ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN MỜ TRONG MÁY RỬA CHÉN BÁT THÔNG MINH

APPLICATION OF FUZZY CONTROL IN SMART DISHWASHER

Nguyễn Tấn Thiên
Trường đại học Sư phạm Kỹ thuật TP.HCM

TÓM TẮT

Máy rửa chén bát (MRCB) là thiết bị gia dụng phổ biến trong các gia đình hiện nay. Nó giải phóng sức lao động của con người. Chúng ta dễ dàng nhận thấy MRCB làm việc dựa trên các thông số: Khối lượng chén bát, mức độ bẩn, nhiệt độ nước rửa, áp lực nước rửa và thời gian rửa. Ở các MRCB hiện nay, các thông số làm việc trên được lập trình tương ứng với các chế độ rửa khác nhau. Khi vận hành máy, người sử dụng phải dựa vào khối lượng chén bát và mức độ bẩn để chon chế độ rửa phù hợp. Việc này có thể khiến họ chọn chế độ rửa không phù hợp, làm giảm hiệu quả của máy hay làm tăng điện năng tiêu thụ. Chính vì vậy bài báo này trình bày ý tưởng về một chiếc MRCB thông minh. Máy được ứng dụng điều khiển mờ để tự động xác định các thông số làm việc tối ưu, giúp nó hoạt động hiệu quả và tiết kiệm năng lượng tiêu thụ. Đồng thời giúp việc vận hành máy đơn giản hơn.

Từ khóa: *Máy rửa chén bát; Máy rửa chén bát thông minh; điều khiển mờ; các thông số làm việc tối ưu; tiết kiệm năng lượng.*

ABSTRACT

Dishwashers are popular appliances in today's homes. It liberates human labor. It is easy to see that the dishwasher works on the following parameters: Volume of cups, degree of contamination, wash water temperature, wash water pressure and washing time. At present dishwashers, the above parameters are programmed to correspond to different wash modes.When operating the machine, the user must rely on the volume of the bowl and the degree of contamination to select the proper wash mode. This can cause them to choose inappropriate wash modes, reduce the efficiency of the machine or increase power consumption. So this article presents the idea of a smart dishwasher. The machine is a fuzzy control application that automatically determines the optimum working parameters, helping it operate efficiently and saving energy consumption. Simplify machine operation.

Keywords: *Dishwasher; Smart dishwasher; fuzzy control; optimum working parameters; energy saving.*

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Ngày nay, rất nhiều thiết bị được nhúng logic mờ để trở nên thông minh nhằm nâng cao hiệu quả sử dụng của thiết bị. Chúng ta có thể thấy logic mờ ứng dụng trong máy điều hòa, tủ lạnh, camera, máy hút bụi,… Như vậy ta cũng có thể ứng dụng logic mờ để điều khiển MRCB để tăng tính tự động và mang lại hiệu quả cao.

Trong phạm vi bài báo, tác giả trình bày phương pháp xây dựng bộ điều khiển mờ để xác định các thông số làm việc tối ưu: nhiệt độ nước rửa, áp lực nước rửa, thời gian rửa dựa trên 2 thông số ngõ vào là khối lượng chén bát bẩn cần rửa và mức độ bẩn của nó. Sau đó tác giả sẽ thiết kế và xây dựng mô hình điều khiển sử dụng vi điều khiển STM32F4 để tìm các thông số làm việc này.

2. MÁY RỬA CHÉN BÁT THÔNG MINH

MRCB là một thiết bị làm sạch chén bát sử dụng tác nhân rửa là những tia nước áp lực cao (có thể kết hợp yếu tố nhiệt độ và chất tẩy rửa) bắn trực tiếp vào bề mặt của chén bát bẩn, vật dụng cần rửa, để phá vỡ lực bám của thức ăn thừa và cuốn trôi chúng. Áp lực nước, thời gian phun nước và nhiệt độ nước rửa là các yếu tố chính quyết định đến hiệu quả của máy.

MRCB thông minh [1] làm việc tự động mà không cần sự can thiệp quá nhiều của con người. Các cảm biến và các thuật toán thông minh sẽ lựa chọn các thông số làm việc (nhiệt độ nước rửa, áp lực nước rửa, thời gian rửa) tối ưu giúp máy hoạt động hiệu quả và việc vận hành thiết bị đơn giản hơn.

