

STUDY TO BUILD A CONTROL AND MONITORING SYSTEM OF POULTRY INCUBATOR BASED ON INTERNET OF THINGS

Le Hoang Hiep*, Ho Mau Viet, Nguyen Thi Dung

TNU - University of Information and Communication Technology

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received: 25/10/2021	In this paper, we focus on building a system capable of controlling and monitoring important parameters related to poultry incubation such as temperature, humidity, egg turning, light, ventilation and cool eggs. The product design of this study inherits and promotes the advantages of commercialized products on the market such as the application of Internet of Things technology to build a system for accurate results, fast time, high reliability, reasonable price. The system's functions when built, will meet real-time requirements such as: actual data from the incubator can be monitored directly or remotely via Web application or SmartPhone. Through which the user can adjust the parameters on the system so that the incubation process achieves the highest success rate. The experimental results show that the system operates stably and meets the requirements set forth by the design. The actual product is highly rugged, easy to install, operate, maintain and maintain when in use.
Revised: 19/4/2022	
Published: 21/4/2022	
KEYWORDS	
Computer science	
Internet of Things	
Egg incubator	
Monitor	
Control	

NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÀ GIÁM SÁT LỒNG ẤP TRỨNG GIA CẦM ỨNG DỤNG CÔNG NGHỆ MẠNG KẾT NỐI VẠN VẬT

Lê Hoàng Hiệp*, Hồ Mậu Việt, Nguyễn Thị Dung

Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO	TÓM TẮT
Ngày nhận bài: 25/10/2021	Trong bài báo này, chúng tôi tập trung nghiên cứu xây dựng một hệ thống có khả năng điều khiển và giám sát các thông số quan trọng liên quan tới quá trình ấp trứng gia cầm như nhiệt độ, độ ẩm, khâu đảo trứng, ánh sáng, thông gió và làm mát trứng. Thiết kế sản phẩm của nghiên cứu này kế thừa và phát huy được các ưu điểm của các sản phẩm đã được thương mại hóa trên thị trường như ứng dụng công nghệ mạng kết nối vạn vật để xây dựng hệ thống cho kết quả chính xác, thời gian nhanh chóng, độ tin cậy cao, giá thành hợp lý. Các chức năng của hệ thống khi xây dựng xong sẽ đáp ứng được các yêu cầu theo thời gian thực như: dữ liệu thực tế từ lồng ấp có thể theo dõi trực tiếp hoặc từ xa thông qua ứng dụng Web hoặc SmartPhone. Thông qua đó, người sử dụng có thể điều chỉnh các thông số trên hệ thống để quá trình ấp trứng đạt được tỉ lệ thành công cao nhất. Kết quả thực nghiệm đánh giá cho thấy hệ thống hoạt động ổn định, đáp ứng được các yêu cầu đề ra theo nghiên cứu thiết kế. Sản phẩm thực tế có độ chắc chắn cao, dễ lắp đặt, vận hành, bảo dưỡng và bảo trì khi sử dụng.
Ngày hoàn thiện: 19/4/2022	
Ngày đăng: 21/4/2022	
TỪ KHÓA	
Khoa học máy tính	
Mạng kết nối vạn vật	
Lồng ấp trứng	
Giám sát	
Điều khiển	

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.5203>

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

1. Giới thiệu

Hiện nay, việc ứng dụng các tiến bộ khoa học kỹ thuật vào trong nông nghiệp đã và đang diễn ra khá mạnh tại Việt Nam. Điển hình đó là ứng dụng công nghệ thông tin, công nghệ mạng kết nối vạn vật (*Internet of Things - IoT*) vào việc xây dựng, thiết kế các thiết bị, máy móc phục vụ phát triển kinh tế để đạt được năng suất và sản lượng cao, giúp người nông dân tăng thêm thu nhập. Đây cũng là bài toán mà các nhà nghiên cứu và các nhà phát triển đang làm rất tích cực [1]-[3]. Các sản phẩm hoặc các nghiên cứu đã công bố về máy ấp trứng gia cầm hiện nay hầu như là các sản phẩm đã được thương mại hóa, giá thành khá đắt đỏ và thường chỉ áp dụng tại các doanh nghiệp có đầu tư quy mô lớn, phải bỏ chi phí để mua lại công nghệ sản xuất máy, có thể áp một lúc từ 1500-2000 quả trứng trong một lồng ấp trứng. Đây chính là những yếu điểm, hạn chế mà khó áp dụng tại các hộ gia đình ở các vùng quê có kinh tế hạn hẹp, bà con khó có thể đầu tư được.

