

NGHIÊN CỨU PHƯƠNG PHÁP THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG BA ĐẦU VÀO BẰNG LOGIC MỜ VÀ ĐẠI SỐ GIA TỬ

Nguyễn Hữu Công^{1,*}, Ngô Kiên Trung², Nguyễn Tiến Duy²

¹Đại học Thái Nguyên, Phường Tân Thịnh, Thành phố Thái Nguyên

²Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp, Đại học Thái Nguyên, Đường 3-2, Phường Tích Lương, TP Thái Nguyên

*Email: conghe@tnu.edu.vn

Đến Tòa soạn: 23/1/2014; Chấp nhận đăng: 26/3/2014

TÓM TẮT

Trong những năm qua, việc nghiên cứu ứng dụng đại số gia tử trong lĩnh vực điều khiển đã có những thành công đáng kể. Bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử phát triển từ logic mờ có thể ứng dụng tốt cho các đối tượng công nghiệp. Tuy nhiên thuật toán thiết kế bộ điều khiển bằng logic mờ và đại số gia tử có độ phức tạp, thời gian tính toán lớn hơn bộ điều khiển PID sẽ gây khó khăn trong quá trình thiết kế cho các đối tượng yêu cầu cao về độ tác động nhanh.

Bài báo trình bày ý tưởng và thuật toán thiết kế bộ điều khiển bằng đại số gia tử với việc tăng thêm đầu vào nhằm bổ sung lượng thông tin về sự thay đổi trong hệ thống cũng như nhiều tác động, từ đó giúp người thiết kế giảm lược được số giá trị ngôn ngữ và tập luật điều khiển, giảm thiểu khối lượng tính toán dẫn đến giảm thời gian tính toán cho vi xử lý (bộ điều khiển) được lựa chọn thực tế.

Từ khóa: bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử, bộ điều khiển mờ, giảm thời gian tính toán.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Các bộ điều khiển thông minh ngày càng được ứng dụng nhiều vào các hệ thống thực tế trong công nghiệp. Khi sử dụng các công cụ tính toán mềm như logic mờ và đại số gia tử trong điều khiển có ưu điểm: có thể điều khiển được các đối tượng mà thông tin không đầy đủ và nếu thiết kế tốt thì bản thân các bộ điều khiển này là các bộ điều khiển thông minh nên khá phù hợp với các đối tượng phi tuyến.

Tuy nhiên các bộ điều khiển trên cũng tồn tại một số nhược điểm:

(1) Độ phức tạp của thuật toán lớn, thời gian tính toán lớn hơn so với bộ điều khiển PID và dẫn đến không thể điều khiển được các đối tượng yêu cầu cao về độ tác động nhanh. Vì vậy, vấn đề giảm thời gian tính toán và đơn giản hóa trong lập trình vi xử lý (bộ điều khiển) luôn được các nhà thiết kế quan tâm nghiên cứu.

(2) Với ý tưởng là: nếu lấy đầy đủ các trạng thái trong không gian pha của sai lệch đưa tới đầu vào bộ điều khiển (như bộ điều khiển PID) thì sẽ có thể giảm được hệ luật và giảm độ phức tạp tính toán của bộ điều khiển. Từ ý tưởng đó, các tác giả đã thiết kế bộ điều khiển mờ với 3 đầu vào là sai lệch, đạo hàm của sai lệch và tích phân của sai lệch và đã đạt được những thành công nhất định. Kết quả thu được là đã giảm được tương đối nhiều số luật điều khiển cho quá trình thiết kế bộ điều khiển. Ví dụ như giảm được từ 75 luật điều khiển xuống còn 27 luật điều khiển trong [1]. Tuy nhiên, việc làm này vẫn tồn tại các hạn chế:

- Việc nội suy để tính toán giá trị đầu ra bộ điều khiển là rất khó khăn vì phải nội suy trong không gian 4 chiều với nhiều phép tính và công thức phức tạp.
- Số lượng luật điều khiển còn khá nhiều, vì vậy lập trình khi thiết kế bộ điều khiển vẫn còn khá phức tạp.

Theo tiếp cận đại số gia tử, ta có thể kết nhập (có trọng số) các giá trị định lượng ngữ nghĩa của các biến vào (ánh xạ: $R^3 \rightarrow R$) để xác định được mối quan hệ vào - ra trong không gian 2 chiều và có thể giảm lược số lượng luật điều khiển khá nhiều so với điều khiển mờ. Trên cơ sở phân tích trên, bài báo nghiên cứu phương pháp thiết kế bộ điều khiển mờ với 3 đầu vào, từ đó áp dụng với bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử và so sánh đánh giá kết quả đạt được bằng mô phỏng trên đối tượng phi tuyến cụ thể.

