

HỆ THỐNG CHĂM SÓC VƯỜN THÔNG MINH

Phạm Văn Mạnh, Trần Khánh Phương, Nguyễn Đức Thành

Kỹ thuật Máy tính

Abstract- Việc áp dụng các công nghệ tự động vào các hệ thống nhà vườn thông minh ngày càng được phát triển mạnh mẽ, việc này giúp cho người nông dân tiết kiệm được công sức, dễ dàng và thuận tiện chăm sóc cây trồng, đồng thời giúp tăng năng suất cho các nhà vườn. Trong nghiên cứu lần này, chúng tôi sẽ tiến hành xây dựng là một mô hình mô phỏng lại hệ thống vườn thông minh, xử lý các điều kiện về ánh sáng và độ ẩm để có thể nắm được cách xử lý các thông tin đọc từ những cảm biến và điều khiển được một hệ thống nhỏ.

I. GIỚI THIỆU

Trong bối cảnh phát triển nông nghiệp hiện đại, việc ứng dụng công nghệ tiên tiến nhằm tối ưu hóa quá trình chăm sóc cây trồng đang trở thành một xu hướng quan trọng. Đề tài này tập trung vào việc nghiên cứu sử dụng công nghệ cảm biến để quản lý và chăm sóc cây trồng trong nông nghiệp. Hệ thống chăm sóc cây thông minh được thiết kế để giám sát và điều khiển tự động các yếu tố môi trường sống của cây như độ ẩm đất và cường độ ánh sáng, giúp đảm bảo điều kiện tối ưu cho sự phát triển của cây trồng [1].

Hệ thống bao gồm các cảm biến độ ẩm đất và cảm biến cường độ ánh sáng, vi điều khiển STM32, máy bơm nước, và động cơ điều khiển mái che. Các cảm biến đo lường các thông số môi trường và gửi tín hiệu về vi điều khiển để phân tích. Dựa trên dữ liệu thu thập, vi điều khiển sẽ điều khiển máy bơm nước khi độ ẩm

đất dưới mức yêu cầu và điều chỉnh mái che khi cường độ ánh sáng không phù hợp.

Sản phẩm sẽ có các đặc tính cơ bản sau:

- Tính linh hoạt: Sản phẩm được thiết kế để linh hoạt và có thể được tùy chỉnh cho các loại cây trồng và môi trường trồng trọt khác nhau. Điều này bao gồm việc cung cấp các tùy chọn cài đặt để phản ánh nhu cầu riêng của từng loại cây và điều kiện môi trường cụ thể. Sự linh hoạt này giúp sản phẩm phù hợp với nhiều loại hệ thống trồng trọt và đáp ứng được nhu cầu đa dạng của người nông dân. Ví dụ, sản phẩm có thể được lập trình để điều chỉnh mức độ tưới nước khác nhau cho các loại cây có nhu cầu nước khác nhau hoặc thay đổi cường độ ánh sáng cho các giai đoạn phát triển khác nhau của cây [2].

- Tính tự động hóa: Sản phẩm sẽ được trang bị các công nghệ tự động hóa cho phép nó tự động điều chỉnh hoạt động của máy bơm nước và mái che tự động dựa trên dữ liệu thu thập từ các cảm biến. Khi cảm biến đo độ ẩm đất phát hiện ra rằng đất đang khô cần, sản phẩm sẽ kích hoạt máy bơm nước để tưới cây. Tương tự, khi cảm biến đo cường độ ánh sáng nhận thấy ánh sáng mặt trời đủ, sản phẩm sẽ tự động điều chỉnh mái che để bảo vệ cây trước ánh nắng mạnh. Hệ thống này giúp giảm bớt công việc thủ công cho người nông dân, cho phép họ tập trung vào các nhiệm vụ quan trọng khác.

