

ĐIỀU KHIỂN HAI BIẾN NHIỆT ĐỘ VÀ ĐỘ ẨM ĐỒNG BỘ SỬ DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ TRONG NHÀ MÀNG TRỒNG ỚT CHUÔNG

CONTROLLING TWO VARIABLES: TEMPERATURE AND HUMIDITY SYNCHRONOUSLY
FOR PLANTING BELL PEPPER IN GREEN HOUSE

Nguyễn Minh Triều¹, Nguyễn Trường Thịnh^{1,*}

DOI: <https://doi.org/10.57001/huih5804.2024.037>

TÓM TẮT

Việc ứng dụng công nghệ vào nông nghiệp nhằm tăng hiệu suất, giảm chi phí và đảm bảo an toàn thực phẩm. Trong bài báo này, Bộ điều khiển mờ (Fuzzy Logic Controller - FLC) được sử dụng để điều khiển nhiệt độ và độ ẩm đồng bộ trong nhà màng tạo môi trường lý tưởng cho cây trồng (cụ thể là ớt chuông). Bộ điều khiển này được sử dụng cho một nhà màng với kích thước 6x6x3,5m để điều khiển các cơ cấu chấp hành. Nhà màng được triển khai và xây dựng tại TP. Hồ Chí Minh nơi khí hậu khá khắc nghiệt so với các khu vực khác, đặc biệt là Đà Lạt - nơi có khí hậu thích hợp để trồng loại cây này. Ngoài ra, một ứng dụng trên điện thoại cũng được tích hợp để điều khiển các cơ cấu chấp hành của nhà màng với các tính năng hoạt động ổn định và dễ sử dụng.

Từ khóa: Fuzzy Logic; FLC; nhà màng.

ABSTRACT

The application of technology in agriculture aims to increase efficiency, reduce costs and ensure food safety. In this paper, Fuzzy Logic Controller (FLC) is used to synchronize temperature and humidity in a greenhouse to create an ideal environment for plants (especially bell peppers). This controller is used for a greenhouse with dimensions of 6x6x3.5m to control actuators. The greenhouse was deployed and built in Ho Chi Minh City where the climate is quite harsh compared to other areas, especially Da Lat - where the climate is suitable for growing this plant. In addition, an application on the phone is also integrated to control the actuators of the membrane house with features of stable operation and ease of use.

Keywords: Fuzzy Logic; FLC; greenhouse.

¹Trường Đại học Kinh tế thành phố Hồ Chí Minh

*Email: thinhnt@ueh.edu.vn

Ngày nhận bài: 15/6/2023

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 13/9/2023

Ngày chấp nhận đăng: 20/01/2024

1. GIỚI THIỆU

Việt Nam là một quốc gia có nền nông nghiệp phát triển, các hoạt động nông nghiệp ảnh hưởng đến các yếu tố môi trường chủ yếu là nguồn đất và nước [1]. Nông nghiệp đã