Mục tiêu của nghiên cứu này là kế thừa và phát huy các tính năng của các sản phẩm hoặc nghiên cứu trước đó như: linh kiện và công nghệ sử dụng có giá thành thấp, dễ tìm mua; dữ liệu thu thập thông qua thời gian thực, người dùng có thể quan sát và theo dõi ở bất kỳ nơi đâu (ở xa) thông qua mạng Internet (sử dụng ứng dụng Web/App của hệ thống); quy trình sử dụng đơn giản; có thể sản xuất hàng loạt với giá thành rẻ và rất phù hợp với các hộ gia đình tại các vùng quê Việt Nam. Hơn nữa, tính mới trong nghiên cứu này là hệ thống có thể sử dụng cho việc ấp mọi loại trứng gia cầm, thay vì chỉ một loại như các sản phẩm, nghiên cứu đã được công bố trước đó; Hệ thống có camera giám sát hình ảnh bên trong lồng ấp mà không cần phải mở nắp, giúp cho lồng ấp trứng hạn chế thất thoát nhiệt, nâng cao hiệu quả cho lồng ấp trứng; Một kỹ thuật viên có chuyên môn về chăn nuôi có thể tư vấn, hỗ trợ kỹ thuật cho nhiều hộ gia đình từ xa thông qua mạng Internet. Dựa trên các yếu tố của việc ấp trứng trong tự nhiên do các loài gia cầm thực hiện, máy ấp trứng sẽ đáp ứng được các yêu cầu về kỹ thuật tương tự [4], [5]. Các loại trứng gia cầm khác nhau sẽ có các yêu cầu khác nhau về độ ẩm, nhiệt độ và thời gian ấp trứng nở. Về cơ bản, khi thiết kế máy ấp trứng tự động cần đáp ứng được các tính năng như: điều chỉnh nhiệt độ thích hợp, cách đảo trứng thông minh, độ ẩm phù hợp và khả năng thông gió [6]-[10]. Các thông số kỹ thuật đều được điều chỉnh trực tiếp trên máy hoặc điều chỉnh từ xa.

2. Những thông số quan trọng trong quá trình ấp trứng

Trên cơ sở các yếu tố của việc ấp trứng trong tự nhiên trên thực tế do gia cầm thực hiện, lồng/máy ấp trứng cần được thiết kế đưa ra phương pháp thực hiện tương tự. Các thông số về nhiệt độ, độ ẩm, thời gian đảo trứng, khả năng thông gió và làm mát trứng là các yếu tố có ảnh hưởng rất lớn đến quá trình ấp trứng đạt tỉ lệ thành công cao hay thấp. Đối với mỗi loại trứng lại có thông số khác nhau, do đó người chăn nuôi cần nắm rõ vai trò của các yếu tố này để tiến hành quá trình ấp trứng đạt hiệu quả cao. Các lồng/máy ấp trứng cần có tối thiểu các chức năng theo dõi, điều khiển liên quan tới các yếu tố này. Mỗi liên hệ của các yếu tố này tới quá trình ấp trứng bao gồm [4]-[6]:

- **Nhiệt độ:** Nhiệt độ có sự ảnh hưởng trực tiếp và quan trọng nhất tới quá trình phát triển của phôi. Ở mỗi giai đoạn ấp trứng sẽ cần điều chỉnh nhiệt độ khác nhau để trứng có thể phát triển bình thường. Trong khi ấp phải bảo đảm yếu tố nhiệt độ phù hợp cho từng giai đoạn. Để giữ nhiệt, các lồng ấp cần có vỏ được thiết kế dày và có chức năng cách ly tốt, có khả năng lưu nhiệt khi mất điện. Lồng ấp cần có các hệ thống dây điện trở có chức năng sinh nhiệt tùy vào yêu cầu thiết kế như thể tích lồng ấp, giai đoạn tăng, giảm nhiệt.

- **Đảo trứng:** Đây là khâu thứ hai trong quá trình ấp trứng. Thông thường, trứng sẽ được đảo vài giờ một lần (mỗi lần kéo dài khoảng 10 phút). Mục đích của việc đảo trứng khi ấp là tránh cho phôi dính vào vỏ trứng, làm tăng quá trình trao đổi chất bên trong trứng, làm cho phôi phát triển một cách tốt nhất. Việc đảo trứng được thực hiện chậm tránh việc va đập làm hỏng trứng ấp. Dàn đảo sử dụng góc đảo không quá 60 độ hoặc có thể thấp hơn tùy vào việc thiết kế của giá chứa/đựng trứng.