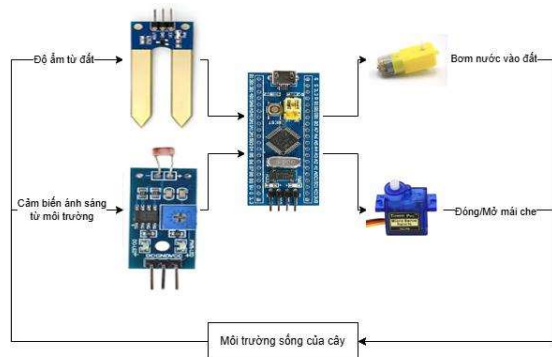
- Tính hiệu quả: Mục tiêu chính của sản phẩm là tối ưu hóa sử dụng tài nguyên như nước và ánh sáng. Bằng cách cung cấp nước và

ánh sáng theo nhu cầu thực tế của cây trồng và điều kiện môi trường, sản phẩm giúp tăng năng suất cây trồng trong khi giảm thiểu lãng phí tài nguyên [3]. Điều này không chỉ mang lại hiệu quả kinh tế mà còn giúp bảo vệ môi trường và thúc đẩy sự phát triển bền vững trong ngành nông nghiệp. Ví dụ, việc tưới nước chính xác giúp tiết kiệm nước và giảm chi phí, đồng thời tránh tình trạng ngập úng và sâu bệnh [3].

Nhìn chung, việc phát triển hệ thống chăm sóc cây thông minh không chỉ đáp ứng nhu cầu hiện tại của ngành nông nghiệp mà còn mở ra những cơ hội mới cho việc áp dụng công nghệ cao vào sản xuất nông nghiệp, góp phần vào sự phát triển bền vững của ngành này [4].

II. PHƯƠNG PHÁP THỰC HIỆN

A. Sơ đồ khối chức năng

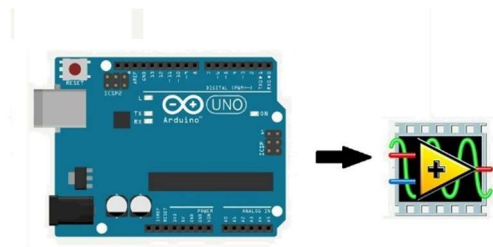


Hình 1: Sơ đồ hệ thống chăm sóc cây

Hệ thống chăm sóc cây trồng sử dụng trong thí nghiệm này được mô tả trong Hình 1. Trong đó, cảm biến độ ẩm đất (soil moisture sensor) và cảm biến cường độ ánh sáng được dùng để đo đặc tính hiệu analog từ môi trường về vi xử lý STM32 để theo dõi độ ẩm trong đất và cường độ sáng có phù hợp với cây trồng không. Trong đó, cảm biến độ ẩm đất sử dụng IC so sánh LM393 có tính chính xác cao trong việc so sánh điện áp đầu vào [5]. Sau đó, vi xử lý dựa trên các tín hiệu analog đầu vào để điều khiển động cơ máy bơm và động cơ điều khiển

mái che. Có thể thấy hệ thống này đơn giản hơn so với hệ thống Smart Garden trong [6], phù hợp để nghiên cứu về xử lý các thông tin gửi về vi xử lý và hiệu chỉnh các hoạt động của hệ thống. Hệ thống này sử dụng các linh kiện đo đạc nhỏ gọn và có giá thành rẻ, dễ dàng mua được trên thị trường. Với kích thước nhỏ gọn và dễ dàng lắp đặt, hệ thống này phù hợp để ứng dụng rộng rãi trong các hộ gia đình.

B. Sơ đồ ghép nối LabView



Hình 2: Sơ đồ bộ DAQ đơn giản

Thu thập dữ liệu là một trong những phần quan trọng của bất kỳ dự án nào hiện nay [7]. Bộ DAQ được xây dựng từ một Arduino Uno R3, Labview 2020 và hệ thống dây dẫn. Chúng tôi sử dụng Arduino bởi Labview 2020 hỗ trợ các công cụ giao tiếp và kết nối với Arduino, từ đó chúng tôi có thể tiết kiệm thời gian trong việc thu thập dữ liệu từ hệ thống mô phỏng vườn thông minh của mình. Bộ DAQ này đơn giản hơn so với [7], chúng tôi chỉ tạo các chức năng đọc ghi tín hiệu số, tương tự theo thời gian thực.

C. Các linh kiện sử dụng

Cảm biến độ ẩm đất là một giải pháp được ứng dụng trong lĩnh vực nông nghiệp như chăm sóc cây trồng, giúp giám sát và điều chỉnh mức độ ẩm trong đất một cách chính xác và hiệu quả. Nguyên lý cảm biến độ ẩm đất dựa trên sự tương tác giữa đất và điện trở. Khi đất ẩm, nước trong đất sẽ làm tăng khả năng dẫn điện của đất [5]. Dưới đây là thông số của cảm biến độ ẩm mà chúng tôi đã sử dụng:

BẢNG 1. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA
CẢM BIẾN ĐỘ ẨM ĐẤT

Thông số	Giá trị
Tên	Soil moisture sensor
Điện áp hoạt động	3.3 – 5V
Tín hiệu lối ra	Digital, Analog
Kích thước	3 x 1.6 cm

Cảm biến ánh sáng được sử dụng trong mô hình của chúng tôi là loại cảm biến thường dùng để nhận biết, bật tắt thiết bị theo cường độ ánh sáng môi trường. Khi mức ánh sáng xung quanh chưa đạt đến ngưỡng, DO ở mức cao. Khi mức ánh sáng xung quanh vượt quá ngưỡng được thiết lập, đầu ra DO ở mức thấp. Đầu ra AO có thể được kết nối với vi điều khiển thông qua chức năng ADC, bạn có thể nhận được các giá trị cường độ ánh sáng xung quanh chính xác hơn [8]. Dưới đây là thông số của cảm biến ánh sáng chúng tôi đã sử dụng.

BẢNG 2. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA
CẢM BIẾN ÁNH SÁNG

Thông số	Giá trị
Tên	Quang trở
Điện áp hoạt động	3.3 – 5V
Tín hiệu lối ra	Digital, Analog
Kích thước	3.4 x 1.4 cm

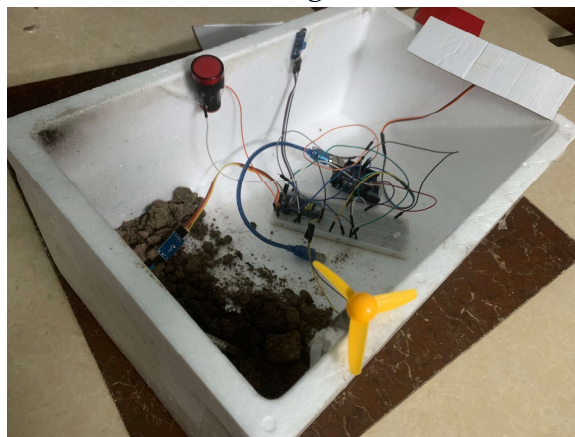
Động cơ servo sử dụng phản hồi để xác định vị trí của trục, có thể điều khiển vị trí đó rất chính xác. Do đó, động cơ servo được sử dụng để điều khiển vị trí của vật thể, xoay vật thể, di chuyển chân, tay hoặc bàn tay của robot, di chuyển cảm biến, v.v. với độ chính xác cao [9].

BẢNG 3. THÔNG SỐ KỸ THUẬT CỦA
ĐỘNG CƠ SERVO SG90

Thông số	Giá trị
Khối lượng	9gam
Điện áp hoạt động	5V
Tốc độ hoạt động	60 độ trong 0.1s
Momen xoắn	1.8kg/cm
Kích thước	22.2×11.8.32 mm

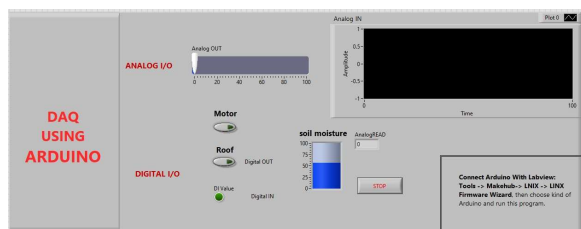
III. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

A. Mô tả cách hoạt động thực tế



Hình 3: Mô hình mô phỏng hệ thống

Cảm biến ánh sáng và cảm biến độ ẩm thu nhận thông tin môi trường, các cảm biến này chuyển đổi thông tin đo lường thành tín hiệu analog và gửi đến vi điều khiển STM32F103. Vi điều khiển nhận tín hiệu analog, phân tích các giá trị nhận được và đưa ra quyết định điều khiển. Khi cảm biến độ ẩm phát hiện độ ẩm đất thấp so với ngưỡng đã đặt trước (ở đây chúng tôi đặt là 50%), vi điều khiển kích hoạt tín hiệu digital để điều khiển động cơ máy bơm qua module L298N bật máy bơm nước và tưới cây, tương tự như [6]. Tương tự, khi cảm biến ánh sáng phát hiện ánh sáng mạnh, vi điều khiển phát tín hiệu digital để điều khiển hệ thống đèn Led, đồng thời phát xung để điều khiển động cơ servo [9]. Vi điều khiển liên tục nhận dữ liệu từ các cảm biến theo thời gian thực, theo dõi trạng thái hiện tại và thực hiện các điều chỉnh cần thiết, đảm bảo điều kiện tối ưu cho cây trồng như đã thiết lập từ trước. Ngoài ra, hệ thống còn hoạt động tốt với bộ DAQ thu thập dữ liệu, đã có thể hiển thị được giá trị độ ẩm đất và gửi dữ liệu lên màn hình Labview, đồng thời có thể điều khiển được hệ thống bằng các button trên Labview.