3. LOGIC MỜ [2]

3.1 Tập mờ

Tập mờ A xác định trên tập vũ trụ X là một tập mà mỗi phần tử của nó là một cặp các giá trị (x,μA(x)), trong đó $x \in X$ và μA là ánh xạ: $\mu A : X \rightarrow [0,1]$

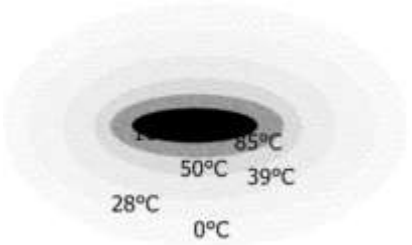
Ánh xạ μA được gọi là hàm liên thuộc hoặc hàm thành viên của tập mờ A. Tập X được gọi là cơ sở của tập mờ A.

μA(x) là độ phụ thuộc.

Kí hiệu: $A = \{ (\mu A(x),x) ; x \in X \}$

3.2 Độ phụ thuộc trong tập mờ [3]

Cho một vùng nhiệt độ rất nóng, ta mô tả một tập hợp được cho là rất nóng, sau đó định nghĩa một hàm phụ thuộc cho phép ta xác định một nhiệt độ nào đó có thuộc tập hợp này hay không.



Hình 1: Vùng giá trị nhiệt độ là một tập mờ

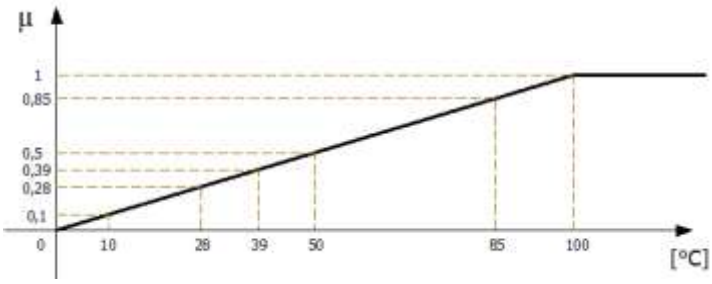
Lúc này biên giới giữa rất nóng và rất lạnh không phải là một đường phân biệt rõ ràng mà là một vùng các giá trị liên tục. Mức độ xám cho ta thấy được vùng biên giới này và cũng cho thấy độ phụ thuộc của một giá trị nhiệt độ nào đó.

Theo hình trên, nếu như ta cho rằng $0^{O}C$ là "rất lạnh" và $100^{O}C$ là "rất nóng" thì độ phụ thuộc (có giá trị trong khoảng từ 0 →1) của giá trị nhiệt độ bất kỳ so với tập "rất nóng" là:

$\mu(0^{O}C) = 0$; $\mu(28^{O}C) = 0,28$; $\mu(39^{O}C) = 0,39$; $\mu(50^{O}C) = 0,5$; $\mu(85^{O}C) = 0,85$; $\mu(100^{O}C) = 1$

Độ phụ thuộc được biểu diễn bằng hàm phụ thuộc. Hàm này ánh xạ tập các giá trị vật lý thành tập các giá trị phụ thuộc đối với các giá trị ngôn ngữ.

Ví dụ về hàm thuộc cho các nhiệt độ nói trên:



Hình 2: Hàm phụ thuộc theo nhiệt độ

Việc dùng các tập mờ được định nghĩa bởi các hàm phụ thuộc trong biểu thức logic được gọi là logic mờ.

Ví dụ như biểu thức " nhiệt độ rất nóng" đối với giá trị $39^{O}C$ sẽ cho kết quả là "True" với mức phụ thuộc bằng 0,39.

3.3 Các bước thiết kế bộ điều khiển mờ [4]

B1: Định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào/ra.

B2: Xác định các tập mờ cho từng biến vào/ra (mờ hoá).

+ Miền giá trị vật lý của biến ngôn ngữ.
+ Số lượng tập mờ.
+ Xác định hàm thuộc.
+ Rời rạc hoá tập mờ.

B3: Xây dựng luật hợp thành.

B4: Chọn qui tắc thực hiện luật hợp thành.

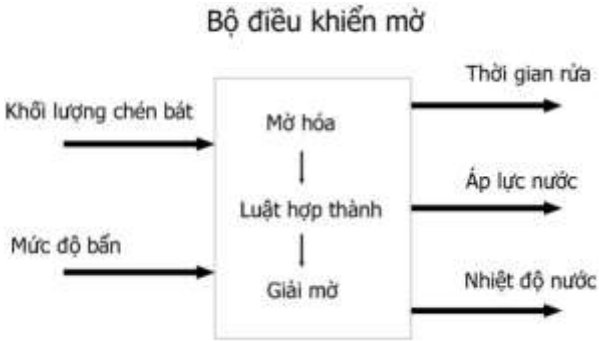
B5: Chọn phương pháp & giải mờ.

4. XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ CHO MRCB [5]

4.1 Xác định các biến ngôn ngữ vào ra

MRCB làm việc dựa trên hai đại lượng đầu vào là: khối lượng chén bát cần rửa và mức độ bẩn của chén bát. Các đại lượng này sẽ quyết định các thông số làm việc của máy như: nhiệt độ nước rửa, áp lực nước rửa và thời gian rửa. Nhưng không dễ để công thức hóa mối liên hệ giữa các đại lượng này, vì vậy để giải quyết vấn đề trên, chúng ta sử dụng bộ

điều khiển mờ để tìm ra các giá trị tối ưu của các thông số làm việc đó giúp máy làm việc hiệu quả, tiết kiệm điện năng tiêu thụ.



Hình 3: Cấu trúc bộ điều khiển mờ MRCB

Ta xây dựng hệ thống mờ như sau

Hai giá trị ngõ vào là:

- Khối lượng chén bát: Là yếu tố quan trọng quyết định thời gian rửa. Tùy khối lượng nhiều hay ít mà thời gian rửa nhiều hay ít tương ứng. Điều này sẽ quyết định mức tiêu thụ điện năng của máy. Để xác định tự động lượng chén bát ta sử dụng một loadcell thu thập thông tin về khối lượng. (loadcell phù hợp cho MRCB có ngưỡng đo 0÷20kg).

- Mức độ bẩn của chén bát: Là yếu tố được căn cứ để xác định nhiệt độ nước rửa và áp lực nước rửa. Độ bẩn được xác định theo mật độ các chất lơ lửng trong nước. Mật độ chất lơ lửng trong nước càng lớn chứng tỏ mức độ bẩn càng cao. Ngược lại mật độ chất lơ lửng thấp thì mức độ bẩn thấp. Một thiết bị cảm biến độ đục của nước làm nhiệm thu thập thông số này. (MRCB ta sử dụng cảm biến độ đục có ngưỡng đo là 0÷100 NTU).

4.2 Tập mờ của biến ngôn ngữ

Với các biến ngôn ngữ đã xác định ta chọn tập mờ tương ứng từng biến như sau:

- Biến Khối lượng ta chọn 3 tập mờ sau:
  Khối lượng (M): { Ít, Vừa, Nhiều }
- Biến Độ bẩn ta chọn 3 tập mờ sau:
  Độ bẩn (D): {Bẩn ít, Bẩn vừa, Bẩn nhiều}
- Biến Nhiệt độ nước ta chọn 3 tập mờ sau:
  Nhiệt độ (T) : { Thấp, Vừa, Cao}
- Biến Áp lực nước ta chọn 3 tập mờ sau:
  ÁP lực nước (P): { Thấp, Vừa, Cao}
- Biến Thời gian rửa ta chọn 3 tập mờ sau:
  Thời gian rửa (Ti): { Ngắn, Vừa, Dài}

Miền giá trị vật lý

Các giá trị của đại lượng đầu ra được tham khảo theo thông số của các dòng MRCB phổ biến trên thị trường hiện nay. (được coi như kinh nghiệm của chuyên gia).

Ta chọn miền giá trị vật lý của các biến ngôn ngữ như sau:

x: Khối lượng ($0 \le x \le 15$) Kg
y: Độ bẩn ($0 \le y \le 100$) NTU
z: Nhiệt độ nước ($25 \le z \le 70$) ^{0}C
k: Áp lực nước ($0 \le k \le 8$) bar
t : Thời gian rửa ($0 \le t \le 70$) phút

Hàm thành viên

Hàm thành viên Khối lượng

$$\mu M_{ít}(x) = \begin{cases} 1 & ,x \le 2 \\ \frac{5-x}{5-2} & ,2 < x \le 5 \\ 0 & ,x > 5 \end{cases} \quad (1)$$

$$\mu M_{Vừa}(x) = \begin{cases} 0 & ,x < 2 \\ \frac{x-2}{5-2} & ,2 < x \le 5 \\ \frac{8-x}{8-5} & ,5 < x \le 8 \\ 0 & ,x > 8 \end{cases} \quad (2)$$

$$\mu M_{Nhiều}(x) = \begin{cases} 0 & ,x < 5 \\ \frac{x-5}{8-5} & ,5 < x < 8 \\ 1 & ,x \ge 8 \end{cases} \quad (3)$$