gây ra nhiều tác động môi trường, đáng chú ý nhất là mất đa dạng di truyền và ô nhiễm nước hoặc đất do hóa chất nông nghiệp hoặc thoái hóa đất [2]. Phương pháp trồng cây trong nhà màng, hay còn gọi là trồng cây trong nhà kính có thể giúp giảm thiểu các tác động lên môi trường do năng suất cây trồng thu được từ chúng cao. Đây là một phương pháp trồng cây trong một môi trường kiểm soát được tạo ra bằng cách sử dụng một cấu trúc màng nhẹ và trong suốt, thường là màng nhựa hoặc màng polyme. Nhà màng giúp bảo vệ cây trồng khỏi những yếu tố bên ngoài có thể gây hại như thời tiết xấu, sâu bệnh, côn trùng và các tác động môi trường khác. Nhà màng có thể được xây dựng từ các vật liệu như nhựa, polyme hoặc thủy tinh. Những vật liệu này phải có đặc tính trong suốt để cho phép ánh sáng mặt trời xuyên qua và giữ nhiệt độ bên trong ổn định có thể kiểm soát nhiệt độ và độ ẩm. Nhà màng cung cấp một môi trường nhiệt độ và độ ẩm ổn định cho cây trồng. Hệ thống điều hòa nhiệt độ và quạt thông gió có thể được sử dụng để duy trì điều kiện lý tưởng cho cây trồng phát triển. Ánh sáng mặt trời là một yếu tố quan trọng để cây trồng phát triển. Trong nhà màng, ánh sáng có thể được tăng cường bằng cách sử dụng đèn phát sáng nhân tạo hoặc hệ thống chiếu sáng bổ sung để đảm bảo cây trồng nhận đủ ánh sáng cần thiết. Hệ thống tưới nước tự động có thể được lắp đặt để cung cấp đủ nước cho cây trồng. Các phương pháp tưới nước như tưới theo giọt, tưới sương có thể được áp dụng để tiết kiệm nước và đảm bảo cây trồng được cung cấp đúng lượng nước cần thiết. Để đảm bảo sự phát triển tốt của cây trồng, việc cung cấp dinh dưỡng là rất quan trọng. Hệ thống tưới nước có thể được kết hợp với phân bón hoặc chất dinh dưỡng để cung cấp các chất cần thiết cho cây trồng. Trồng cây trong nhà màng mang lại nhiều lợi ích như tăng năng suất cây trồng, bảo vệ cây khỏi các yếu tố gây hại và môi trường kiểm soát tốt hơn. Phương pháp này thường được sử dụng trong nông nghiệp công nghệ cao và trong việc trồng các loại cây quý hiếm hoặc cây ngoại nhập. Để điều khiển nhiệt độ và độ ẩm trong nhà màng, các tính năng được đề xuất nhằm nâng cao hiệu suất cho cây trồng như hệ thống điều khiển tự động bao

gồm tưới nước tự động, thông gió tự động, điều khiển ánh sáng và màn che nhiệt và bức xạ.

Với sự phát triển của khoa học và công nghệ tại Việt Nam, nhiều hệ thống tự động được ứng dụng cho nhiều lĩnh vực khác nhau đặc biệt là trong nông nghiệp [3, 4]. Để có thể xuất khẩu và nâng cao chất lượng sản phẩm nông sản các công nghệ cần được ứng dụng vào các hệ thống canh tác nông nghiệp, đây được xem là thách thức đối với ngành nông nghiệp hiện nay [5]. Nhiều nghiên cứu cũng đã ứng dụng các công nghệ vào nông nghiệp nhằm nâng cao chất lượng của nông sản [6, 7]. Trong nghiên cứu này, một hệ thống nhà màng được đề xuất nhằm đảm bảo các điều kiện quan trọng cần thiết cho cây trồng cụ thể là ứng dụng cho cây ớt chuông. Các yếu tố về nhiệt độ và độ ẩm là hai giá trị quan trọng ảnh hưởng đến chất lượng của cây trồng. Một bộ điều khiển mờ được đề xuất nhằm điều khiển hai biến nhiệt độ và độ ẩm một cách đồng bộ. Bên cạnh đó các yếu tố khác như ánh sáng, gió, hệ thống tưới cũng được nghiên cứu và trình bày trong nghiên cứu này.

2. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Đặc tính của cây ớt chuông

Bảng 1. Nhiệt độ cho ớt chuông trong từng giai đoạn sinh trưởng

Giai đoạn sinh trưởng		Nhiệt độ (°C)			Độ ẩm		
		Tối thiểu	Tối ưu	Tối đa	Tối thiểu	Tối ưu	Tối đa
Gieo hạt	0 - 1 tuần	23	26 - 28	30	40	50 - 70	92
Nảy mầm	3 - 4 tuần	21	23 - 25	28	40	50 - 70	92
Phát triển sớm	4 - 6 tuần						
Trưởng thành	6 - 8 tuần						
Ra hoa	8 - 10 tuần						
Ra trái - ban đêm	10 - 14 tuần	15	17 - 18	20	40	55 - 80	92
Ra trái - ban ngày	10 - 14 tuần	20	23 - 25	28	40	55 - 80	92
Trái chuyển màu	Trên 14 tuần	18	20 - 24	30	40	55 - 80	92

