INTELLIGENT PLANTS FOR CLEAN VEGETABLES FOR APARTMENTS WITH INTERNET OF THINGS TECHNOLOGY

Hoang Van Thuc*, Dao Thi Phuong, Doan Thi Thanh Thao
TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO

Received: 08/4/2021

Revised: 31/5/2021

Published: 31/5/2021

KEYWORDS

IoT solutions for clean vegetable growing systems

Internet of things technology

Clean vegetable growing equipment at home

Smart vegetable pots

FireBase web

ABSTRACT

Currently, along with the development of science and technology in general, electronic technology plays an important role in all fields such as industry, agriculture, life, information management. However, in recent years, the scale as well as quality and output of our country's agriculture have always been lower than that of other countries, the main reason is that our country's production technology is too out of date, mainly based on hands and feet. So hence, the inclusion of science and technology in agriculture is extremely necessary. This papper presents research results and design of smart cabinets to grow clean vegetables for apartments using IoT technology to provide safe food sources for family health and create fresh air for House. Besides, in each vegetable growing cabinet, there is a function of reading temperature, air humidity, light and soil moisture through sensors and the data is displayed directly on the LCD screen. At the same time, the data is also displayed on the application interface, creating favorable conditions for users to monitor the system remotely via the Internet.

THIẾT KẾ TỦ THÔNG MINH TRỒNG RAU SẠCH CHO CĂN HỘ CHUNG CƯ ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ INTERNET OF THINGS

Hoàng Văn Thực*, Đào Thị Phượng, Đoàn Thị Thanh Thảo
Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông - ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 08/4/2021

Ngày hoàn thiện: 31/5/2021

Ngày đăng: 31/5/2021

TỪ KHÓA

Giải pháp IoT cho hệ thống trồng rau sạch

Công nghệ vạn vật kết nối Internet

Thiết bị trồng rau sạch tại nhà

Chậu trồng rau thông minh

Web FireBase

TÓM TẮT

Hiện nay cùng với sự phát triển của các ngành khoa học kỹ thuật nói chung thì công nghệ kỹ thuật điện tử đóng vai trò quan trọng trong mọi lĩnh vực như: công nghiệp, nông nghiệp, đời sống, quản lý thông tin. Tuy nhiên, trong nhiều năm gần đây quy mô cũng như chất lượng và sản lượng nông nghiệp của nước ta luôn thấp hơn so với các nước khác mà nguyên nhân chính là việc công nghệ sản xuất của nước ta quá lạc hậu, chủ yếu dựa vào tay chân. Nên việc đưa khoa học kỹ thuật vào nông nghiệp là vô cùng cần thiết. Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu và thiết kế tủ thông minh trồng rau sạch cho căn hộ chung cư ứng dụng công nghệ IoT nhằm mục đích cung cấp nguồn thực phẩm an toàn cho sức khỏe gia đình và tạo ra không khí trong lành cho ngôi nhà. Bên cạnh đó, trong mỗi tủ trồng rau có chức năng đọc nhiệt độ, độ ẩm không khí, ánh sáng và độ ẩm đất thông qua các cảm biến và dữ liệu được hiển thị trực tiếp trên màn hình LCD. Đồng thời dữ liệu cũng được hiển thị trên giao diện ứng dụng tạo điều kiện thuận lợi cho người dùng có thể giám sát hệ thống từ xa thông qua Internet.

DOI: https://doi.org/10.34238/tnu-jst.4287

* Corresponding author. *Email: hvthuc@ictu.edu.vn*

1. Giới thiệu

Ở Việt Nam có rất nhiều các hệ thống trồng rau sạch như: Mô hình trồng rau thủy canh BKFAST do Đại học bách khoa sáng chế, hệ thống trồng rau thủy canh của viện nông nghiệp và rất nhiều các hệ thống trồng rau khác. Tuy nhiên các hệ thống này cần diện tích rộng và chi phí lắp đặt lớn. Vì vậy khả năng ứng dụng trong thực tế chưa rộng rãi [1]. Trong nghiên cứu này Chúng tôi thiết kế hệ thống tủ thông minh trồng rau sạch cho căn hộ chung cư ứng dụng công nghệ Internet Of Things. Hệ thống có tính ổn định cao, độ chính xác tin cậy, giao diện trực quan, giá thành hợp lý, diện tích lắp đặt tương đối nhỏ và có thể ứng dụng rộng rãi trong thực tế [2].