○ **Độ ẩm:** Cũng như nhiệt độ, độ ẩm đóng vai trò quan trọng trong quá trình hình thành phôi và trao đổi chất của trứng. Trong quá trình tiếp nhiệt độ cho trứng, lượng nước sẽ bị thoát hơi dần. Do đó lồng/máy ấp trứng phải có hệ thống cung cấp độ ẩm tự động và điều chỉnh được mức độ tùy yêu cầu. Thông thường, lồng ấp trứng cần có giàn phun nước tự động để giữ cho độ ẩm không bị thay đổi tùy vào từng giai đoạn ấp trứng.

○ **Thông gió:** Đây là vấn đề quan trọng trong các lồng/máy ấp trứng, có ảnh hưởng trực tiếp đến việc cân bằng nhiệt độ, độ ẩm, khí CO₂. Một hệ thống thông gió tối thiểu phải có thiết bị quạt, cửa hút và xả khí... Các quạt thông gió phải được gắn với cửa chớp mở tự động mỗi khi quạt hoạt động. Việc này nhằm đảm bảo việc cách ly với môi trường bên ngoài và ổn định việc giữ nhiệt cho lồng ấp.

○ **Làm mát trứng:** Đối với những loại trứng thủy cầm như vịt, ngan..., việc làm mát là bắt buộc do cấu trúc của vỏ và các tính đặc thù riêng. Trong quá trình trao đổi chất, trứng giải phóng nhiều năng lượng, do đó phải làm mát cho trứng để giải phóng năng lượng dư thừa.

Các thông số liên quan tới quá trình ấp trứng của từng loại gia cầm cụ thể được thể hiện như trong Bảng 1.

Bảng 1. Bảng tóm tắt các thông số cần thiết trong quá trình ấp trứng gia cầm

Loại trứng	Thời gian ấp	Nhiệt độ (°C)	Độ ẩm (%)	Ngày ngừng đảo	Độ ẩm ba ngày cuối (%)
Gà	21 ngày	37,4-37,8	55-65	Ngày 18	60-70
Vịt	28 ngày	37,4-37,8	55-65	Ngày 25	60-70
Ngan	35-37 ngày	37,3-37,8	55-65	Ngày 31	60-70
Ngỗng	28-34 ngày	37,3-37,8	55-65	Ngày 25	60-70
Gà Lôi	23-28 ngày	37,4-37,8	55-65	Ngày 21	60-70
Chim Công	28-30 ngày	37,3-37,7	55-65	Ngày 25	60-70
Chim Cút	17 ngày	37,3-37,5	55-65	Ngày 15	60-70
Bò Cáo		37,4-37,8	55-65		60-70
Chim Trĩ	28-23 ngày	37,2-37,5	55-60	Ngày 18	50-60

3. Thiết kế hệ thống

Trong khuôn khổ bài báo, nghiên cứu được thực hiện ở mức trong phòng thí nghiệm, do đó hệ thống được thiết kế dựa trên sự kế thừa và phát huy từ các sản phẩm đã được thương mại hóa trên thị trường tính tới thời điểm hiện tại và các nghiên cứu đã được công bố trước đó để nhóm đề xuất cho thiết kế sản phẩm của nghiên cứu này [8]-[15]. Chi tiết về phương pháp được thực hiện như phần dưới đây:

3.1. Thiết kế phần cứng cho hệ thống

3.1.1. Sơ đồ khối tổng thể

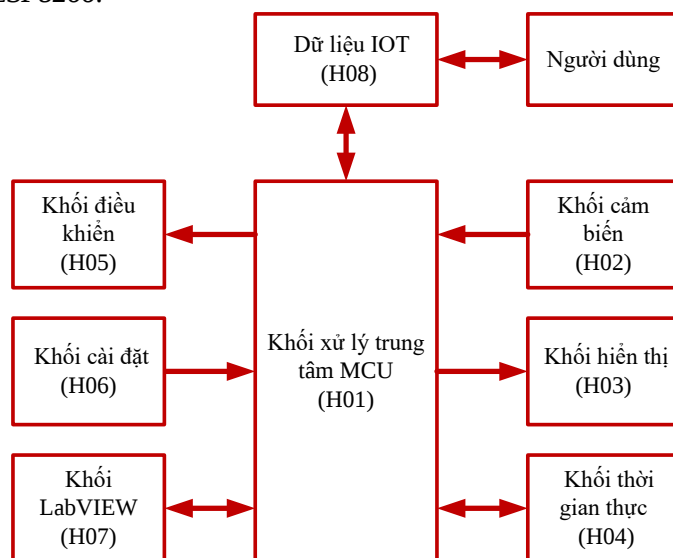
Sơ đồ khối hệ thống được mô tả như Hình 1 bao gồm 8 khối chức năng chính: Khối xử lý trung tâm (H01), Khối cảm biến (H02), Khối hiển thị (H03), Khối thời gian thực (H04), Khối điều khiển (H05), Khối cài đặt (H06), Khối LabVIEW (H07), Khối dữ liệu IOT (H08) và khối người dùng. Thiết kế chi tiết từng khối được thể hiện trong các nội dung sau:

3.1.2. Khối xử lý trung tâm (H01)

Khối xử lý trung tâm là một vi điều khiển nhưng ngoài thực hiện các chức năng như các vi điều khiển khác như 8051, PIC, Arduino... Nó còn phải thực hiện nhiệm vụ quan trọng là truyền thông dữ liệu lên Webserver sử dụng chuẩn truyền thông Wifi. Qua quá trình nghiên cứu, nhóm tác giả lựa chọn chip Wifi ESP8266 NodeMCU là kit phát triển dựa trên nền chip Wifi SoC ESP8266 với thiết kế nhỏ gọn dễ sử dụng phù hợp phát triển các hệ thống điều khiển từ xa, đặc biệt là các ứng dụng liên quan đến IoT.

3.1.3. Khối cảm biến (H02)

Khối cảm biến có chức năng thu thập giá trị nhiệt độ và độ ẩm trong lồng ấp trứng để truyền về khối xử lý trung tâm *MCU ESP8266*. Trong hệ thống, nhóm tác giả sử dụng cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm là *DHT11* tích hợp cả hai chức năng đo nhiệt độ và độ ẩm. Sơ đồ mạch nguyên lý kết nối cảm biến *DHT11* với khối xử lý trung tâm *MCU ESP8266*. Chân dữ liệu cảm biến được nối với chân D5 của *MCU ESP8266*:



Hình 1. Sơ đồ khối của hệ thống

3.1.4. Khối hiển thị (H03)

Khối hiển thị có chức năng hiển thị giá trị nhiệt độ và độ ẩm trong lồng ấp. Khối hiển thị sử dụng màn hình *LCD* kích thước 16x2 giao tiếp với khối xử lý trung tâm thông qua chuẩn *I2C*. Chân *SDA*, *SCL* được nối lần lượt với chân *D3* và *D4* của khối xử lý trung tâm.

3.1.5. Khối thời gian thực (H04)

Khối thời gian thực có chức năng cung cấp giá trị thời gian thực cho hệ thống phục vụ chức năng hẹn giờ thực hiện các chức năng trong hệ thống. Khối thời gian thực sử dụng *DS3231* sử dụng thạch anh nội nên có độ chính xác rất cao, được sử dụng để cung cấp thông tin thời gian: ngày, tháng, năm, giờ, phút, giây cho vi điều khiển qua giao tiếp *I2C*, mạch tích hợp sẵn *PIN* để duy trì thời gian trong trường hợp không cấp nguồn, ngoài ra mạch còn được tích hợp thêm *IC EEPROM AT24C32* để lưu trữ thông tin khi cần, thích hợp cho các ứng dụng điều khiển hoặc đồng bộ dữ liệu thời gian thực *RTC*.