Ớt chuông (*Capsicum annuum*) là một loại cây thực phẩm thuộc họ Solanaceae, là một trong những cây được trồng phổ biến ở Brazil [8]. Quả ớt chuông có nhiều màu sắc khác nhau với hương vị ít cay nên được xếp vào loại ớt ngọt chứa rất nhiều hàm lượng vitamin A, C và một số chất thiết yếu khác [9]. Trong canh tác, có rất nhiều yếu tố ảnh hưởng đến cây trồng. Trong số đó, hai yếu tố quan trọng nhất là nhiệt độ và độ ẩm. Nhiệt độ và độ ẩm ảnh hưởng trực tiếp đến sự sinh trưởng của cây. Vì vậy, điều khiển nhiệt độ, độ ẩm chính xác là một trong những việc quan trọng nhất đảm bảo cho sự phát triển khỏe mạnh của cây trồng, cụ thể là cây ớt chuông. Cây ớt chuông có nhiều giai đoạn phát triển. Mỗi giai đoạn sinh trưởng lại cần điều kiện môi trường khác nhau. Mỗi giá trị nhiệt độ, độ ẩm lại ảnh hưởng lên cây ớt chuông một cách khác nhau. Vì vậy, chúng ta phải nắm rõ về điều kiện nhiệt độ, độ ẩm tối ưu cho cây ớt chuông để có

thể điều khiển một cách tối ưu nhất. Cây ớt chuông phát triển tốt ở các vùng có khí hậu ẩm, vì vậy ớt chuông thích hợp trồng tại các khu vực có môi trường nhiệt đới. Nhưng cây ớt chuông lại không cần nhiệt độ quá cao. Nhiệt độ thích hợp cho cây ớt chuông vào giai đoạn thu hoạch là khoảng 20°C - 25°C. Cây ớt chuông là 1 loại cây ưa ẩm. Vì vậy độ ẩm không khí cần thiết cho sự phát triển của cây ớt chuông khá cao. Tuy nhiên, độ ẩm này không được vượt quá 90% - 92% vì nó có khuynh hướng làm biến dạng quả. Ớt chuông phát triển tốt nhất dưới cánh đồng và nhà kính với nhiệt độ dao động từ 21°C đến 30°C. Quan trắc môi trường cho việc sản xuất ớt chuông cho thấy rằng sự hư hại đáng kể của nụ hoa xảy ra khi nhiệt độ trên 34°C. Và các thông số môi trường tại TP.HCM cũng cho thấy rằng vào giai đoạn tháng 7/2023, nhiệt độ trung bình sẽ dao động từ 25°C đến 32°C. Chính vì thế, khoảng nhiệt độ tối ưu việc điều khiển cây ớt chuông là từ 21°C - 30°C [10].