Quy định độ thuộc (μ=1) tại từng tập mờ như sau: $M_{ít} \le 2$; $M_{Vừa} = 5$; $M_{Nhiều} \ge 8$

Hàm thành viên Độ bẩn

$$\mu D_{Bẩn\ ít}(y) = \begin{cases} 1 & ,y \le 20 \\ \frac{50-y}{50-20} & ,20 < y \le 50 \\ 0 & ,y > 50 \end{cases} \quad (4)$$

$$\mu D_{Bẩn\ vừa}(y) = \begin{cases} 0 & ,y < 20 \\ \frac{y-20}{50-20} & ,20 < y \le 50 \\ \frac{80-y}{80-50} & ,50 < y \le 80 \\ 0 & ,y > 80 \end{cases} \quad (5)$$

$$\mu D_{Bẩn\ nhiều}(y) = \begin{cases} 0 & ,y < 50 \\ \frac{y-50}{80-50} & ,50 < y < 80 \\ 1 & ,y \ge 80 \end{cases} \quad (6)$$

Quy định độ thuộc (μ=1) tại từng tập mờ như sau: $D_{Bẩn.ít} = 20$; $D_{Bẩn.vừa} = 50$; $D_{Bẩn.nhiều} = 80$

Hàm thành viên Nhiệt độ nước rửa

$$\mu T_{Thấp}(z) = \begin{cases} 1 & ,z \le 40 \\ \frac{50-z}{50-40} & ,40 < z \le 50 \\ 0 & ,z > 50 \end{cases} \quad (7)$$

$$\mu T_{Vừa}(z) = \begin{cases} 0 & ,z < 40 \\ \frac{z-40}{50-40} & ,40 < z \le 50 \\ \frac{70-z}{70-50} & ,50 < z \le 60 \\ 0 & ,z > 70 \end{cases} \quad (8)$$

$$\mu T_{Cao}(z) = \begin{cases} 0 & ,z < 50 \\ \frac{z-50}{70-50} & ,50 < z < 70 \\ 1 & ,z \ge 70 \end{cases} \quad (9)$$

Quy định độ thuộc (μ=1) tại từng tập mờ như sau: $T_{Thấp} = 40$; $T_{Vừa} = 50$; $T_{Cao} = 70$

Hàm thành viên Áp lực nước rửa

$$\mu P_{Thấp}(k) = \begin{cases} 1 & ,k \le 2 \\ \frac{6-k}{6-2} & ,2 < k \le 6 \\ 0 & ,k > 6 \end{cases} \quad (10)$$

$$\mu P_{Vừa}(k) = \begin{cases} 0 & ,k < 2 \\ \frac{k-2}{6-2} & ,2 < k \le 6 \\ \frac{8-k}{8-6} & ,6 < k \le 8 \\ 0 & ,k > 8 \end{cases} \quad (11)$$

$$\mu P_{Cao}(k) = \begin{cases} 0 & ,k < 6 \\ \frac{k-6}{8-6} & ,6 < k < 8 \\ 1 & ,k \ge 8 \end{cases} \quad (12)$$

Quy định độ thuộc (μ=1) tại từng tập mờ như sau: $P_{Thấp} = 2$; $P_{Vừa} = 6$; $P_{Cao} = 8$

Hàm thành viên Thời gian rửa

$$\mu Ti_{Ngắn}(t) = \begin{cases} 1 & ,t \le 20 \\ \frac{50-t}{50-20} & ,20 < t \le 50 \\ 0 & ,t > 50 \end{cases} \quad (13)$$

$$\mu Ti_{Vừa}(t) = \begin{cases} 0 & ,t < 20 \\ \frac{t-20}{50-20} & ,20 < t \le 50 \\ \frac{70-t}{70-50} & ,50 < t \le 70 \\ 0 & ,t > 70 \end{cases} \quad (14)$$

$$\mu Ti_{Dài}(t) = \begin{cases} 0 & ,t < 50 \\ \frac{t-50}{70-50} & ,50 < t < 70 \\ 1 & ,t \ge 70 \end{cases} \quad (15)$$

Quy định độ thuộc (μ=1) tại từng tập mờ như sau: $Ti_{Ngắn} = 20$; $Ti_{Vừa} = 50$; $Ti_{Dài} = 70$.