3.1.6. Khối điều khiển (H05)

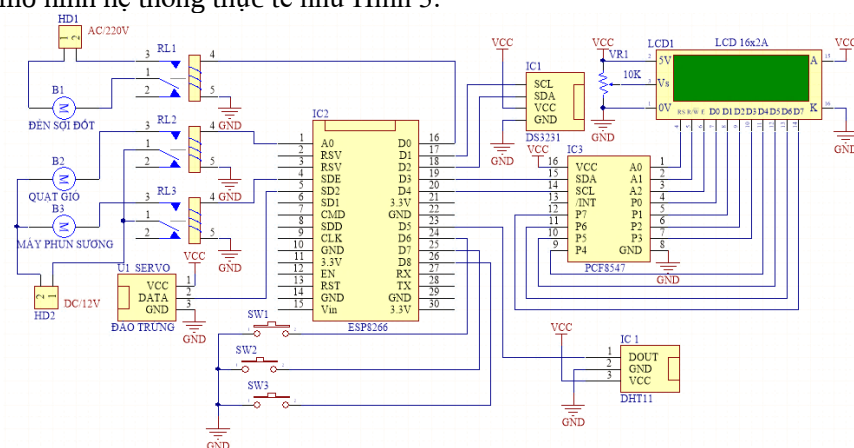
Khối điều khiển trong hệ thống làm nhiệm vụ điều khiển hoạt động của hệ thống cấp nhiệt, hệ thống lưu thông không khí trong lồng ấp luôn được lưu thông, hệ thống tạo độ ẩm và hệ thống đảo trứng. Hệ thống cấp nhiệt cho lồng ấp sử dụng đèn sợi đốt công suất 40W sử dụng điện áp xoay chiều 220V (AC) được điều khiển bằng relay *RL1*. Hệ thống lưu thông khí sử dụng quạt một chiều (DC) được điều khiển bởi Relay *RL2*. Hệ thống tạo độ ẩm cho lồng ấp sử dụng máy bơm một chiều (DC) với đầu ra dạng sương mù được điều khiển bởi Relay *RL3*. Hệ thống đảo trứng sử dụng hai động cơ *Servo* với góc quay 45 độ được điều khiển chung bằng một đường tín hiệu.

3.1.7. Khối cài đặt (H06)

Lồng ấp trứng có chức năng cài đặt giá trị ngưỡng về nhiệt độ và độ ẩm một cách linh hoạt phù hợp với từng loại trứng gia cầm. Khối cài đặt sử dụng ba nút bấm SW1, SW2, SW3 được nối lần lượt với chân D6, D7, D8 của MCU. Phím SW1 có chức năng lựa chọn và thiết lập giá trị nhiệt độ và độ ẩm cho lồng ấp. Phím SW2, SW3 có chức năng tăng hoặc giảm giá trị nhiệt độ và độ ẩm cho lồng ấp.

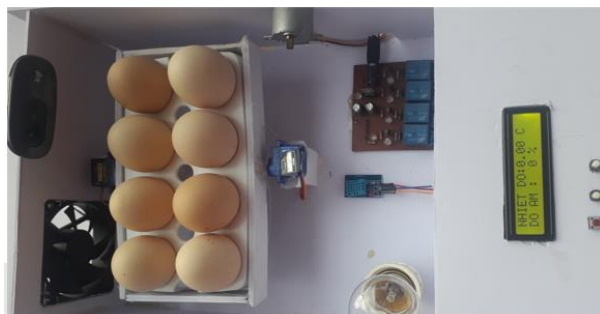
3.1.8. Kết quả thiết kế hệ thống phần cứng

Sơ đồ mạch nguyên lý thiết kế toàn hệ thống phần cứng như Hình 2 được thiết kế dựa trên các thiết kế chi tiết từng khối đã được trình bày ở phần trên. Từ đó, nhóm tác giả đã thiết kế, xây dựng thành mô hình hệ thống thực tế như Hình 3.



Hình 2. Sơ đồ mạch tổng thể toàn hệ thống

Theo thiết kế trong Hình 2: cảm biến đo nhiệt độ và độ ẩm trong lồng ấp trứng giao tiếp với khối xử lý trung tâm qua chân D5. Khối hiển thị giao tiếp khối trung tâm qua chân D3, D4. Khối thời gian thực kết nối khối trung tâm qua chân D1, D2. Khối cài đặt nối với khối xử lý trung tâm qua chân D6, D7, D8.



Hình 3. Hình ảnh mô hình lồng ấp trứng trên thực tế

3.2. Thiết kế phần mềm

3.2.1. Yêu cầu thiết kế phần mềm

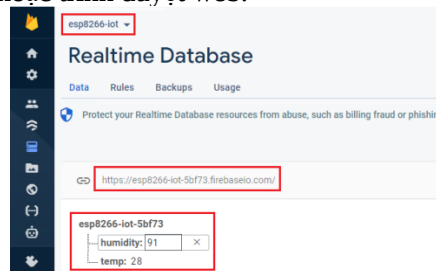
Dựa trên cơ sở nghiên cứu, phân tích và đánh giá được trình bày ở mục trên để làm cơ sở cho thiết kế hệ thống phần mềm điều khiển hệ thống. Thiết kế phần mềm cần đáp ứng được các yêu cầu như sau:

- Hệ thống hoạt động hoàn toàn tự động, giá trị nhiệt độ độ ẩm hiển thị trực tiếp tại lồng ấp trứng.
- Hệ thống có chức năng cài đặt giá trị nhiệt độ ngưỡng nhiệt độ và độ ẩm phù hợp với từng loại trứng gia cầm theo (Bảng 1). Hệ thống có chức năng điều khiển và giám sát từ xa qua mạng Internet. Việc điều khiển từ xa, cài đặt hẹn giờ đảo trứng theo ý muốn thông qua mạng Internet.