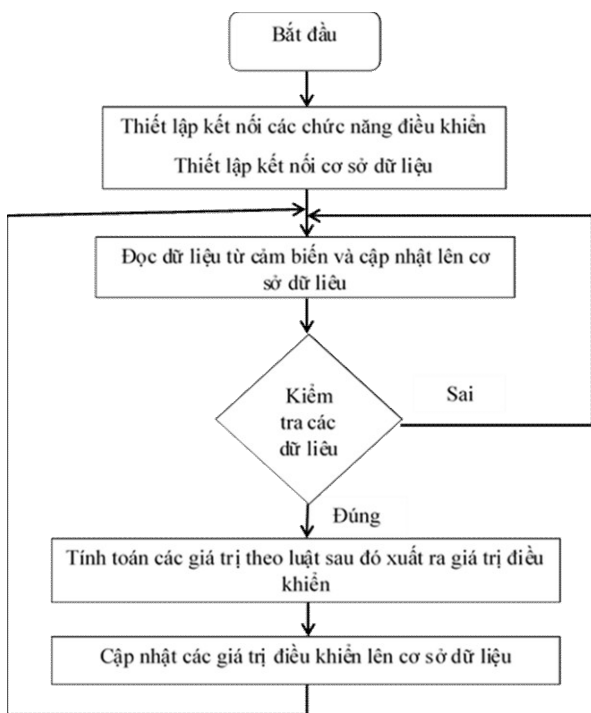
2.2. Bộ điều khiển mờ

Bảng 2. Bảng luật mờ được sử dụng để điều khiển hai biến nhiệt độ và độ ẩm đồng bộ

Nhiệt độ (°C) \ Độ ẩm	Cực lạnh (0 - 17)	Lạnh (18 - 21)	Tối ưu (21 - 30)	Nóng (30 - 34)	Cực nóng (34 - 50)
	Cực thấp (0 - 3)	Không(F) Vừa(P)	Không(F) Vừa(P)	Chậm(F) Lâu(P)	Nhanh(F) Rất lâu(P)
Thấp (25 - 55)	Không(F) Nhanh(P)	Không(F) Vừa(P)	Chậm(F) Lâu(P)	Nhanh(F) Vừa(P)	Tối đa(F) Rất lâu(P)
Trung bình (50 - 80)	Không(F) Không(P)	Không(F) Không(P)	Vừa(F) Nhanh(P)	Nhanh(F) Nhanh(P)	Tối đa(F) Vừa(P)
Cao (80 - 95)	Chậm(F) Không(P)	Chậm(F) Không(P)	Nhanh(F) Không(P)	Tối đa(F) Nhanh(P)	Tối đa(F) Vừa(P)
Cực cao (92 - 100)	Vừa(F) Không(P)	Vừa(F) Không(P)	Nhanh(F) Không(P)	Tối đa(F) Không(P)	Tối đa(F) Không(P)

Bộ điều khiển logic mờ được cấu tạo gồm các hàm thành viên (membership function) đầu vào, đầu ra cùng một loạt các quy tắc liên hệ giữa chúng [11]. Từ một giá trị cụ thể của đầu vào, bộ điều khiển tiến hành việc mờ hoá tại các hàm thuộc đầu vào, tức là đánh giá xem tín hiệu đó thuộc vào mức nào trong các mức đã định nghĩa trước. Sau khâu này, tín hiệu đầu vào được chuyển sang các giá trị dạng ngôn ngữ như "nhanh", "chậm", "lớn", "nhỏ". Một giá trị đầu vào có thể thuộc một hay nhiều mức của bộ điều khiển. Tiếp theo, các khái niệm này được xử lý theo bộ luật của bộ mờ được đề xuất bởi hệ chuyên gia và cho ra kết quả là một miền giá trị được tạo bởi các phần của hàm liên thuộc đầu ra. Từ miền giá trị kết quả này, khối giải mờ của bộ điều khiển tiến hành biến đổi ngược để được một giá trị cụ thể cho đầu ra. Trong điều khiển nhiệt độ, độ ẩm, các thông số đầu vào thường sẽ được chia thành các mức độ cụ thể được quy định trong bảng 2. Các mức đầu ra thì được tạo dựa theo các thiết bị chấp hành cụ thể là hệ thống làm mát (cooling pad) kết hợp với quạt [12], thời gian hoạt động của bơm. Các luật của bộ mờ được nêu ra ở bảng 2. Hàm

thành viên có dạng tam giác cân với tâm là khoảng giữa của từng miền giá trị. Có nhiều dạng hàm thành viên khác nhau được sử dụng tùy thuộc vào các vấn đề được ứng dụng. Trong nghiên cứu này, hàm tam giác được sử dụng cho cả đầu vào và đầu ra của hệ thống bởi nó là một trong các hàm phổ biến, thường được ứng dụng cho nhiều hệ thống thực tế do thời gian tính toán được tối ưu [13, 14]. Sau đó, các giá trị mờ được khử mờ thành các số thực mà chúng được sử dụng để điều khiển quạt và bơm cho hệ thống nhà màng với giải thuật được đề xuất như hình 1.



