

Hệ thống nông nghiệp thông minh sử dụng IOT

Duc Nguyen Hoang

K65DA-CLC1, The Faculty of Electronics and Telecommunication, VNU-UET

*Email: hdnevertilt@gmail.com

Tóm tắt: Nước ngọt là một phần quan trọng của cuộc sống, nhưng một phần lớn trong số đó bị lãng phí do tưới tiêu trong nông nghiệp. Nông nghiệp quan trọng vì nó cung cấp thức ăn cho gia súc và con người. Tưới nước quá mức và thiếu nước ảnh hưởng đến nông nghiệp cũng như nguồn nước trong cả ngắn hạn và dài hạn do đó cần phải liên tục theo dõi hệ thống tưới tiêu để đảm bảo năng suất nông nghiệp tối đa. Bài báo cáo này đề xuất một hệ thống nông nghiệp thông minh sử dụng công nghệ IoT để tưới tiêu và giám sát thông số môi trường trực tiếp từ khu vực đất canh tác có thể tiết kiệm lượng nước một cách tối đa cũng như thời gian nông dân dành cho việc tưới tiêu. Hệ thống sử dụng những cảm biến để giám sát thông số môi trường, các bo mạch để điều khiển và trao đổi dữ liệu. Ngoài ra, báo cáo còn đề xuất công nghệ truyền thông LoRa với chi phí thấp và khả năng tiết kiệm năng lượng nhưng có vùng phủ sóng lên đến km, phù hợp cho những vùng canh tác rộng lớn hay những vùng nông nghiệp mà sóng wifi khó tác động đến. Nhờ vào dữ liệu gửi đến hệ thống điều khiển của người dùng, lượng nước tưới được điều chỉnh phù hợp, khu vực canh tác được giám sát đảm bảo chất lượng nông sản.

Từ khóa: Nông nghiệp thông minh, IoT, Lora.

1. Giới thiệu

Chất lượng và an toàn của nông sản liên quan trực tiếp đến sức khỏe cộng đồng và cũng có thể ảnh hưởng đến sự ổn định xã hội, phát triển kinh tế và an ninh quốc gia, là những vấn đề toàn cầu. Do những mặt hạn chế về nhiệt độ, khí hậu và môi trường đất đai đã đặt ra các mối đe dọa đối với những vùng nông nghiệp và đây là lý do nông nghiệp thông minh xuất hiện. Nông nghiệp thông minh là một hệ thống ứng dụng các công nghệ số để giám sát, điều khiển và chăm sóc cây trồng tự động, giúp tối đa hóa năng suất và chất lượng nông sản. IoT là công nghệ đóng vai trò quan trọng, bắt đầu tác động đến nông

ng nghiệp và là giải pháp cho nông nghiệp. Bằng cách triển khai các công nghệ cảm biến và IoT trong thực tiễn nông nghiệp cải thiện mọi khía cạnh của phương pháp canh tác truyền thống, tối ưu hóa năng suất, tính phù hợp với đất đai, tưới tiêu và kiểm soát dịch hại. Mục đích của bài báo cáo này là giới thiệu một hệ thống nông nghiệp IoT có thể giám sát thông số môi trường và điều khiển tưới nước từ xa, qua đó giúp người nông dân dễ dàng kiểm soát vùng đất canh tác của mình. Với công nghệ LoRa được đề xuất trong bài báo cáo, nông dân có thể tiết kiệm được chi phí và năng lượng đầu tư vào canh tác dựa trên hệ thống có chi phí thấp, ổn định và có thể kết nối được ở một khoảng cách xa hay những vùng ít được phủ sóng.

2. Các nghiên cứu liên quan

Trong chuỗi công nghiệp, lĩnh vực nông nghiệp là một trong những lĩnh vực kém hiệu quả nhất, nhưng IoT có thể cách mạng hóa nó. IoT được sử dụng để xây dựng tự động hóa nông nghiệp bằng cách phát triển các công nghệ đo lường cảm biến nhiệt độ, độ ẩm không khí và độ ẩm đất thuận tiện qua điều khiển hệ thống tưới cho cây từ điện thoại thông minh [1] hay bằng điều khiển từ xa. Các hệ thống được nghiên cứu trước đó cũng có các cách triển khai khác nhau.

