case study of the Lingzhi mushroom farm at Maejo University, *14th International Joint Conference on Computer Science and Software Engineering (JCSSE)*, NakhonSiThammarat, Thailand, pp. 1-6. doi: 10.1109/JCSSE.2017.8025904.

- [3]. Dhal, S., Wyatt, B. M., Mahanta, S., Bhattacharai, N., Sharma, S., Rout, T., Saud, P., & Acharya, B. S. (2024). Internet of Things (IoT) in digital agriculture: An overview. *Agronomy Journal*, 116(3), 1144-1163. <https://doi.org/10.1002/agj2.21385>.
- [4]. Đặng Nguyên (2023). *Tiến bộ của công nghệ Internet vạn vật (IoT) trong trồng nấm*. Cổng Thông tin Điện tử ngành Khoa học và Công nghệ Thành phố Hué. Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <https://skhcn.hue.gov.vn/hoat-dong-kh-cn-trong-nuoc/tien-bo-cua-cong-nghe-internet-van-vat-iot-trong-trong-nam.html>
- [5]. Đào, X. Q. (2017). Nhà kính tự động giám sát và điều khiển môi trường nông nghiệp bằng thiết bị không dây, *Tạp Chí Thông Tin Khoa Học Và Công Nghệ*, Số 1, Dec. 2017, Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <https://vjol.info.vn/index.php/tckhcnqb/article/view/32178>.
- [6]. Định, P. H., & Hoàng, Đ. L. T. (2021). Nghiên cứu về xu thế internet kết nối vạn vật (IOT) và ứng dụng trong quản lý giáo dục trực tuyến tại Việt Nam. *Kỷ yếu Hội thảo Quản trị thông minh trong môi trường phíc hợp toàn cầu: Lý luận và thực tiễn*, Hà Nội, 2021, 160-176.
- [7]. Eng, L. Z. (2018). *Hands-On GUI Programming with C++ and Qt5: Build stunning cross-platform applications and widgets with the most powerful GUI framework*. Packt, Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <https://www.packtpub.com/en-bg/product/hands-on-gui-programming-with-c-and-qt5-9781788397827?type=print>
- [8]. Gupta, B. B., & Quamara, M. (2020). An overview of Internet of Things (IoT): Architectural aspects, challenges, and protocols, *Concurrency Computation Practice and Experience*, 32(21), doi: 10.1002/cpe.4946.
- [9]. Kelly, B. (2024). The Impact of Edge Computing on Real-Time Data Processing, *International Journal of Computing and Engineering*, 5(5), 44-58. 10.47941/ijce.2042.
- [10]. Khurpade, J. M., Rao, D., & Sanghavi, P. (2018). A Survey on IOT and 5G Network, in *2018 International Conference on Smart City and Emerging Technology (ICSCET)*, Jan. 2018, pp. 1-3. doi: 10.1109/ICSCET.2018.8537340.
- [11]. Lanzolla, A., & Spadavecchia, M. (2021). Wireless Sensor Networks for Environmental Monitoring, *Sensors*, 21 (4), 1172. doi: 10.3390/s21041172.
- [12]. Lê, Đ. T., Lê, X. Đ., Hoàng, T. T., & Lê, T. T. (2025). Giải pháp giám sát an toàn thông tin cho hệ thống điều khiển, *Tạp chí An toàn Thông tin*, Accessed: Apr. 20, 2025. [Online]. <https://antoanthongtin.vn/tin/giai-phap-giam-sat-an-toan-thong-tin-cho-he-thong-dieu-khien>
- [13]. MQTT (n.d.). *MQTT: The Standard for IoT Messaging*. Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <https://mqtt.org/>.
- [14]. Narciandi-Rodríguez, D., Aveleira-Mata, J., García-Ordás, M., Alfonso-Cendón, J., Benavides, C., & Alaiz-Moretoán, H. (2024). A cybersecurity review in IoT 5G Networks, *Internet of Things*, 30 (1). 101478. 10.1016/j.iot.2024.101478.
- [15]. Pal, S. (2024). A Comparative Analysis of Machine Learning Algorithms for Predictive Analytics in Healthcare, *Heritage Research Journal*, 72(3), 10-25. Accessed: Apr. 20, 2025. [Online]. https://www.researchgate.net/publication/378977140_A_Comparative_Analysis_of_Machine_Learning_Algorithms_for_Predictive_Analytics_in_Healthcare.
- [16]. Shakir, A. A., Hakim, F., Rasheduzzaman, M., Chakraborty, S., Ahmed, T. U., & Hossain, S. (2019). Design and Implementation of SENSEP ACK: An IoT Based Mushroom Cultivation Monitoring System, *2019 International Conference on Electrical, Computer and Communication Engineering (ECCE)*, Feb. 2019, pp. 1-6. doi: 10.1109/ECACE.2019.8679183.

- [17]. Singh, S., Anand, S., Simran, & Sushma, S. J. (2020). Smart Mushroom Cultivation using IoT, *International Journal of Engineering Research & Technology*, 8(11), 247-251.
- [18]. Smart Factory & Iiot Marketing (2021). *Giao thuc MQTT trong IoT là gì ? Những ứng dụng của MQTT như thế nào*. Smart Industry VN. Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. <https://smartindustry.vn/technology/internet-of-things/giao-thuc-mqtt-la-gi-nhung-dung-cua-mqtt-nhu-the-nao/>.
- [19]. Sudhakara, H. M., Shashank, S. K., Pratheek, K., Suma, & Sathvi (2023). A Review: IOT Based Real Time Monitoring and Control System for Mushroom Farm, *International Journal of Scientific Research in Engineering and Management*, vol. 07, no. 03, doi: 10.55041/IJSREM17920.
- [20]. SurveyMonkey (n.d.). Qt Documentation Feedback. Accessed: Apr. 19, 2025. [Online]. Available: <https://www.surveymonkey.com/r/8XKW76J?pagename=%2Fqtcreator%2F>.

RESEARCH AND DESIGN A CONTROL SYSTEM FOR HOME-BASED MUSHROOM CULTIVATION USING IOT TECHNOLOGY

Trinh Thi Hau², Phan Van Hai², Do Dinh Hung²

Abstract: Nowadays, smart agriculture is a widely discussed concept in the digital transformation of the agricultural sector. By applying advanced technologies such as robotics, the Internet of Things (IoT), and artificial intelligence (AI) to agricultural production and management, it is possible to optimize processes and enhance product quality. This study focuses on the design of a control system for a home-based mushroom cultivation model using IoT technology. Based on theoretical research on IoT systems and the growth conditions of mushrooms, the research team analyzed, selected, and integrated devices, developed user interfaces, and conducted system testing and evaluation. Experimental results show that the system is capable of continuously collecting and monitoring data from sensor devices and is capable of automatically adjusting actuators to modify environmental parameters as required. In addition, the system supports remote monitoring and control through a user application via an internet connection. The system enables users to reduce maintenance time and flexibly monitor and manage the cultivation process remotely.

Keywords: IoT-based monitoring and control system, mushroom cultivation, IoT in agriculture

² Hanoi Open University