Hình 1. Lưu đồ giải thuật của bộ điều khiển mờ - điều khiển đồng bộ nhiệt độ và độ ẩm

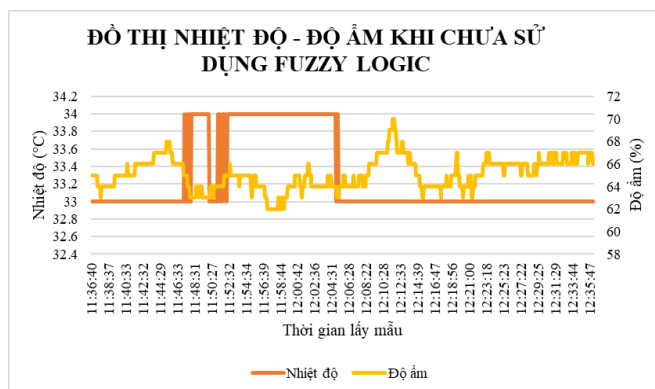
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Để đánh giá hiệu quả của giải thuật mờ trong việc điều khiển đồng bộ 2 biến nhiệt độ và độ ẩm. Một mô hình nhà màng được xây dựng với kích thước 6x6 m với các hệ thống làm mát, quạt, hệ thống màn che, hệ thống bơm tưới cho cây tự động được thực hiện tại TP. Hồ Chí Minh như hình 2. Dữ liệu nhiệt độ, độ ẩm thu thập được trong khoảng thời gian là từ 11h đến 13h là thời điểm nóng nhất trong ngày với nhiệt độ bên ngoài môi trường theo dự báo thời tiết khu vực đặt nhà màng là nhiệt độ 32°C và độ ẩm 74%. Với nhiệm vụ đảm bảo độ ổn định của nhiệt độ và độ ẩm trong nhà màng nhằm tạo điều kiện tốt nhất cho cây ớt chuông phát triển một cách tốt nhất. Để đánh giá mức ảnh hưởng của bộ điều khiển mờ, dữ liệu được thu thập để đánh giá, chúng được thể hiện ở hình 3 với dữ liệu thu thập cho thấy độ bất ổn định của cả hai biến khi chưa ứng dụng bộ mờ. Hình 4 cho thấy độ ổn định của 2 biến khi áp dụng bộ điều khiển mờ để điều khiển hệ thống. Từ giá trị nhiệt độ và độ ẩm của hai đồ thị ta có thể thấy được sự chênh lệch và ổn định của nhiệt độ, độ ẩm sau khi đã sử dụng luật Fuzzy Logic vào điều khiển. Giá trị nhiệt độ đã giảm 3°C so với nhiệt độ khi chưa sử dụng và giảm đi 2°C so với nhiệt độ

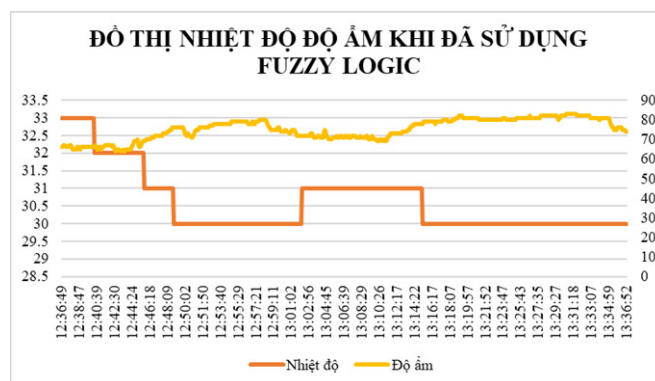
bên ngoài môi trường. Giá trị độ ẩm đã được chiều chỉnh từ 67% lên 80% luôn duy trì ở mức ổn định ít chênh lệch khi chưa áp bộ điều khiển.