- Trạng thái hoạt động của lồng ấp có thể được giám sát và điều khiển thông qua máy tính. Có hình ảnh để quan sát trong lồng ấp trứng mà không cần phải mở nắp.

3.2.2. Xây dựng phần mềm điều khiển, giám sát từ xa qua IoT

a. Xây dựng cơ sở dữ liệu IoT: Hệ thống xây dựng cơ sở dữ liệu IoT trên nền tảng Firebase như hình 4 là một cơ sở dữ liệu NoSQL được lưu trữ đám mây cho phép lưu trữ và đồng bộ dữ liệu dưới dạng JSON và được đồng bộ hóa theo thời gian thực cho mọi kết nối. Firebase sử dụng đồng bộ hóa dữ liệu, mỗi khi dữ liệu thay đổi, mọi thiết bị kết nối sẽ nhận được thay đổi lập tức. Ứng dụng sử dụng Firebase vẫn khả dụng khi ngoại tuyến vì (Firebase Realtime Database) vẫn lưu dữ liệu trên local. Khi kết nối được thiết lập lại, thiết bị sẽ được cập nhật tất cả những thay đổi nào đã bỏ lỡ và đồng bộ hóa dữ liệu hiện tại với máy chủ. Firebase Realtime Database có thể được truy cập trực tiếp từ thiết bị di động hoặc trình duyệt web.



Hình 4. Cơ sở dữ liệu thiết lập trên Firebase

b. Thiết kế ứng dụng điều khiển giám sát: Giá trị nhiệt độ và độ ẩm đo được trong lồng ấp được gửi tới máy chủ cơ sở dữ liệu Firebase theo địa chỉ đã được thiết lập ở phần trên. Từ máy chủ sẽ gửi kết quả đến người dùng khi cài đặt phần mềm do nhóm xây dựng trên nền tảng Android, IOS hoặc trình duyệt Web. Phần mềm thiết kế hiển thị được giá trị nhiệt độ và độ ẩm theo thời gian thực. Điều khiển đảo trứng từ xa theo ý người dùng, khi nhấn nút *ON* trứng sẽ được đảo đi đảo lại ở tốc độ chậm với góc 45 độ và nhấn nút *OFF* hệ thống đảo ngừng và đưa trứng về trạng thái ban đầu. Chức năng thiết lập hẹn giờ đảo trứng cho lồng ấp khi cần xác định thời gian đảo trứng trong suốt thời gian ấp trứng, chọn thời gian (*TIME*) và ngày tháng (*DATE*) khi muốn hẹn giờ chọn (*SET*) muốn hủy chế độ hẹn giờ chọn (*CANCEL*) hệ thống tự động đảo 5 lần với góc quay 45 độ. Hình ảnh của ứng dụng như Hình 5.



Hình 5. Giao diện và code phần mềm giám sát từ xa

3.3. Thiết kế phần mềm giám sát điều khiển trên máy tính

Phần mềm giám sát điều khiển trên máy tính có chức năng nhận kết quả đo nhiệt độ và độ ẩm để truyền về máy tính. Phần mềm giám sát trên máy tính được xây dựng bằng lập trình LabVIEW gồm có các chức năng chính sau:

- Hiện thị kết quả đo nhiệt độ và độ ẩm theo thời gian thực trong lồng ấp.
- Hiện thị hình ảnh trong lồng ấp trứng thông qua camera để giám sát các hiện tượng xảy ra trong lồng, đặc biệt là giai đoạn trứng nở.
- Hiện thị thời gian thực trong quá trình giám sát để thực hiện điều khiển hệ thống nếu cần.
- Điều khiển hoạt động của đèn, quạt, máy phun sương và đảo trứng từ xa qua máy tính. Khi nhiệt độ thấp hơn nhiệt độ thiết lập cho lồng ấp trứng, đèn bật để cung cấp nhiệt độ cho lồng ấp; khi nhiệt độ lớn hơn nhiệt độ thiết lập, đèn tự tắt để đưa về nhiệt độ thiết lập. Khi độ ẩm trong lồng ấp trứng thấp hơn giá trị thiết lập, máy phun sương tạo ẩm hoạt động để tăng độ ẩm trong lồng ấp, quạt hoạt động để làm lưu thông không khí và phân tán độ ẩm đồng đều bên trong lồng. Chức năng đảo trứng được thiết lập trên phần mềm điều khiển từ xa qua smartphone theo thời gian mong muốn hoặc đảo trứng trực tiếp trên máy tính thông qua LabVIEW.