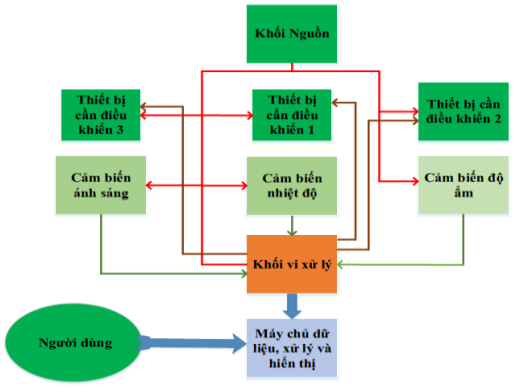
Hệ thống này bắt nguồn ý tưởng từ IoT sẽ tối ưu cơ sở hạ tầng kết nối sẵn có thông qua việc ứng dụng và tích hợp thêm các cảm biến, bộ truyền động, công nghệ truyền dữ liệu trên các thiết bị này. Trong đó, sự hội tụ các công nghệ cho thu thập dữ liệu, phân tích và vận dụng, điều khiển tự động hoá, các hệ thống nhúng, truyền thông, sự ổn định, độ tin cậy và bảo mật đã tạo thành công nghệ IoT [3]. Kết quả thực nghiệm và khảo sát hệ thống trên nhiều đối tượng tương đối phù hợp với kết quả mô phỏng. Các sai số xảy ra có thể từ nhiều nguyên nhân khác nhau. Nếu được điều chỉnh tốt, ý tưởng này kết hợp với mô hình trang trại thực tế với quy mô lớn sẽ trở thành một hệ thống lớn đáp ứng nhu cầu điều khiển, quản lý tất cả các thiết bị một cách hiện đại sẽ nâng cao đời sống tiện ích trong nông nghiệp. Vì vậy, IoT được tin tưởng và kỳ vọng sẽ mang lại lợi ích lớn trong nông nghiệp công nghệ cao và các ngành sản xuất khác, đặc biệt là ở các nước đang phát triển như Việt Nam [4], [5]. Đóng góp mới của nghiên cứu này là việc tích hợp áp dụn các kỹ thuật IoT trong thiết bị trồng rau sạch. Chẳng hạn, tín hiệu bật, tắt thiết bị điện tự động không đòi hỏi thao tác trực tiếp trên hệ thống [6], kỹ thuật thiết kế dựa trên nền tảng cấu trúc của truyền thông IoT [7], sử dụng giao diện đồ họa cho phép thực thi trên nền tảng Android [8], truy cập qua mạng Wifi [9] và Internet [10].

2. Mô hình hệ thống

Mô hình hệ thống nghiên cứu được mô tả trên Hình 1 nhằm mục đích thu thập và xử lý dữ liệu sử dụng công nghệ truyền thông IoT.

Hệ thống sử dụng cho mô hình tủ trồng rau cho căn hộ chung cư, ý tưởng này kết hợp với mô hình trang trại thực tế với quy mô lớn sẽ trở thành một hệ thống lớn đáp ứng nhu cầu điều khiển, quản lý tất cả các thiết bị một cách hiện đại, nâng cao đời sống tiện ích trong trồng trọt. Hệ thống sẽ thu thập và xử lý dữ liệu sử dụng công nghệ truyền thông IoT. Ngoài ra hệ thống còn có máy chủ dữ liệu sử dụng App Inventor.