Triển khai qua Wi-Fi, một hệ thống tưới nước tự động sử dụng các mô-đun Wi-Fi để thiết lập kết nối giữa bộ điều khiển vi mô Arduino và ứng dụng di động để xem dữ liệu cảm biến và điều khiển máy bơm nước bằng cách sử dụng role [2]. Các ngưỡng cho độ ẩm của đất được đặt mã hóa cứng trong bộ điều khiển vi mô để thiết lập mức độ tưới cần thiết cho một loại đất nhất định. Mặc dù người dùng quyết định tưới tiêu, bộ điều khiển vi mô gửi một thông báo dựa trên thuật toán với nhiệt độ, tỷ lệ độ ẩm của đất và độ ẩm như đầu vào để quyết định khi nào cần tưới. Ứng dụng di động xem dữ liệu được thu thập từ bộ điều khiển vi mô thông qua kết nối Wi-Fi. Nó cũng chuyển tiếp các lệnh được tạo từ ứng dụng di động để kiểm soát quá trình tưới thông qua Arduino. Việc điều chỉnh nước sẽ chuyển hướng bằng tay với sự can thiệp của người dùng bất cứ lúc nào. Hệ thống này tương đối rẻ cho các phương pháp khác vì nó sử dụng Wi-Fi để giao tiếp giữa người dùng và bộ điều khiển vi mô. Hệ thống này thường được sử dụng bộ định tuyến tại nhà là phổ biến. Tuy nhiên, hệ thống này có một số hệ quả vì nó chỉ có thể xử lý giao tiếp một – một giữa bộ điều khiển vi mô và ứng dụng di động, khiến nó không áp dụng để triển khai nhiều hơn một vi điều khiển trong hệ thống. Mặc dù sử dụng các mô-đun Wi-Fi như một cách giao tiếp giữa cảm biến và người dùng là một cách tốt và an toàn để thực hiện kết nối, nó giới hạn vùng phủ mà các cảm biến không thể kết nối nếu không có kết nối mạng lưới, khiến nó không thực tế kiểm soát cảm biến tầm xa đối với các dự án nông nghiệp.

Một hệ thống tưới thông minh sử dụng nền tảng đám mây (Iosant) để lưu trữ, tính toán dữ liệu cảm biến và MQTT ánh xạ dữ liệu giữa các nút cảm biến của bộ điều khiển vi mô ESP8266 và nền tảng đám mây được đề xuất [3]. MQTT là viết tắt của MQ Telemetry Transport. Nó là một giao thức đăng ký/xuất bản cực kỳ đơn giản và nhẹ, được thiết kế cho các thiết bị bị hạn chế và các mạng băng thông thấp, độ trễ cao hoặc không đáng tin cậy. Cách tiếp cận này cũng tương tự nghiên cứu ở phần trên, tuy nhiên phương pháp này cho phép các thiết bị có thể sử dụng cùng một ứng dụng, vì MQTT chỉ định các chủ đề dữ liệu mỗi cảm biến và cho phép các yêu cầu dữ liệu khác nhau xảy ra. Dữ liệu được vận chuyển định dạng Injson, sau đó được giải mã tại ứng dụng trong nền tảng đám mây và hiển thị. Việc sử dụng MQTT cho phép nhiều nút cảm biến kết nối với liên kết dữ liệu tối thiểu ở giai đoạn xác định và nhận dạng.

Trong bài báo nghiên cứu [4], một hệ thống tưới thông minh tự động được triển khai các van nước để điều khiển trực tiếp tưới cho cây trồng. Hệ thống này sử dụng nhiều bộ cảm biến sử dụng điện thoại di động để gửi dữ liệu đến điện thoại di động nút trung tâm. Sử dụng GSM của điện thoại di động cho phép diện tích đất nông nghiệp lớn hơn được bao phủ bởi các cảm biến. Các nút được kết nối giống như các kết nối các nút lưới sao trong đó tất cả các nút được kết nối với nút trung tâm, nút trung tâm gửi dữ liệu đến máy tính thông qua một dây sê-ri. Một trong những nút mà một nút thực thi nhận các lệnh từ nút trung tâm để mở các van ở nơi một trong những cảm biến phát hiện cần tưới. Hệ thống này có giá trị hơn các phương pháp tiếp cận khác vì nó có thể kết nối nhiều nút cảm biến có thể bao phủ một khu vực lớn hơn. Tuy nhiên, phương pháp này không thể hoạt động ở các vùng nông thôn không được bao phủ bởi tháp GSM và sẽ không hoạt động.