4. Đánh giá chức năng hệ thống

Để đánh giá các chức năng trong hệ thống, nhóm tác giả tiến hành xây dựng mô hình để đánh giá các chức năng của hệ thống. Do thời gian và kinh phí có hạn, nhóm tác giả không tiến hành ấp thử mà dựa trên kết quả nghiên cứu của các đề tài trước (đã được công bố) để làm cơ sở thiết lập các thông số cho lồng ấp trứng. Sau khi thiết lập các thông số giới hạn cho lồng ấp sử dụng thiết bị tạo nhiệt từ đèn sợi đốt, thiết bị giảm nhiệt từ quạt, thiết bị thay đổi độ ẩm từ máy phun sương để đưa các thông số đạt đến các giá trị thiết lập, từ đó ghi lại kết quả thể hiện trên hệ thống. Kết quả đánh giá hệ thống thực hiện qua các lần thiết lập thông số giới hạn cho lồng ấp trứng thông qua các phím cài đặt hệ thống và quan sát, ghi lại kết quả.

Lần 1: Cài đặt nhiệt độ 37,8°C, độ ẩm cài đặt 63% sau một khoảng thời gian. Hình 6 và hình 7 là kết quả thu được trong lồng ấp trứng sau 10 phút 01 giây kể từ thời điểm thiết lập hệ thống.



Hình 6. Kết quả thu được trên lồng ấp và trên SmartPhone



Hình 7. Kết quả hệ thống trên máy tính

Từ kết quả thu được trong hình 6 và hình 7, ta thấy hệ thống đã thiết lập giá trị theo đúng yêu cầu như thông số cài đặt. Nhiệt độ và độ ẩm hiển thị trên cả ba giao diện là như nhau. Hình ảnh bên trong lồng ấp đã hiển thị lên hệ thống giúp cho việc giám sát hình ảnh bên trong lồng thuận lợi hơn.

Đồ thị thời gian so sánh nhiệt độ trong lồng ấp với nhiệt độ môi trường cập nhật dữ liệu theo thời gian thực được thể hiện như trong Hình 8.



Hình 8. Đồ thị thời gian so sánh giữa nhiệt độ trong lồng ấp trứng và nhiệt độ môi trường

Từ đồ thị thời gian ta thấy, nhiệt độ môi trường tại thời điểm thiết lập thông số cho lồng ấp trứng là 26 độ (thời gian từ 15:15: 26), đưa lên nhiệt độ thiết lập cho lồng ấp trứng 37,8 độ (thời gian lúc 15:25:27), ta thấy thời gian để hệ thống đưa từ nhiệt độ môi trường lên nhiệt độ thiết lập mất 10 phút 01 giây. Kết quả đánh giá hệ thống trong các lần tiếp theo được thể hiện như trong Bảng 2.

Bảng 2. Kết quả đánh giá hệ thống trong các lần thử nghiệm

Lần	Giá trị cài đặt ban đầu		Kết quả						Thời gian thiết lập (Phút)
	Nhiệt độ °C	Độ ẩm (%)	Lồng ấp		Máy tính		Smat phone		
			Nhiệt độ	Độ ẩm	Nhiệt độ	Độ ẩm	Nhiệt độ	Độ ẩm	
1	37,8	63	37,80	63	37,80	63	37,8	63	10,1
2	37,6	58	37,60	58	37,60	58	37,6	58	9,2
3	37,1	65	37,1	65	37,10	65	37,1	65	8,8
4	37,0	60	37,00	60	37,00	60	37,0	60	8,6

Từ bảng số liệu tổng hợp kết quả thử nghiệm cài đặt hệ thống ta thấy, hệ thống hoạt động chính xác theo các thông số cài đặt ban đầu và thời gian thiết lập hệ thống nhỏ hơn 10 phút để đưa nhiệt độ lồng ấp trứng từ nhiệt độ môi trường lên nhiệt độ cần thiết cho lồng ấp trứng.