Hình 1. *Mô hình hệ thống*



Hình 2. *Sơ đồ khối thiết kế hệ thống*

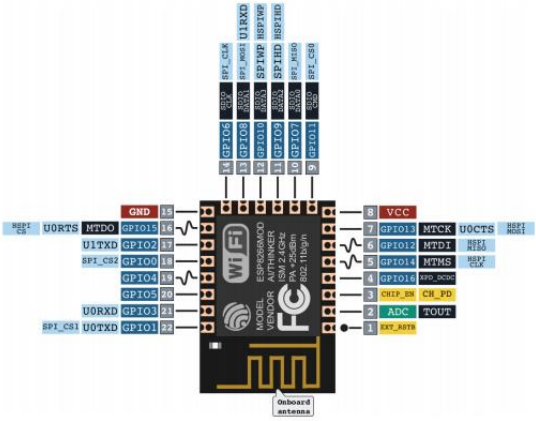
2.1. Thiết kế hệ thống

Với ý tưởng xây dựng một hệ thống theo kiến trúc tham chiếu như trên thì sơ đồ khối của hệ thống như Hình 2 gồm 3 khối chính. Trong đó, khối thu thập dữ liệu chính là các nút cảm biến, sau đó đưa dữ liệu lên máy chủ dữ liệu, tại đây máy chủ sẽ có cơ chế lưu trữ và xử lý.

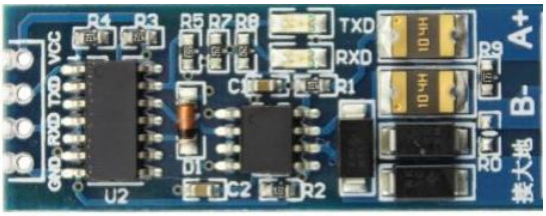
2.2. Quy trình hoạt động của hệ thống

Khi cấp điện vào hệ thống, khởi động module wifi ESP8266, cảm biến nhiệt độ - độ ẩm DHT11, LCD,... Sau khi khởi động xong, mặc định sẽ hiển thị giá trị cảm biến trên LCD và hệ thống chạy chế độ tự động. Muốn đổi chế độ thì nhấn phím chế độ điều khiển tương ứng với chức năng chế độ tay, sau đó chỉ nhấn nút trên bảng điều khiển thì có thể điều khiển trực tiếp.

Module ESP8266



Hình 3. *Sơ đồ chân Module 8266*



Hình 4. *Sơ đồ chân của module UART TTL RS4-85 V2*

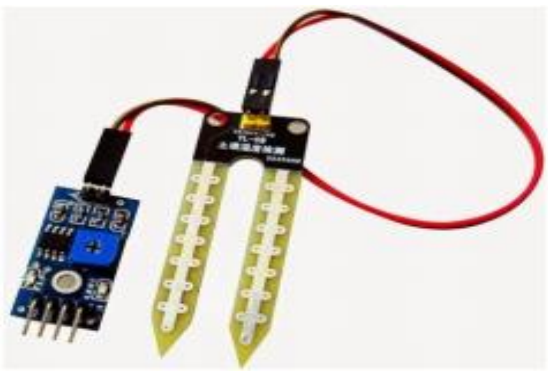
Trên Hình 3 là Mạch được điều khiển bởi Module Node MCU ESP8266 đóng vai trò điều khiển trung tâm (Master), sẽ tiếp nhận giao tiếp với các module Node MCU ESP8266 khác (Slave) thông qua chuẩn truyền Modbus. Các slave sẽ giao tiếp với các module như cảm biến nhiệt độ - độ ẩm, cảm biến độ ẩm đất, cảm biến ánh sáng và truyền thông số lại cho Master để hiển thị lên LCD. Còn Master sẽ gửi chức năng để yêu cầu slave thực hiện điều khiển.

Module UART TTL RS-485 TO V2

Trên Hình 4 Mạch chuyển giao tiếp UART TTL to RS485 V2 được thiết kế với khả năng chống nhiễu cao, tích hợp các bộ đệm, Cầu chì tự phục hồi, Diode chống nhiễu giúp hệ thống chạy ổn định, an toàn hơn và không làm cháy board điều khiển trung tâm. Phần chân giao tiếp RS485 trên mạch có chân Mass, nếu hệ thống có đường dây mass tiếp đất thì có thể sử dụng để nối vào chân Mass này giúp tăng khả năng chống nhiễu và chống sét. Mạch hỗ trợ kết nối nhiều điểm RS485 trên đường Bus, mạch được thiết kế để các điểm có thể nối "nóng" mà không sợ hiện tượng module bị chết khi chưa ngắt đường truyền tổng.