Lora (Long Range Radio) là một kỹ thuật điều chế trải phổ bắt nguồn từ công nghệ Chirp Spread Spectrum. Đầu tiên, tín hiệu dữ liệu gốc sẽ được khuếch đại tần số cao hơn, sau đó nó được mã hóa thành chuỗi tín hiệu chirp, cuối cùng thì sẽ được gửi đi từ anten. Nhờ có nguyên lý hoạt động như trên, tín hiệu LoRa có thể được truyền đi xa với lượng công suất thấp và cả tín hiệu không mạnh bằng tín hiệu nhiều bên ngoài môi trường. Với điểm mạnh là không tiêu tốn quá nhiều điện năng trong quá trình sử dụng, nó giúp dẫn truyền dữ liệu với khoảng cách xa. Đồng thời, chi phí của nó cũng sẽ thấp hơn nhiều khi gửi bằng hệ thống mạng di động bình thường. Điều này sẽ giúp hạn chế việc thay pin trong quá trình hoạt động, nhờ vậy mà quá trình hoạt động và kết nối của các cảm biến của các thiết bị thuộc IoT sẽ không bị gián đoạn nữa. Có thể sử dụng thiết bị cá nhân để điều khiển các thiết bị trong IoT với một mức độ ổn định cao.

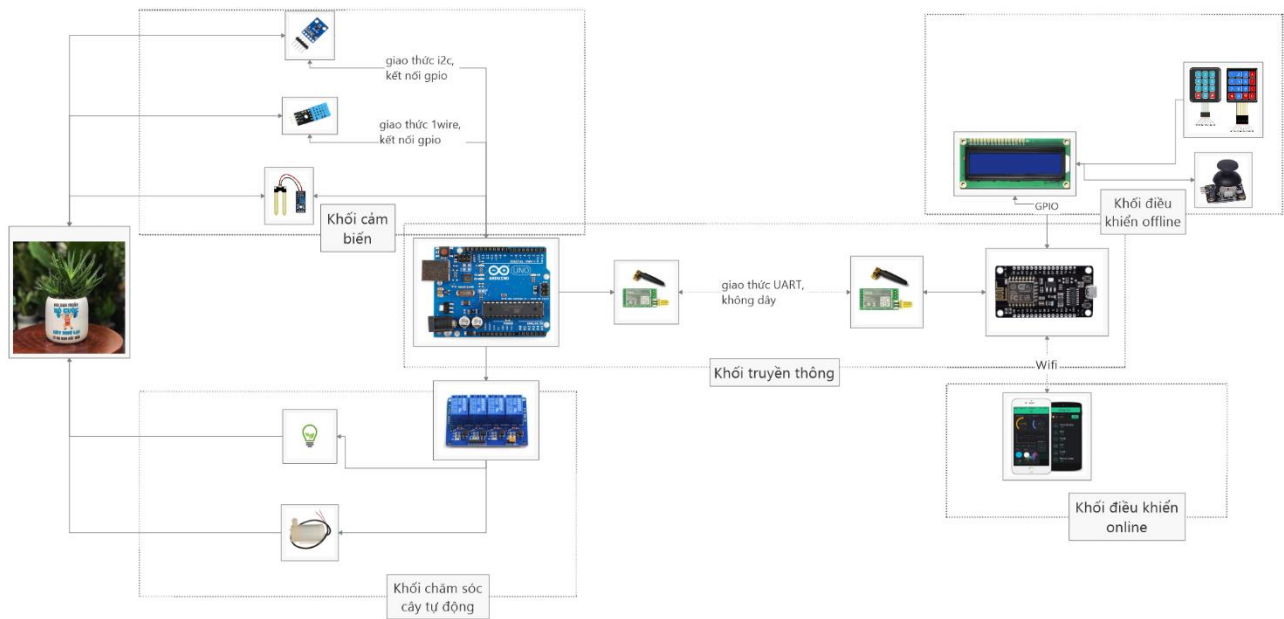
Cũng có nghiên cứu đã đề xuất sử dụng Lora [5], tập trung vào một mạng có thể hoạt động trên đường dài với nhiều tín hiệu cực lớn kết nối các nút cảm biến với nút trung tâm thông qua các mô-đun Lora. Mô-đun Lora sử dụng công suất thấp khi gửi tin nhắn làm giảm tải trọng cho pin ở trên lưới lâu hơn. Bằng cách kết nối nút trung tâm với kết nối Wi-Fi, các nút cảm biến có thể gửi dữ liệu đến Internet thông qua việc truyền thông. Phương pháp sử dụng ứng dụng điện thoại Blynk để kiểm soát các nút cảm biến. Điều này dẫn đến giao tiếp trực tiếp giữa các website để điều khiển nút cảm biến và các nút cảm biến. Bằng cách sử dụng phương pháp này, nó làm giảm chi phí của hệ thống cũng như tăng khả năng tùy chỉnh của dự án.