Hình 4: Giao diện đọc dữ liệu và điều khiển trên Labview

Vậy là mô hình trên đã cơ bản hoạt động theo những thiết lập của chúng tôi, đã có thể hoạt động tự động theo thời gian thực và thu thập được dữ liệu.

B. Thu thập dữ liệu hệ thống qua các máy đo

BẢNG 4. MỘT SỐ MẪU DỮ LIỆU THU ĐƯỢC TRÊN CẢM BIẾN ÁNH SÁNG VÀ CÁC ĐÁP ỨNG

Cường độ sáng	Trạng thái vòm	Trạng thái đèn
94.5%	Đóng	Tắt
75.6%	Đóng	Tắt
67%	Đóng	Tắt
60%	Mở	Bật
45%	Mở	Bật
30%	Mở	Bật

Chúng tôi thử với nhiều cường độ sáng khác nhau và thu lại một số mẫu dữ liệu nhất định, qua nhiều lần thử, chúng tôi nhận thấy rằng hệ thống cơ bản đã xử lý được dữ liệu từ cảm biến ánh sáng này. Chúng tôi cấu hình cho cảm biến ánh sáng nhận cường độ ánh sáng trên 65% thì sẽ tiến hành đóng mái vòm, với cường độ ánh sáng dưới ngưỡng đó sẽ mở mái vòm, tương ứng với các trạng thái ánh sáng, và mô hình hoạt động tương đối đúng với cấu hình của chúng tôi.

BẢNG 5. MỘT SỐ MẪU DỮ LIỆU THU ĐƯỢC TRÊN CẢM BIẾN ĐỘ ẨM ĐẤT VÀ CÁC ĐÁP ỨNG

Độ ẩm đất	Trạng thái động cơ
85%	Tắt
65%	Tắt

74%	Tắt
34%	Bật
47%	Bật
31%	Bật

Tương tự với cảm biến ánh sáng, chúng tôi đã thử nghiệm cảm đầu cảm của cảm biến độ ẩm đất vào nhiều môi trường đất khác nhau, sau đó tính toán giá trị thể tương đương theo phần trăm độ ẩm đất, và nhận thấy đáp ứng hệ thống về động cơ hoạt động tốt. Chúng tôi cấu hình cho máy bơm sẽ chạy khi độ ẩm đất nhỏ hơn 50%, động cơ sẽ tắt với độ ẩm đất lớn hơn 60%, và sau khi thu được chúng tôi nhận thấy với mẫu đất có độ ẩm từ 48% trở xuống, động cơ sẽ bật, còn với mẫu đất có độ ẩm lớn hơn 65%, động cơ sẽ tắt. Có sự sai số này là do cảm biến độ ẩm có độ nhạy cao, ngưỡng giá trị trả về không cố định nên sẽ gây sai số khi tính toán từ thể thu được sang phần trăm.

BẢNG 6. MỘT SỐ MẪU DỮ LIỆU CỦA CẢM BIẾN ĐỘ ẨM THU ĐƯỢC TRÊN LABVIEW VÀ ĐỒNG HỒ ĐIỆN TỬ

Lần	Giá trị thể	Giá trị % trên LabView
1	1.82V	59%
2	0.09V	98%
3	2.97V	33%
4	2.4V	45%
5	2.57V	42%

Có thể thấy giá trị thể càng nhỏ thì độ ẩm đất thu được càng lớn, điều này là hợp lý theo nguyên lý hoạt động của cảm biến độ ẩm [5]. Chúng tôi sử dụng công thức tính độ ẩm đất theo phần trăm dựa theo giá thể đo được trên thể tối đa thu được của cảm biến, sau đó lấy 100% trừ đi để đúng với nguyên lý cảm biến độ ẩm đất, và thu được một số mẫu giá trị như bảng trên. Số liệu thu được trên bảng tương đối chính xác, đúng với những mẫu đất chúng tôi đã dùng. Chúng tôi đã cho cảm biến này vào nước, và thu lại được giá trị độ ẩm là 98%, có

thể thấy công thức tính toán đã tương đối chính xác.