4.3 Luật hợp thành và quy tắc tổng hợp luật

Luật hợp thành là tập hợp những quy tắc thể hiện mối liên hệ giữa các thông số vào / ra, được xây dựng dựa trên thực nghiệm và kinh nghiệm của chuyên gia hoặc người vận hành.

Một quy tắc tiêu biểu như sau: *Khối lượng chén bát nhiều và độ bẩn là bẩn nhiều thì nhiệt độ nước rửa cao, áp lực nước rửa cao và thời gian rửa dài.*

Tập hợp các luật hợp thành đó là cơ sở để xây dựng bộ điều khiển cho máy rửa chén.

Với 2 biến đầu vào là khối lượng cần rửa và mức độ bẩn, mỗi biến có 3 giá trị tập mờ thì ta có tổng cộng 3x3 =9 luật.

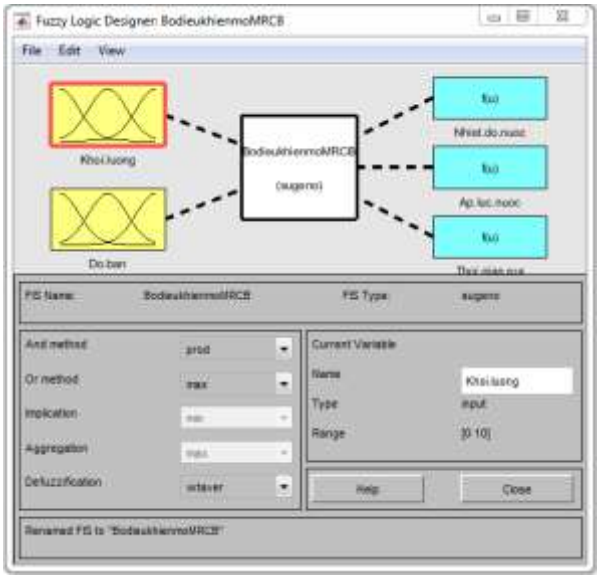
R1: **IF** Khối lượng (Ít) & Độ bẩn (Bẩn ít) **THEN** Nhiệt độ nước (Thấp) & Áp lực nước (Thấp) & Thời gian rửa (Ngắn).
R2: **IF** Khối lượng (Ít) & Độ bẩn (Bẩn vừa) **THEN** Nhiệt độ nước (Vừa) & Áp lực nước (Thấp) & Thời gian rửa (Ngắn).
R3: **IF** Khối lượng (Ít) & Độ bẩn (Bẩn nhiều) **THEN** Nhiệt độ nước (Cao) & Áp lực nước (Vừa) & Thời gian rửa (Ngắn).
R4: **IF** Khối lượng (Vừa) & Độ bẩn (Bẩn ít) **THEN** Nhiệt độ nước (Thấp) & Áp lực nước (Vừa) & Thời gian rửa (Ngắn).
R5: **IF** Khối lượng (Vừa) & Độ bẩn (Bẩn vừa) **THEN** Nhiệt độ nước (Vừa) & Áp lực nước (Vừa) & Thời gian rửa (Vừa).
R6: **IF** Khối lượng (Vừa) & Độ bẩn (Bẩn cao) **THEN** Nhiệt độ nước (Cao) & Áp lực nước (Vừa) & Thời gian rửa (Vừa).
R7: **IF** Khối lượng (Nhiều) & Độ bẩn (Bẩn ít) **THEN** Nhiệt độ nước (Thấp) & Áp lực nước (Vừa) & Thời gian rửa (Vừa).
R8: **IF** Khối lượng (Nhiều) & Độ bẩn (Bẩn vừa) **THEN** Nhiệt độ nước (Vừa) & Áp lực nước (Cao) & Thời gian rửa (Dài).
R9: **IF** Khối lượng (Nhiều) & Độ bẩn (Bẩn nhiều) **THEN** Nhiệt độ nước (Cao) & Áp lực nước (Cao) & Thời gian rửa (Dài).