Có hai điểm khác biệt chính giữa tất cả các cách tiếp cận trước đây và cách tiếp cận này: phương pháp kết nối giữa các nút cảm biến và internet, và các máy chủ phụ thuộc vào máy chủ của bên thứ ba để lưu trữ các trang điều hành như ứng dụng di động và máy chủ webserver. Nhìn chung, các phương pháp tiếp cận trước đây tập trung vào việc đảm bảo kết nối giữa các nút cảm biến và mạng internet bằng cách sử dụng các phương thức giao tiếp khác nhau như Wi-Fi, GSM và XBEE. Các biện pháp này đảm bảo kết nối có độ tin cậy cao. Tuy nhiên, chúng chỉ có thể phục vụ tối đa một kết nối tầm thấp, hơn nữa các phương pháp này tiêu thụ lượng điện năng cao ức chế các nút cảm biến được đặt ở những vị trí có điện sẵn có. Cách tiếp cận này tập trung vào việc tạo ra một mạng có thể hoạt động trong khoảng cách xa với nhiều tín hiệu rất nhỏ bằng cách kết nối các nút cảm biến với nút trung tâm thông qua các mô-đun LoRa. Mô-đun Lora thường sử dụng năng lượng thấp khi gửi tin nhắn, điều này làm giảm tải cho pin ở trên lưới lâu hơn. Bằng cách kết nối nút trung tâm với kết nối Internet qua Wi-Fi, các nút cảm biến có thể gửi dữ liệu lên Internet thông qua LoRa communication.

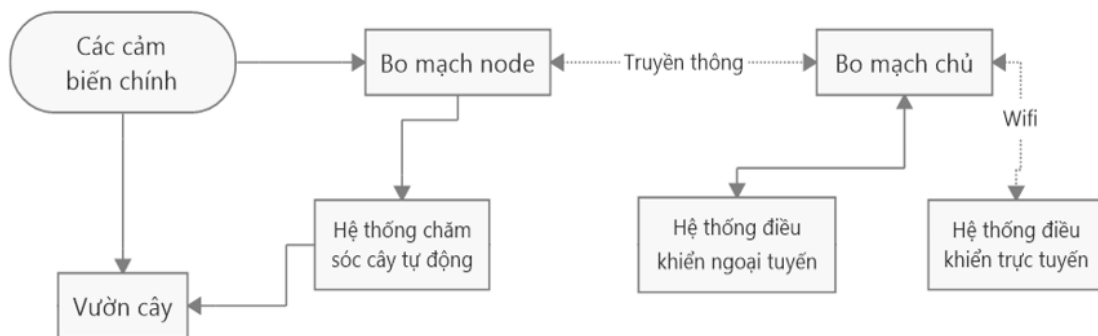
Bằng cách triển khai qua Lora, có thể giải quyết được nhiều vấn đề mà các phương pháp triển khai trước đó đang gặp phải như phạm vi, mức tiêu thụ điện năng, chi phí và độ chính xác của hệ thống tưới.

3. Kiến trúc hệ thống

Kiến trúc hệ thống được mô tả trong hình 1. Các khối sẽ được mô tả trong phần này.



Hình 1a. Kiến trúc hệ thống.



Hình 1b. Kiến trúc hệ thống.

Phần đầu tiên là lấy dữ liệu từ các cảm biến khác nhau được đặt bên trong chậu. Dữ liệu thu thập được từ các cảm biến này được gửi đến hệ thống, hệ thống sẽ thực hiện các thao tác theo yêu cầu. Hệ thống nông nghiệp thông minh bao gồm ba thành phần chính là khối điều khiển, mạch truyền thông và các mạch cảm biến bên trong chậu cây.

Khối các mạch cảm biến bên trong chậu cây gồm có các cảm biến DHT 11 để đo nhiệt độ và độ ẩm môi trường, cảm biến ánh sáng BH1750 đo cường độ ánh sáng và cảm biến đo độ ẩm đất IC LM393. Các cảm biến này cung cấp thông số cụ thể của môi trường cây trồng đến mạch Arduino Uno.

Khối điều khiển bao gồm màn hình LCD, núm điều khiển Joystick và các nút bấm điều chỉnh cung cấp khả năng hiển thị thông số môi trường và khả năng điều khiển cho người dùng được lắp đặt trực tiếp ở khu vực cây trồng. Người dùng cũng có thể kiểm soát hệ thống thông qua điện thoại bằng nền tảng web IOT Platform. Khối điều khiển nhận dữ liệu từ mạch ESP8266.