5. Kết luận

Bài báo đã trình bày quá trình xây dựng hệ thống lồng ấp trứng trên cơ sở kế thừa những ưu điểm của các sản phẩm đã được công bố trước đó. Hệ thống đã đáp ứng tốt các yêu cầu chủ yếu của một lồng/máy ấp trứng gia cầm và phát huy được một số ưu điểm mới, đó là có thêm khả năng điều khiển, giám sát hệ thống từ xa qua mạng Internet trong thời gian thực. Kết quả sản phẩm trên thực tế đã được đánh giá thực nghiệm các tính năng công nghệ cho độ chính xác cao, hệ thống hoạt động ổn định và có thể đưa vào sử dụng trên thực tế tại các hộ chăn nuôi vừa và nhỏ ở các vùng quê Việt Nam.

Lời cảm ơn

Kết quả nghiên cứu này là sản phẩm của đề tài nghiên cứu khoa học cấp Cơ sở có mã số T2022-07-05, được tài trợ bởi kinh phí của Trường Đại học Công nghệ thông tin và Truyền thông – Đại học Thái Nguyên.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] J. C. Zhao, J. F. Zhang, Y. Feng, and J. X. Guo, "The study and application of the IOT technology in agriculture," *Computer Science and Information Technology (ICCSIT) 3rd IEEE International Conference*, 2010, pp. 462-465.
- [2] G. S. Adnyana, I. N. Piarsa, and K. S. Wibawa, "Internet of Things: Control and Monitoring System of Chicken Eggs Incubator Using Raspberry Pi," *International Journal of Internet of Things*, vol. 7, no. 1, pp. 16-21, 2018.
- [3] L. Niranjana *et al.*, "Design and implementation of chicken egg incubator for hatching using IoT," *Int. J. Computational Science and Engineering*, vol. 24, no. 4, pp. 363-372, 2021.
- [4] K. Thear, *Incubation a Guide to Hatching and Rearing*, Broad Leys Publishing Limited, 2010.
- [5] I. C. Boleli *et al.*, "Poultry egg incubation: integrating and optimizing production efficiency," *Brazilian Journal of Poultry Science*, vol. 18, no. 2, pp. 1-16, 2016.
- [6] O. E. Aru, "Development of a Computerized Engineering Technique to Improve Incubation System in Poultry Farms," *Journal of Scientific and Engineering Research*, vol. 4, no. 6, pp. 109-119, 2017.
- [7] W. S. M. Sanjaya *et al.*, "The development of quail eggs smart incubator for hatching system based on microcontroller and Internet of Things (IoT)," *International Conference on Information and Communications Technology (ICOIACT)*, 2018, pp. 407-411, doi: 10.1109/ICOIACT.2018.8350682.
- [8] P. E. Ohpagu and A. W. Nwosu, "Development and Temperature Control of Smart Egg Incubator System for Various Types Egg," *European Journal of Engineering and Technology*, vol. 4, no. 2, pp. 13-21, 2016.
- [9] K. Radhakrishnan *et al.*, "Design and Implementation of a Fully Automated Egg Incubator," *International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering*, vol. 3, no. 2, pp. 7686-7690, 2014.
- [10] P. Bhosale *et al.*, "Development of Smart Egg Incubator System Using Arduino," *International Journal of Engineering Science and Computing*, vol. 8, no. 3, pp. 16598-16600, 2018.
- [11] S. Sofyan *et al.*, "Monitoring Incubator Space of Chicken Telemetry-Based Chicken Hatching Using Arduino Uno R3," (in Indonesian), *National Journal of Electrical Engineering*, vol. 5, no. 1, pp. 26-35, 2016.
- [12] A. A. Aldair *et al.*, "Design and implementation of intelligent control system for egg incubator based on IoT technology," *4th International Conference on Electrical, Electronics and System Engineering (ICEESE)*, 2018, doi: 10.1109/ICEESE.2018.8703539.
- [13] M. S. Murugan, L. Srikanth, and V. P. S. Naidu, "Design and development of LabVIEW based environmental test chamber controller," *International Conference on Electrical, Electronics, Communication, Computer, and Optimization Techniques (ICEECOT)*, Mysuru, 2017, pp. 1-4, doi: 10.1109/ICEECOT.2017.8284638.
- [14] M. V. Ho, T. P. Mac, H. H. Le and V. N. Dinh, "Designing a surveillance, measurement and control system for supplying livestock and farm labview platform – based," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 225, no. 06, pp. 258-264, 2020.
- [15] M. V. Ho, H. H. Le *et al.*, "Study to build and automatic measurement and warning system of alcohol concentration for vehicle drivers," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 225, no. 14, pp. 165-172, 2020.