Bảng 1: Tổng luật hợp thành

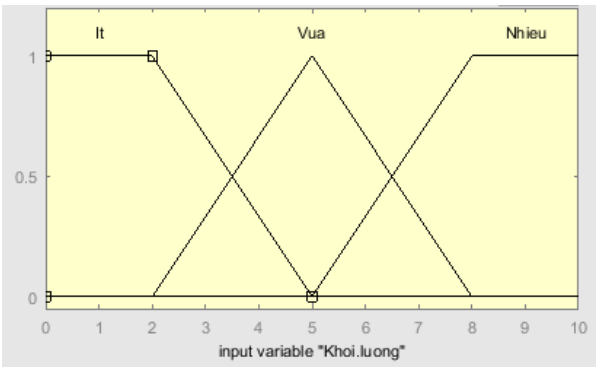
	$M_{Ít}$	$M_{Vừa}$	$M_{Nhiều}$
$D_{Bẩn\ ít}$	$T_{Thấp}$ $P_{Thấp}$ $Ti_{Ngắn}$	$T_{Thấp}$ $P_{Vừa}$ $Ti_{Ngắn}$	$T_{Thấp}$ $P_{Vừa}$ $Ti_{Vừa}$
$D_{Bẩn\ vừa}$	$T_{Vừa}$ $P_{Thấp}$ $Ti_{Ngắn}$	$T_{Vừa}$ $P_{Vừa}$ $Ti_{Vừa}$	$T_{Vừa}$ P_{Cao} $Ti_{Dài}$
$D_{Bẩn\ nhiều}$	T_{Cao} $P_{Vừa}$ $Ti_{Ngắn}$	T_{Cao} $P_{Vừa}$ $Ti_{Vừa}$	T_{Cao} P_{Cao} $Ti_{Dài}$

4.4 Mô phỏng matlab & giải mờ [5], [6]

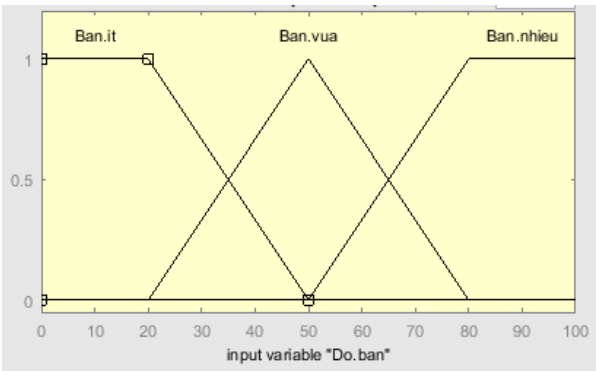
Ta tiến hành mô phỏng trên phần mềm Matlab, tính toán các thông số làm việc như sau:



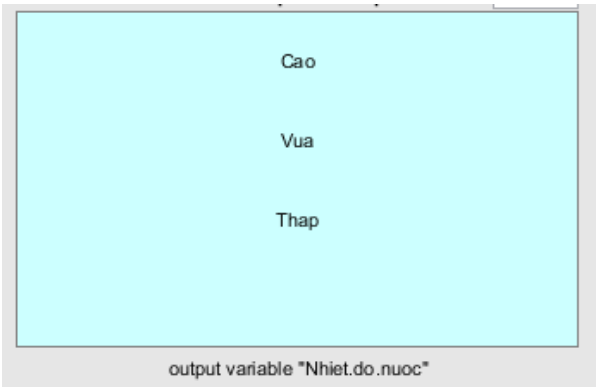
Hình 4: Bộ điều khiển mờ MRCB



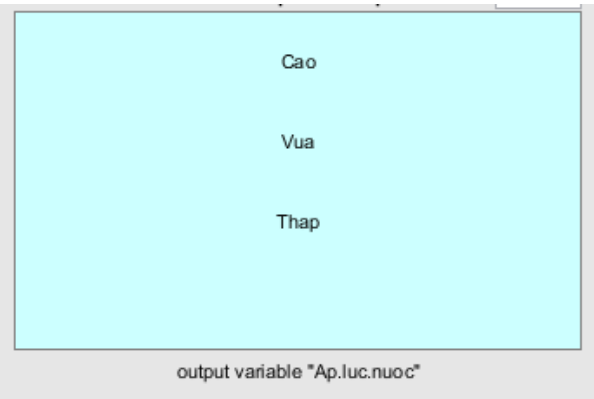
Hình 5: Hàm thành viên khối lượng chén bát