Sự khác biệt của hệ thống này so với những hệ thống khác nằm ở khối truyền thông khi sử dụng công nghệ Lora. Arduino Uno đóng vai trò là nút chính, ESP8266 là cửa nhận dữ liệu và hai mạch này giao tiếp với nhau qua hai module Lora AS32-TTL-100.

3.1. Khối cảm biến và chăm sóc cây tự động

3.1.1. Arduino Uno



Hình 2. Arduino Uno.

Arduino Uno là đơn vị trung tâm của hệ thống này đóng vai trò xử lý tất cả dữ liệu nhận được từ các cảm biến và tất cả các mô-đun khác được kết nối với Arduino. Các tín hiệu tương tự nhận được từ cảm biến được chuyển đổi thành tín hiệu kỹ thuật số thông qua ADC. Có các giá trị ngưỡng được xác định trước cho các thông số môi trường, nếu kết quả đọc thấp hơn giá trị ngưỡng, một thông báo cảnh báo sẽ được gửi đến cho người dùng và hệ thống sẽ tự động tưới nước.

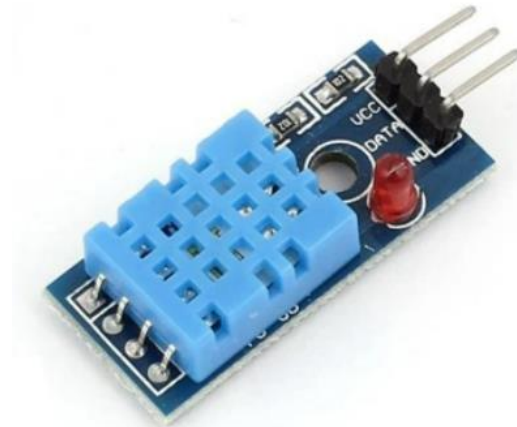


Hình 3. Đấu nối Arduino và các cảm biến.

3.1.2. Các cảm biến

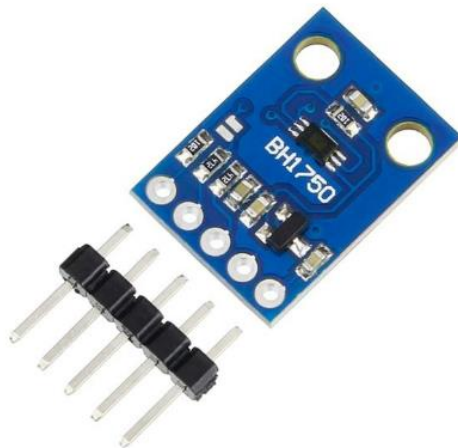
Cảm biến độ ẩm và nhiệt độ được dùng là DHT11 là cảm biến thông dụng dễ dàng giao tiếp với Arduino để đo nhiệt độ và độ ẩm ngay lập tức. DHT11 bao gồm một phần tử cảm biến độ ẩm điện dung và một điện trở nhiệt để cảm nhận nhiệt độ. Tụ điện cảm biến độ ẩm có hai điện cực với chất nền giữ ẩm làm chất điện môi giữa chúng. Thay đổi giá trị điện dung xảy ra với sự thay đổi của các mức độ ẩm. IC đo, xử lý các giá trị điện trở đã thay đổi này và chuyển chúng thành dạng kỹ thuật số.

Arduino giao tiếp với DHT 11 bằng giao tiếp 1-wire qua chân cắm GPIO qua chân tín hiệu D4 và dữ liệu nhận được dưới dạng Digital. Sử dụng phần mềm Arduino và ngôn ngữ C, thư viện DHT.h.



Hình 4. Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm DHT11.

BH1750 là cảm biến ánh sáng được sử dụng để đo cường độ ánh sáng theo đơn vị lux. Cảm biến có ADC nội và bộ tiền xử lý nên giá trị được trả ra là giá trị trực tiếp cường độ ánh sáng lux mà không phải qua bất kỳ xử lý hay tính toán nào thông qua giao tiếp I2C.