Module LCD 2004-20X4

Hình 5. *Hình ảnh mặt trước của LCD 20x4*



Hình 6. *Cảm biến độ ẩm đất*

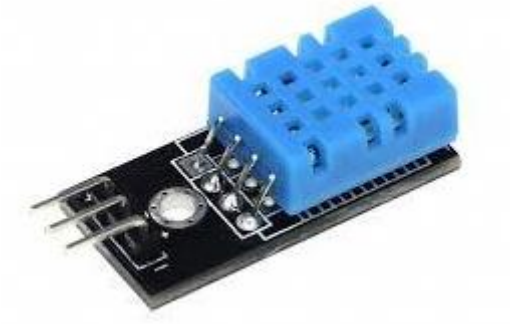
Ở bài báo sử dụng LCD 20x4 như Hình 5 có nghĩa là có 4 hàng, mỗi hàng có 20 kí tự. Màn hình LCD 20x4 sử dụng IC Driver HD44780. Hỗ trợ giao tiếp dữ liệu 4 bits và 8 bit có khả năng hiển thị 4 dòng, mỗi dòng 20 ký tự màn hình có độ bền cao, màn hình LCD 20x4 bao gồm bộ điều khiển và các vùng nhớ.

Cảm biến độ ẩm đất

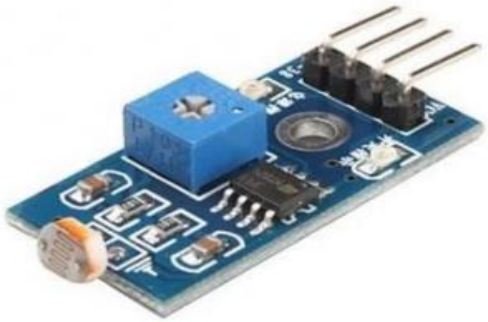
Trên Hình 6 là Module cảm biến độ ẩm đất có thể được sử dụng cho các ứng dụng nông nghiệp, tưới nước tự động cho các vườn cây khi đất khô, hoặc dùng trong các ứng dụng của hệ thống nhà thông minh. Module cảm biến độ ẩm đất gồm hai phần:

Đầu dò: Hai đầu đo của đầu dò được cắm vào đất để phát hiện độ ẩm. Dùng dây nối giữa cảm biến và module chuyển đổi, khi độ ẩm của đất đạt ngưỡng thiết lập, đầu ra DO sẽ chuyển trạng thái từ mức thấp lên mức cao. Thông tin về độ ẩm đất sẽ được đọc về và gởi tới module chuyển đổi.

Cảm biến nhiệt độ - độ ẩm (DHT11)



Hình 7. *Cảm biến DHT11*



Hình 8. *Cảm biến ánh sáng*

Trên Hình 7 là DHT11 cảm biến nhiệt độ, độ ẩm rất thông dụng hiện nay vì chi phí rẻ và rất dễ lấy dữ liệu thông qua giao tiếp 1-wire (Giao tiếp digital 1-wire truyền dữ liệu duy nhất). Cảm biến được tích hợp bộ tiền xử lý tín hiệu giúp dữ liệu nhận về được chính xác mà không cần phải qua bất kỳ tính toán nào.

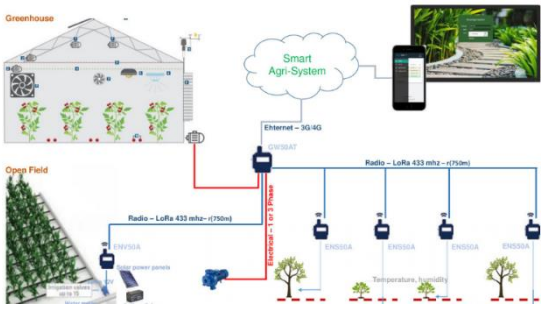
Cảm biến ánh sáng

Trên Hình 8 Cảm biến ánh sáng sử dụng quang trở có khả năng thay đổi điện trở theo cường độ ánh sáng chiếu vào. Tín hiệu xuất ra của cảm biến là digital HIGH (5V) và LOW tượng trưng cho các trạng thái bật, tắt thiết bị điện tự động mà không cần phải thao tác trực tiếp trên hệ thống [6].