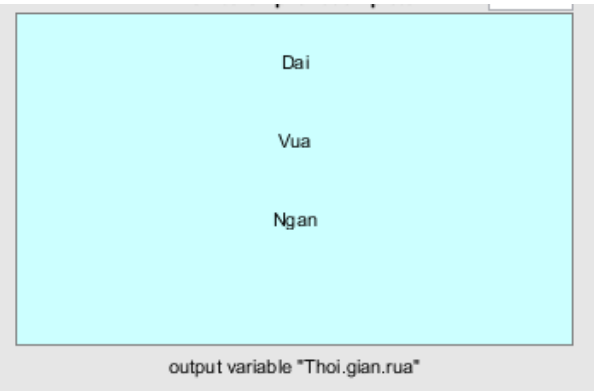
Hình 6: Hàm thành viên mức độ bẩn



Hình 7: Hàm thành viên kết luận nhiệt độ nước rửa



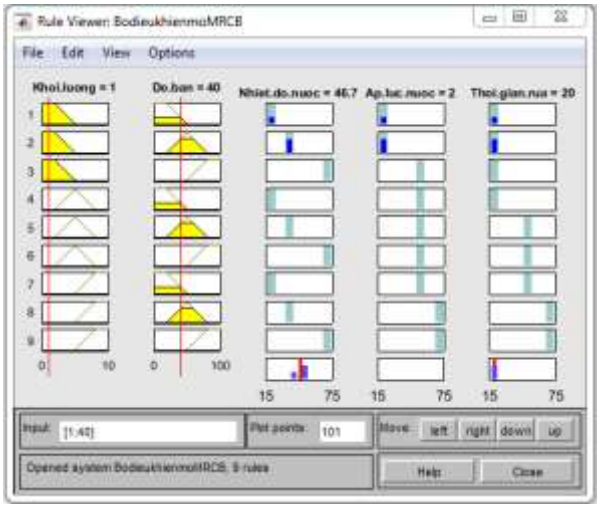
Hình 8: Hàm thành viên kết luận áp lực nước rửa



Hình 9: Hàm thành viên kết luận thời gian rửa

Kết quả mô phỏng thể hiện qua Rule viewer

Trường hợp 1: Với khối lượng: 1kg và độ bẩn: 40NTU ta xác định được các thông số làm việc: Nhiệt độ nước:46,7 ^{0}C; áp lực nước: 2 bar; thời gian rửa: 20 phút.



Hình10: Kết quả tính các thông số trường hợp 1

Trường hợp 2: Với khối lượng: 5kg và độ bẩn: 60NTU ta xác định được các thông số làm việc: Nhiệt độ nước:56,7 ^{0}C; áp lực nước: 6 bar; thời gian rửa: 50 phút:

Hình11: Kết quả tính các thông số trường hợp 2

5. THIẾT KẾ MÔ HÌNH TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ TỐI ƯU

5.1 Thiết kế mạch điều khiển

Hình 12: Sơ đồ cấu trúc hệ thống tính các thông số làm việc của MRCB

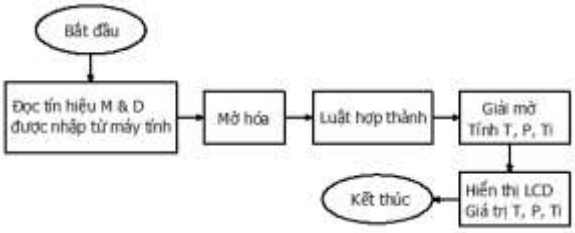
Trong đó:

PC: Máy tính cá nhân, là công cụ cho việc lập trình bằng Matlab-Simulink, công cụ Waijung v17.03 hỗ trợ cho lập trình nhúng bằng Matlab-Simulink, sau đó dịch chương trình rồi nạp xuống board DSP STM32F4.

UART CP2102: Được dùng để chuyển giao tiếp từ USB sang UART TTL và ngược lại

STM32F407VGT: Có nhiệm vụ thực thi chương trình từ máy tính nạp xuống.

LCD: Màn hình hiển thị các giá trị sau tính toán.