Kết quả thu được của mô hình trên đã hoạt động tương đối đúng với những gì chúng tôi đã cấu hình và lập trình. Mô hình này là một mô hình đơn giản hơn khá nhiều so với mô hình trong nghiên cứu [6], chúng tôi đã thu gọn các chức năng của hệ thống để sẽ chỉ nghiên cứu về các môi trường đất, ánh sáng, nhưng khác so với mô hình trong nghiên cứu [6], chúng tôi đã dùng thêm một bộ DAQ đơn giản để thu thập dữ liệu cảm biến, đồng thời điều khiển các chức năng khác của hệ thống. Chúng tôi nhận thấy đây là một mô hình đơn giản, phù hợp để cho sinh viên nghiên cứu, đặc biệt là các sinh viên theo lĩnh vực công nghệ nông nghiệp, có thể sử dụng để nghiên cứu về môi trường đất, môi trường ánh sáng theo từng loại cây, từ đó đưa ra phương án cải tiến cũng như điều khiển các thiết bị của hệ thống vườn thông minh. Trong tương lai, chúng tôi muốn cải tiến hệ thống của mình để có thể kết nối với internet, lưu các dữ liệu thu thập được từ DAQ lên Cloud như mô hình trong [4]. Đồng thời tích hợp các hệ thống IOT, AI để xử lý dữ liệu cũng như điều khiển tự động hệ thống.

IV. KẾT LUẬN

Hệ thống vườn thông minh sử dụng vi điều khiển STM32 đã đạt được các mục tiêu đề ra, bao gồm tính linh hoạt, tự động hóa và hiệu quả trong việc chăm sóc cây trồng, thu thập dữ liệu tốt với sai số nhỏ. Sự tích hợp giữa công nghệ cảm biến và vi điều khiển đã tạo ra một giải pháp giúp tối ưu hóa việc sử dụng tài nguyên như nước và ánh sáng, từ đó tăng năng suất cây trồng và giảm thiểu lãng phí. Phương pháp xây dựng hệ thống của chúng tôi đơn giản và dễ hiểu dành cho sinh viên. Với kích thước nhỏ gọn và giá thành rẻ, mô hình hoàn toàn có thể

được tận dụng trong mục đích nghiên cứu tại phòng thí nghiệm, hay với mục đích đào tạo cho sinh viên các kỹ thuật về cảm biến, về vi điều khiển, xử lý và phân tích dữ liệu từ cảm biến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] K. R. A. A. B. G. Vinoth Kumar.P, "Smart Garden Monitoring and Control System with Sensor Technology," 13 May 2021.
- [2] THUEVIET, "Hệ thống chiếu sáng nhà vườn thông minh," 06 March 2018. [Online]. Available: <https://vuonthongminh.com/nhung-ich-loi-khi-ung-dung-vuon-thong-minh/>.
- [3] ADMIN, "Ai Cũng Cần Phải Đọc Để Có Một Khu Vườn Thông Minh," 05 July 2023. [Online]. Available: <https://songxanh365.com/ai-cung-can-phai-doc-de-co-mot-khu-vuon-thong-minh/>.
- [4] G. C. T. A. Alexander Burns, "The Smart Garden Controller – Automating and Analyzing a Garden," 2018.
- [5] N. H. L. TRÌNH, "Sử dụng cảm biến độ ẩm đất (Soil Moisture Sensor) với Arduino," 5 February 2024. [Online]. Available: <https://hoclaptrinhnhung.vn/su-dung-cam-bien-do-am-dat-soil-moisture-sensor-voi-arduino/>.
- [6] B. Mallick, "Development of a Smart Garden," *Research and Applications: Embedded System*, p. Volume 7 Issue 1, January 2024.

- [7] M. T. Nidhi Kanani, "Low Cost Data Acquisition System Using LABVIEW," *International Conference on Multidisciplinary Research & Practice*, p. 67.
- [8] Đ. T. N. TÙNG, "Quang trở giao tiếp STM32, Cảm biến ánh sáng + Relay bật đèn + STM," 06 February 2022. [Online]. Available: <https://huynhnhattung.com/quang-tro-giao-tiep-stm32-cam-bien-anh-sang-relay-bat-den-stm/>.
- [9] "Interface Servo motor with STM32," [Online]. Available: <https://controllerstech.com/servo-motor-with-stm32/>.