2.3. Giải pháp công nghệ cho truyền thông IoT

Từ những phân tích và thiết kế trên, bài báo đã đưa ra giải pháp công nghệ cho truyền thông IoT được mô tả dưới Hình 9. Hệ thống được thiết kế dựa trên nền tảng cấu trúc của truyền thông IoT. Từ lớp IoT devices đến lớp IoT gateway đến lớp IoT network và cuối cùng là lớp IoT application [7].

Trên Hình 10 là hình ảnh thực tế của sản phẩm: Tủ thông minh trồng rau sạch cho căn hộ chung cư ứng dụng công nghệ Internet Of Things. Mô hình được làm bằng gỗ và mica được ghép với nhau. Ống tưới PVC đường kính 8mm với 08 đầu tưới nhỏ giọt. Bộ điều khiển Module Node MCU ESP8266 và chế độ bơm hẹn giờ tự động. Hệ thống có thể tự động điều khiển tùy thuộc vào các thông số của môi trường được hiển thị trên màn hình LCD 20x4.



Hình 9. *Sơ đồ giải pháp công nghệ cho truyền thông IoT*

Hình 10. *Hình ảnh thực tế của sản phẩm*

3. Truyền thông Internet

Qúa trình truyền thông lên Internet mô tả trên Hình 11 được thực hiện khi thu thập dữ liệu từ Arduino, và thông qua một trang web để có thể theo dõi hệ thống từ xa. Công cụ hỗ trợ này để có thể lưu trữ dữ liệu lâu dài và hiển thị dữ liệu một cách trực quan cho người dùng. Có một số trang web cung cấp máy chủ miễn phí mà ta có thể sử dụng như : Xilely, 2lemetry, exosite, carritots, grovestream, thingspeak, opennenergymonitor, App Inventor. Ở đây chúng tôi sử dụng nền tảng App Inventor cho nghiên cứu này.

Hình 11. *Truyền thông lên Internet với Giao diện phần mềm Inventor*

Hình 12. *Giao diện thiết kế*

Với giao diện đồ họa được thể hiện trên Hình 12, nền tảng cho phép người dùng kéo và thả các khối mã (blocks) để tạo ra các ứng dụng có thể chạy trên thiết bị Android [8].

Giao diện có thể chia ra thành 4 thành phần chính:

Palette: Chứa các đối tượng để thiết kế ứng dụng

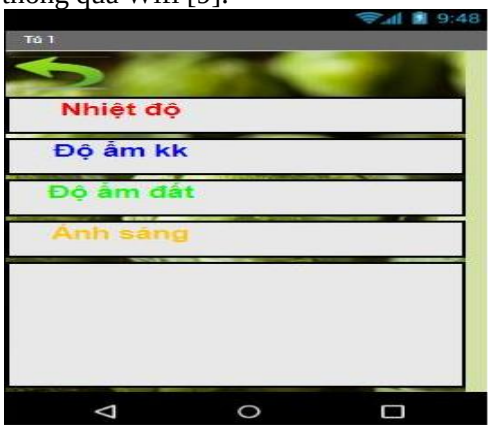
Properties: Chứa các thuộc tính của đối tượng đang được chọn.

Screen Viewer: Nơi cho phép thiết kế screen cho ứng dụng của mình bằng cách kéo thả các đối tượng vào.

Components: Nơi bạn quản lý screen và chế độ thiết kế/ khối lệnh.

Qua giao diện màn hình các tủ ở Hình 13 có thể thu thập được nhiệt độ và độ ẩm, ánh sáng, độ ẩm đất từ môi trường và truyền nhận dữ liệu cho tủ điều khiển.

Các yếu tố của môi trường như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, độ ẩm đất bằng cách: Khi nhiệt độ quá cao thì bật quạt để giảm nhiệt độ, trời tối thì tự động bật đèn và ngược lại và thời gian đúng với thời gian cài đặt sẽ tự động tưới nước. Hệ thống tưới nước tự động chính xác theo thời gian. Có thể điều chỉnh bằng tay các thiết bị trực tiếp thông qua bảng điều khiển và giám sát từ xa các thông số của môi trường thông qua Internet. Thiết kế được ứng dụng điện thoại để giám sát từ xa bằng điện thoại thông minh thông qua Wifi [9].