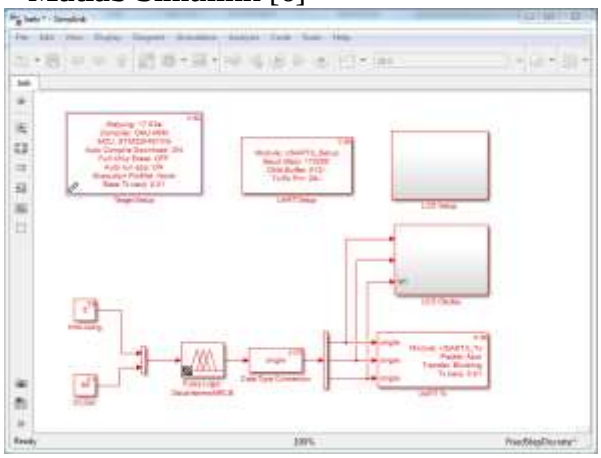


Hình 13: Lưu đồ thuật toán

5.2 Mô hình thực tế

Hình 14: Mô hình thực tế

5.3 Xây dựng giải thuật bài toán trên Matlab Simulink [6]



Hình 15: Mô phỏng trên Matlab-simulink với sự hỗ trợ của công cụ Waijung

Sau khi xây dựng hệ thống trên Matlab-Simulink ta tiến hành chạy Target.

Kết nối mô hình thực tế với PC, cài đặt driver cho các linh kiện rồi tiến hành nạp code vào board DSP STM32F4.

5.4 Kết quả thực nghiệm

Khi nhập vào giá trị bất kỳ của 2 đại lượng khối lượng và độ bẩn thì ta thu được kết quả là các giá trị: nhiệt độ nước rửa, áp lực nước rửa và thời gian rửa sẽ hiển thị trên màn hình LCD. Kết quả này hoàn toàn trùng khớp với kết quả mô phỏng ở phần trước.

6. KẾT LUẬN

6.1 Kết quả đạt được

Thiết kế được bộ điều khiển mờ tính các thông số làm việc tối ưu cho MRCB.

Xây dựng được giải thuật cho bộ điều khiển mờ bằng phần mềm Matlab.

Xây dựng được mô hình thực tế tìm các thông số làm việc tối ưu của MRCB.

6.2 Những hạn chế của nghiên cứu

Thay vì sử dụng các cảm biến để thu thập thông số đầu vào là khối lượng chén bát bẩn và mức độ bẩn của chén bát. Trong phạm vi bài báo tác giả nhập các thông số này từ máy tính để tiến hành mô phỏng.

6.3 Hướng phát triển đề tài

Tìm các thông số làm việc tối ưu là cơ sở để tiến hành bài toán điều khiển các cơ cấu chấp hành như động cơ bơm, điện trở nung nóng nước để hoàn thiện bộ điều khiển thông minh cho MRCB.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Benton Harbor. *Global Wash System-Undercounter Dishwashers*, Technical education, 2011.

[2] Phan Xuân Minh và Nguyễn Doãn Phước. *Lý thuyết điều khiển mờ*, NXB Khoa Học và Kỹ Thuật, 2004.

[3] Hứa Thị Hoàng Yến, *Nghiên cứu ứng dụng của Fuzzy logic trong điều khiển nhiệt độ*, Báo cáo nghiệm thu đề tài nghiên cứu khoa học cấp trường, Đại học Khoa Học Tự Nhiên, ĐHQG TPHCM, 2006.

[4] Robert Babuska. *Fuzzy and Neural control*, DISC Course Lecture Notes, 2004.

[5] Huỳnh Thái Hoàng. *Hệ thống điều khiển thông minh*, NXB Đại học Quốc Gia, TP HCM, 2014.

[6] S.N.Sivanandam, S.Sumathi, S.N.Deepa. *Introduction to Fuzzy Logic using Matlab*, 2006.

Tác giả chịu trách nhiệm bài viết:

Họ tên: NGUYỄN TẤN THIÊN

Đơn vị: Khoa Cơ Khí Chế Tạo Máy

Điện thoại: 0978 678 518

Email: nguyentanthien.py@gmail.com

BÀI BÁO KHOA HỌC

THỰC HIỆN CÔNG BỐ THEO QUY CHẾ ĐÀO TẠO THẠC SỸ

Bài báo khoa học của học viên

có xác nhận và đề xuất cho đăng của Giảng viên hướng dẫn

Bản tiếng Việt ©, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH và TÁC GIẢ

Bản quyền tác phẩm đã được bảo hộ bởi Luật xuất bản và Luật Sở hữu trí tuệ Việt Nam. Nghiêm cấm mọi hình thức xuất bản, sao chụp, phát tán nội dung khi chưa có sự đồng ý của tác giả và Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật TP. Hồ Chí Minh.

ĐỂ CÓ BÀI BÁO KHOA HỌC TỐT, CẦN CHUNG TAY BẢO VỆ TÁC QUYỀN!

Thực hiện theo MTCL & KHTHMTCL Năm học 2018-2019 của Thư viện Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Tp. Hồ Chí Minh.