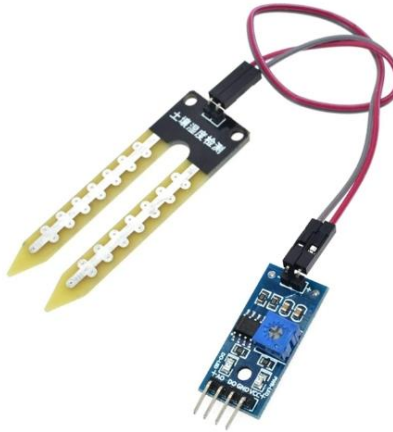


Hình 5. Cảm biến ánh sáng BH1750.

Mô-đun cảm biến độ ẩm đất sử dụng IC chính LM393 là một cảm biến độ ẩm đất dễ sử dụng được lắp trực tiếp vào đất. Cảm biến bao gồm một biến trở để đặt ngưỡng độ ẩm mong muốn. Đầu ra kỹ thuật số có thể được kết nối với một bộ điều khiển vi mô để cảm nhận mức độ ẩm. Cảm biến cũng xuất

ra một đầu ra tương tự có thể được kết nối với ADC của bộ điều khiển vi mô để có được mức độ ẩm chính xác trong đất.

Cảm biến độ ẩm đất và cảm biến ánh sáng sử dụng quang trở đều qua mạch LM393 và trả lại giá trị Digital trực tiếp qua đó ta có thể đặt được điều kiện cho relay để kích hoạt bơm và đèn mà không cần thư viện.



Hình 6. Cảm biến độ ẩm đất IC LM393.

3.2. Khối điều khiển

3.2.1. ESP8266

ESP8266 là một vi điều khiển có tích hợp công nghệ Wifi với đặc tính tương thích với nhiều nền tảng và thường được sử dụng trong các hệ thống IoT. Trong hệ thống ESP8266 đóng vai trò như một vi điều khiển lõi vào nó kết nối với màn hình, module LoRa để nhận thông số từ cảm biến và hiển thị ra màn hình, ESP8266 còn được kết nối với nền tảng IoT Blynk để điều khiển hệ thống qua Internet.



Hình 7. Mô-dul ESP8266 NodeMCU Lua CP2102.

3.2.2. Khởi điều khiển Online

Hệ thống điều khiển từ xa được cung cấp qua nền tảng IoT Blynk với ứng dụng có trên Android, IOS và website để điều khiển Arduino thông qua Internet.



Hình 8. Appconsole Blynk

3.2.3. Khởi điều khiển Offline

Khởi điều khiển bao gồm màn hình LCD, nút điều khiển Joystick và các nút bấm điều chỉnh cung cấp khả năng hiển thị thông số môi trường và khả năng điều khiển cho người dùng được lắp đặt trực tiếp ở khu vực cây trồng.

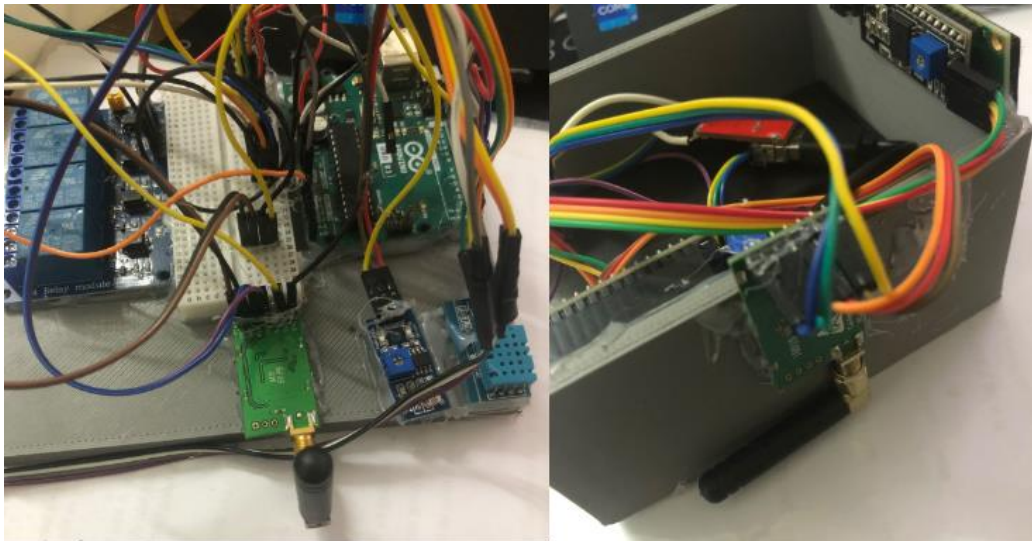


Hình 9. Hệ thống điều khiển Offline.