Hình 13. *Giao diện màn hình các tủ*

4. Mô hình thực nghiệm sử dụng truyền thông IoT

Mô hình thực nghiệm dựa trên cấu trúc nền tảng của truyền thông IoT ứng dụng trong nông nghiệp, cụ thể là sử dụng cảm biến độ ẩm, cảm biến nhiệt độ và cảm biến ánh sáng để giám sát các thông số độ ẩm đất, độ ẩm không khí, ánh sáng và nhiệt độ cho mô hình tủ trồng rau. Từ các giá trị thu về của cảm biến mà ta có thể thấy được qua Internet người theo dõi sẽ đưa ra quyết định điều khiển thiết bị để thay đổi các tham số đó [10].

Ví dụ như theo dõi tham số truyền về của cảm biến độ ẩm. Nếu thấy độ ẩm thấp quá mức quy định (trong trường hợp này là cho cây rau xà lách có độ ẩm thích hợp tối thiểu là 60% và lớn nhất là 80%) dựa trên đặc tính này mà khi độ ẩm báo về nhỏ hơn 60% thì hệ thống gửi đi lệnh điều khiển máy bơm nước để tăng độ ẩm cho đất, khi độ ẩm lớn hơn 80% thì đưa ra lệnh tắt máy bơm nước. Thời gian trễ kênh truyền là 3s (tức là lệnh điều khiển cũng như thời gian truyền dữ liệu sẽ được thực hiện sau 3s) nên đáp ứng được yêu cầu của hệ thống. Điều này là chấp nhận được vì hệ thống không yêu cầu quá khắt khe về tính thời gian thực. Hệ thống có thể điều khiển một cách tự động, tuy nhiên để chủ động và không lãng phí thì chúng tôi chọn phương pháp điều khiển thủ công. Ví dụ kiểm tra thông số độ ẩm gửi về từ cảm biến là nhỏ 60% nhưng không đưa ra lệnh điều khiển máy bơm nước vì thấy trời sắp mưa do đó sẽ chủ động hơn và giảm được chi phí hơn, đó là lý do tại sao chúng tôi chọn phương pháp điều khiển thủ công. Mặc dù hệ thống hoàn toàn làm việc này một cách tự động là khi giá trị cảm biến độ ẩm gửi về nhỏ hơn 60% thì máy bơm sẽ tự động bật và khi độ ẩm đạt 80% thì rơle sẽ tự động ngắt máy bơm mà không cần bất kỳ thao tác nào của người sử dụng, nhưng trong một số trường hợp thì việc tự động này sẽ gây ra lãng phí không cần thiết như đã nêu ra ở trên. Cũng tương tự như độ ẩm thì ta thay đổi ánh sáng và nhiệt độ theo thời tiết của từng ngày. Quá trình theo dõi và điều khiển được thể hiện qua bảng 1 là kết quả chạy thực nghiệm của hệ thống. Được thực hiện trên các Nút nhấn của: Đèn, máy bơm, quạt, Mod. Các thông số môi trường được hiển thị trên Led và App điện thoại.

Nhìn chung mô hình hoạt động đạt 100% yêu cầu đề ra ban đầu. Độ ổn định đạt 87,9%. Hệ thống sử dụng nguồn cấp nhỏ từ 12V trở xuống nên an toàn cho người sử dụng trước nguy cơ điện giật. Ứng dụng điện thoại giám sát hệ thống có giao diện dễ sử dụng và quan sát. Ứng dụng trên điện thoại hoạt động tốt có thể dễ dàng điều khiển từ xa theo mong muốn của người dùng.

Thời gian điều khiển trong khoảng 2 - 3 giây. Thời gian đáp ứng khi cập nhật dữ liệu lên website liên tục mỗi khi có người cập nhật thì lâu hơn một chút khoảng từ 4 - 5 giây.