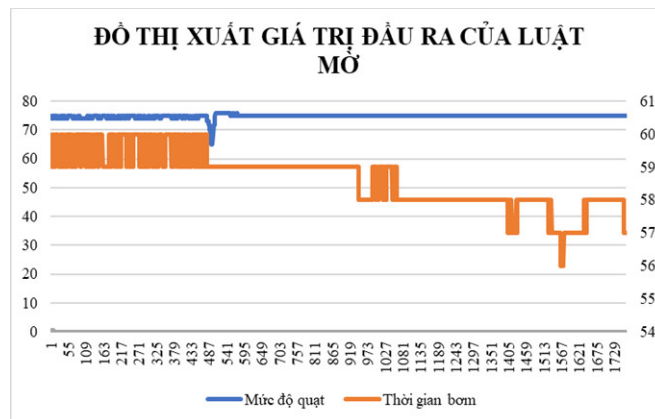
Hình 2. Tổng quan nhà màng với các chức năng được đề xuất



Hình 3. Đồ thị nhiệt độ và độ ẩm của nhà màng ở điều kiện bình thường (không áp dụng bộ điều khiển mờ)



Hình 4. Đồ thị nhiệt độ và độ ẩm của nhà màng khi áp dụng bộ điều khiển mờ



Hình 5. Đồ thị thể hiện các giá trị đầu ra của bộ điều khiển mờ



Hình 6. Cây ớt chuông được trồng trong hệ thống nhà màng với sự ứng dụng của bộ điều khiển mờ để kiểm soát các yếu tố môi trường ảnh hưởng đến cây trồng

Việc điều khiển nhiệt độ, độ ẩm giúp cây ớt chuông sinh trưởng tốt so với mặt bằng khí hậu nóng và biến đổi liên tục ở TP.HCM [15]. Khi ứng dụng bộ điều khiển mờ vào quá trình trồng và chăm sóc ớt chuông, chúng ta chứng kiến sự cải thiện đáng kể trong hiệu suất và chất lượng của cây trồng. Hệ thống điều khiển mờ có khả năng điều chỉnh độ ẩm và nhiệt độ một cách linh hoạt và tinh vi, dựa trên các dữ liệu và thông số môi trường cụ thể. Nhờ đó, cây ớt chuông có thể được cung cấp chính xác lượng nước và dinh dưỡng cần thiết, đồng thời tránh được tình trạng quá tải hoặc thiếu hụt nguồn tài nguyên. Ngoài ra, việc trồng cây trong môi trường nhà kính giúp hạn chế sâu bệnh cho cây trồng, các yếu tố quan trọng được theo dõi và điều khiển giúp cây phát triển tốt, cây ớt được sử dụng trong nghiên cứu được trình bày như hình 6. Sự kết hợp giữa công nghệ thông minh và nông nghiệp sáng tạo mở ra triển vọng hứa hẹn trong việc cải thiện sản xuất nông nghiệp và đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của thị trường.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã tạo ra một nhà màng thông minh có điều khiển nhiệt độ độ ẩm đồng bộ sử dụng bộ điều khiển mờ thích ứng được điều kiện khí hậu ở Việt Nam với chi phí rẻ và ổn định với kích thước là 6x6x3,5m. Bộ điều khiển mờ nhằm mờ hóa các giá trị đầu vào nhiệt độ, độ ẩm từ đó đưa ra tiêu chuẩn đầu ra phù hợp. Trong bài báo với 2 biến đầu vào là nhiệt độ và độ ẩm và các đối tượng điều khiển là quạt hút được điều khiển tốc độ bằng biến tần để thay đổi lưu lượng không khí cũng như làm giảm nhiệt độ trong nhà màng và bơm nước làm mát được điều khiển bằng các relay đóng ngắt để tăng độ ẩm và giảm nhiệt độ bên trong nhà màng. Kết quả triển khai bộ điều khiển cho 2 biến nhiệt độ và độ ẩm cho nhà màng trồng cây ớt chuông trong bài báo đã rút ra như sau:

- Đã tìm hiểu được các yếu tố tác động lên cơ chế sinh trưởng của cây trồng đặc biệt là cây ớt chuông thích hợp trồng ở TP. Hồ Chí Minh;
- Đã nghiên cứu và phát triển được bộ điều khiển nhiệt độ và độ ẩm đồng bộ sử dụng bộ điều khiển mờ;
- Việc điều khiển thông qua truyền thông IoT theo các chuẩn khác nhau.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được tài trợ bởi Trường Đại học Kinh tế thành phố Hồ Chí Minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Castillo-Díaz F.J., et al., "Impact of environmental policies on the profitability of greenhouse agriculture in southeastern Spain," *Sustainable Development*, 2023.
- [2]. Gil C., et al., "Assessing soil contamination and temporal trends of heavy metal contents in greenhouses on semiarid land," *Land Degradation & Development*, 29(10): 3344-3354, 2018.
- [3]. Minh Trieu N., N.T. Thinh, "Quality classification of dragon fruits based on external performance using a convolutional neural network," *Applied Sciences*, 11(22): 10558, 2021.
- [4]. Zheng B., T. Huang, "Mango grading system based on optimized Convolutional Neural Network," *Mathematical Problems in Engineering*, 1-11, 2021.
- [5]. Son N.T., "Vietnam agriculture - Opportunities and challenges in the context of integration," *Ho Chi Minh City University of Education Journal of Science*, (8 (86)): 22, 2016.
- [6]. Ali R.B., et al., "Fuzzy logic controller of temperature and humidity inside an agricultural greenhouse," in *2016 7th International Renewable Energy Congress (IREC)*, IEEE, 2016.
- [7]. Jomaa M., et al., "Greenhouse modeling, validation and climate control based on fuzzy logic. Engineering," *Technology & Applied Science Research*, 9(4): 4405-4410, 2019.
- [8]. Souza I.L., et al., "Parasitoids diversity in organic Sweet Pepper (*Capsicum annuum*) associated with Basil (*Ocimum basilicum*) and Marigold (*Tagetes erecta*)," *Brazilian Journal of Biology*, 79: p. 603-611, 2018.
- [9]. De Lima W.B., et al., "Growth and development of bell peppers submitted to fertilization with biochar and nitrogen," *Agricultural Sciences*, 10 (6), 2019.
- [10]. Tuyet T.T.A., et al., "Evaluation on the growth, development and yield of some bell pepper varieties in spring-summer 2020 in Huong Toan commune, Huong Tra town, Thua Thien Hue province," *Hue University of Agriculture and Forestry Journal of Agricultural Science and Technology*, 5(1): 2198-2206, 2021.
- [11]. Iancu I., *A Mamdani type fuzzy logic controller. Fuzzy logic-controls, concepts, theories and applications*. IntechOpen Limited, United Kingdom, 15(2): p. 325-350, 2012.
- [12]. Xu J., et al., "Experimental performance of evaporative cooling pad systems in greenhouses in humid subtropical climates," *Applied Energy*, 138: 291-301, 2015.
- [13]. Hieu N.T.T., N.T. Thinh, "Controlling Water Jet Based on Fuzzy Controller for Cleaning and Massage Patient's Head," *International Journal of Mechanical Engineering and Robotics Research*, 11(9), 2022.
- [14]. Pedrycz W., "Why triangular membership functions?," *Fuzzy sets and Systems*, 64(1): 21-30, 1994.
- [15]. Viet T.L.V., "Urban development and climate change trends in Ho Chi Minh City," *Journal of Hydro-Meteorology*, 558(6), 2007.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Minh Trieu, Nguyen Trung Thinh

University of Economics Ho Chi Minh City, Vietnam