Hệ thống sử dụng LCD 1602 là một màn hình tích hợp thư viện LiquidCrystal - thư viện điều khiển LCD trên ESP8266. Người sử dụng có thể lập trình các module LCD ô vuông một cách nhanh chóng mà không cần phải lập trình nhiều. Sử dụng IC HD44780 để viết với thư viện LiquidCrystal để code giao diện cho màn hình.

3.3. Khối truyền thông

Hệ thống sử dụng hai module Lora AS32-TTL-100 để truyền thông dữ liệu giữa ESP8266 và Arduino Uno. Ở Arduino, để board hoạt động truyền nhận bình thường ta cần set 2 chân M0 và M1 về mức 0, ngoài ra ta có thể kết nối 2 chân này với 2 chân GPIO của vi điều khiển để cài đặt các chế độ hoạt động của module. Trên Board ESP8266 Node MCU có các chân Digital được sử dụng để làm chân đầu vào và đầu ra. Giá trị điện áp trên mỗi chân là 5V, dòng trên mỗi chân là 20mA và bên trong có điện trở kéo lên là 20-50 ohm. Dòng tối đa trên mỗi chân I/O không vượt quá 40mA để tránh trường hợp gây hỏng board mạch.



Hình 10. Đầu nối Arduino và ESP8266 với module LoRa.

Module LoRa AS32-TTL-100 giao tiếp với Arduino bằng giao thức UART qua RX, TX sử dụng thư viện E32.h dữ liệu từ các cảm biến được xử lý thành các chuỗi bao gồm 9 ký tự được mã hóa và truyền đi khi gateway nhận được các chuỗi dữ liệu đó sẽ được xử lý.

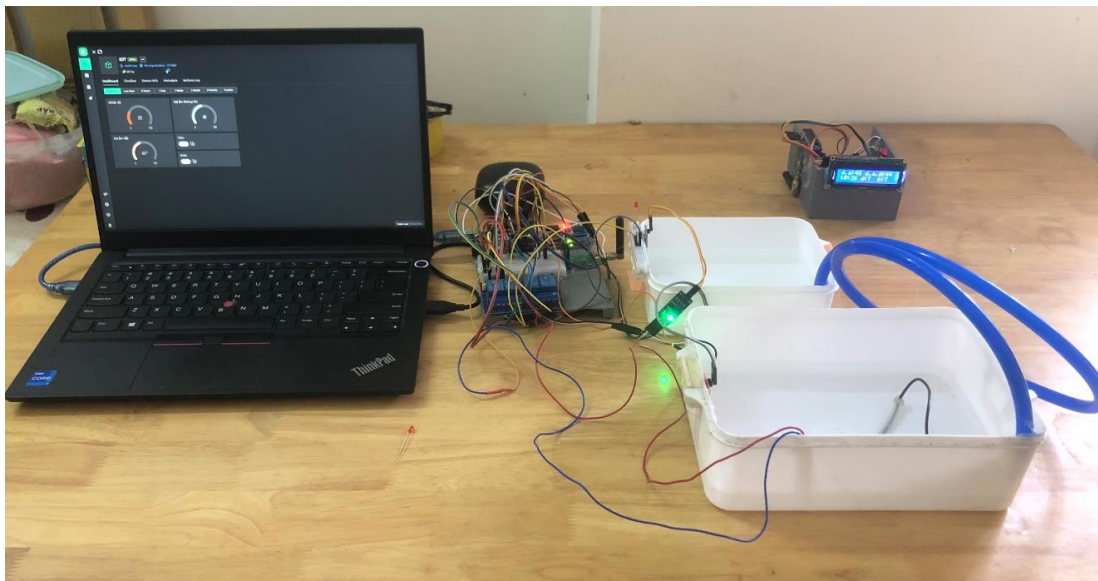
3.4. Những linh kiện phần cứng khác

- Relay 4 kênh
- Đèn led
- Máy bơm
- chân cắm GPIO
- Nguồn
- Pin
- Chậu cây

Hệ thống phần cứng được gắn định hình lại với nhau trên các khối nhựa in 3D và sử dụng keo nền để gắn kết.