Bảng 1. *Kết quả chạy thực nghiệm*

Số lần	Nội dung	Kết quả
30	Nhấn nút menu	27/20
30	Nhấn nút A/M	21/30
30	Nhấn nút Đèn	27/30
30	Nhấn nút Bơm	28/30
30	Quạt	28/30
30	Mod	25/30
30	Up	24/30
30	Dw	25/30
30	Hiển thị thông số môi trường lên Led	30/30
30	Hiển thị thông số môi trường lên App điện thoại	30/30

5. Kết luận

Bài báo nghiên cứu thiết kế hệ thống tủ thông minh trồng rau sạch cho căn hộ chung cư dựa trên nền tảng IoT, những kỹ thuật truyền thông đã được áp dụng giải quyết được nhiều hạn chế của các phương pháp giám sát cho thiết bị trồng rau nói riêng và trong nông nghiệp nói chung trước đây. Mở ra nhiều ứng dụng mới trong ngành nông nghiệp ở Việt Nam hiện nay. Hệ thống được thiết kế độ ổn định cao, độ chính xác tin cậy giao diện trực quan và có thể dễ dàng mở rộng tùy biến các ứng dụng khác thuận tiện hơn. Kết quả thực nghiệm và khảo sát trên nhiều đối tượng tương đối phù hợp với kết quả mô phỏng. Các sai số xảy ra có thể từ nhiều nguyên nhân khác nhau.

Công nghệ truyền thông IoT phát triển rất mạnh mẽ và có tính ứng dụng cao trong nông nghiệp. Vì vậy nghiên cứu có thể được phát triển, mở rộng thêm như: Thiết kế nguồn điện dự phòng khi mất điện và sử dụng các nguồn năng lượng sạch như năng lượng gió, năng lượng mặt trời để thay thế. Thiết kế một trang web riêng có thể hiển thị, cập nhật thông tin từ thực tế như giá cả đầu ra và đầu vào. Cập nhật các loại giống cây mới, các đặc tính sinh học và chế độ chăm sóc riêng cho từng loại cây.

Tuy nhiên, đây chỉ là giao tiếp giữa *Module Node MCU ESP8266* với internet. Chúng ta hoàn toàn có thể đo nhiều dữ liệu khác và điều khiển arduino linh hoạt hơn nữa để tạo nhiều sản phẩm hữu ích hơn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

[1] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista, and M. Zorgi, "Internet of things for smart cities," *IEEE IoT-J.*, vol. 1, no. 1, pp. 22-32, 2014.

[2] Malhotra, S. Som, and S. K. Khatri, "IOT-enabled engineering for agriculture," *Journal Information Systems and Computer Networks (ISCON)*, vol. 2, no. 3, pp. 129-133, 2019.

[3] X. Wang and Liu, "The application of internet of things in agricultural means of production supply chain management," *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, vol. 6, no. 7, pp. 2304-2310, 2014.

[4] S. R. Prathibha, A. Hongal, and M. P. Jyothi, "IOT Based Monitoring System in Smart Agriculture," *International Conference on Recent Advances in Electronics and Communication Technology ICRAECT*, 2017, pp. 81-84.

[5] K. E. Adetunji and M. K. Joseph, "Development of a Cloud-Based Monitoring System Using 4Duino: Applications in Agriculture," *Advances in Big Data Computing and Data Communication Systems (icABCD) 2018 International Conference*, 2018, pp. 4849-4854.

[6] D. P. Nguyen, *Microprocessor Textbook*. Publishing National University Ho Chi Minh City, 2016.

[7] R. Gunawan, I. Taufik, E. Mulyana, O. T. Kurahman, M. A. Ramdhani, and Mahmud, "Chatbot Application on Internet Of Things (IoT) to Support Smart Urban Agriculture," *2019 IEEE 5th International Conference on Wireless and Telematics (ICWT)*, 2019, pp. 1-6.

[8] J. M. Talavera et al., "Review of IoT applications in agro-industrial and environmental fields," *Comput Electron Agric*, vol. 142, no. 7, pp. 283-297, 2017.

[9] Malhotra, S. Som, and S. K. Khatri, "IOT Aided Techniques for Agriculture," *4th International Conference on Information Systems and Computer Networks (ISCON)*, 2019, pp. 129-133.

[10] S. Gertphol, P. Chulaka, and T. Changmai, "Predictive models for Lettuce quality from Internet of Things-based hydroponic farm," *22nd International Computer Science and Engineering Conference (ICSEC)*, 2018, pp. 1-5.