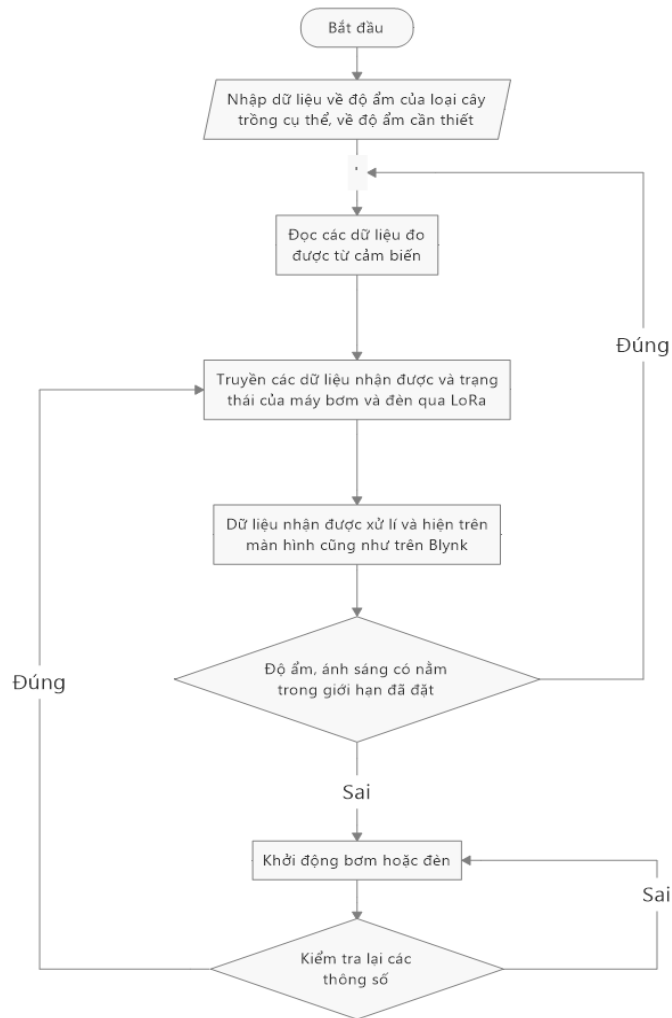
4. Đánh giá hệ thống

Mô hình hệ thống và lưu đồ hệ thống sau khi tiến hành như *hình 11, 12*.



Hình 11. Mô hình hệ thống.

Khởi động hệ thống người dùng sẽ đặt ra một ngưỡng độ ẩm và ánh sáng phù hợp với loại cây sử dụng. Sau đó các cảm biến sẽ tiến hành đo và trả lại các giá trị. Màn hình LCD 16 hàng, 2 cột hiện thị dữ liệu: độ ẩm không khí, độ ẩm đất, nhiệt độ, đèn, bơm.



Hình 12. Lưu đồ hệ thống.

Các cảm biến đọc dữ liệu với độ chính xác lên đến 90%. Các thông số về độ ẩm, độ ẩm đất, nhiệt độ, đèn và bơm trong chậu cây được hiển thị đầy đủ trên LCD. Hệ thống không yêu cầu cao về thời gian thực tuy nhiên giao tiếp LoRa đưa ra độ trễ thấp và vùng phủ lên đến 1km.



Hình 13. Màn hình hiển thị.

5. Kết luận

Kết quả cho thấy hệ thống hoàn thành được cơ bản các nội dung đề tài đặt ra. Tuy nhiên, do giới hạn về mặt thời gian và kinh phí, hệ thống vẫn chưa thể đưa vào thực tiễn. Trong tương lai chúng em dự định sẽ hoàn thiện nền tảng giao tiếp giữa người dùng với hệ thống và phát triển mạng lưới truyền thông tập trung về một nút LoRa.

Tham khảo

- [1] N. Kaewmard and S. Saiyod, "Sensor data collection and irrigation control on vegetable crop using smart phone and wireless sensor networks for smart farm," 2014 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE), 2014 IEEE Conference on Wireless Sensors (ICWiSE), 2014, pp. 106-112, doi: 10.1109/ICWISE.2014.7042670.
- [2] Seenu, N. and Mohan, M. and Jeevanath, V. (2018) "Android Based Intelligent Irrigation System". (Volume 119 No. 7 2018, 67-71). Retrieved from International Journal of Pure and Applied Mathematics.
- [3] Kodali, Ravi and Sahu, Archana. (2016). An IoT based soil moisture monitoring on Losant platform. 764-768. 10.1109/IC3I.2016.7918063.
- [4] Kansara, K. and Zaveri, V. and Shah, S. and Delwadkar, S. and Jani, K. (2015). Sen-sor based Automated Irrigation System with IOT: A Technical Review. International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 6 (6), 2015.
- [5] Abdallah, B. (2019) "IoT-based smart Irrigation Control System using LoRa communication". Thesis for Bachelor, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.10305.17766.