- Bổ sung đầu vào thứ ba đồng thời giảm lược số luật điều khiển ở đây là một bài toán mới với lý thuyết đại số gia tử. Việc bổ sung này nhằm cung cấp thêm thông tin đầu vào cho bộ điều khiển đồng thời không được làm tăng tính phi tuyến và phức tạp hóa quá trình thiết kế. Với mục tiêu điều khiển hệ thống bám theo tín hiệu vào, bài báo đã chọn đầu vào thứ 3 là tích phân của sai lệch nhằm khử sai lệch tĩnh, đảm bảo độ chính xác cho hệ thống.
- Việc tăng thêm đầu vào thứ ba sẽ bổ sung lượng thông tin về sự thay đổi trong hệ thống cũng như nhiễu tác động, từ đó giúp người thiết kế giảm lược được số giá trị ngôn ngữ và tập luật điều khiển, giảm thiểu khối lượng tính toán dẫn đến giảm thời gian tính toán cho vi xử lý (bộ điều khiển) được lựa chọn thực tế.

2. THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN SỬ DỤNG ĐẠI SỐ GIA TỬ VỚI 3 ĐẦU VÀO

Nhóm tác giả tiến hành nghiên cứu và so sánh phương pháp thiết kế bộ điều khiển sử dụng 3 đầu vào bằng đại số gia tử và logic mờ với cùng một thuật toán thiết kế. Các kết quả điều khiển và hiệu quả thực hiện được thể hiện qua bài toán điều khiển một đối tượng phi tuyến trong thực tế.

2.1. Phương pháp thiết kế bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử

2.1.1. Giới thiệu tóm tắt đại số gia tử

Đại số gia tử (Hedge Algebra - HA) là sự phát triển dựa trên tư duy logic về ngôn ngữ [3], [4]. Với quan hệ vào - ra theo logic mờ phải xác định các hàm liên thuộc một cách rời rạc thì với HA có một cấu trúc đại số dưới dạng quan hệ hàm, cho phép hình thành một tập giá trị ngôn ngữ lớn vô hạn sao cho cấu trúc thu được mô phỏng tốt ngữ nghĩa của ngôn ngữ giúp cho các quá trình suy luận của con người.

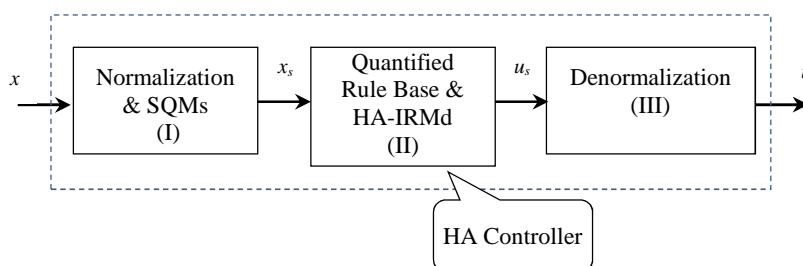
Chẳng hạn, khi xét một tập giá trị ngôn ngữ là miền của biến ngôn ngữ của biến chân lí TEMPERATURE gồm các từ sau:

$T = \text{dom}(\text{TEMPERATURE}) = \{\text{Large, Small, very Large, very Small, more Large, more Small, approximately Large, approximately Small, little Large, little Small, less Large, less Small, very more Large, very more Small, very possible Large, very possible Small, ...}\}$.

Khi đó miền ngôn ngữ $T = \text{dom}(\text{TEMPERATURE})$ có thể biểu thị như là một cấu trúc đại số $AT = (T, G, H, \leq)$, trong đó: T là tập nền của AT ; G là tập các từ nguyên thủy (tập các phần tử sinh: Large, Small); H là tập các toán tử một ngôi, gọi là các gia tử (các trạng từ nhân); \leq là biểu thị quan hệ thứ tự trên các từ (các khái niệm mờ), nó được “cảm sinh” từ ngữ nghĩa tự nhiên <của các từ>. Ví dụ: dựa trên ngữ nghĩa, các quan hệ thứ tự sau là đúng: $\text{Small} \leq \text{Large}$, $\text{more Large} \leq \text{very Large}$, $\text{very Small} \leq \text{more Small}$, $\text{possible Small} \leq \text{Large}$, $\text{Small} \leq \text{possible Small}$, ...

2.1.2. Bộ điều khiển sử dụng HA

Bộ điều khiển HAC (Hedge Algebra based Controller) gồm 3 khối như Hình 1.



Hình 1. Sơ đồ bộ điều khiển HAC

Trong đó: x giá trị đặt đầu vào; x_s giá trị ngữ nghĩa đầu vào; u giá trị điều khiển và u_s giá trị ngữ nghĩa điều khiển. Bộ HAC gồm các khối sau:

- Khối I - Ngữ nghĩa hoá (Normalization & SQMs): biến đổi tuyến tính x sang x_s .
- Khối II - Suy luận ngữ nghĩa và hệ luật ngữ nghĩa (Quantified Rule Base & HA-IRMd): thực hiện phép nội suy ngữ nghĩa từ x_s sang u_s trên cơ sở ánh xạ ngữ nghĩa định lượng và điều kiện hệ luật.
- Khối III - Chuẩn hoá đầu ra (Denormalization): biến đổi tuyến tính u_s sang u .

2.2. Bộ điều khiển sử dụng đại số gia tử 3 đầu vào - NEW_HAC

Tác giả trong [1] đã thiết kế bộ điều khiển mờ với 3 đầu vào là sai lệch, đạo hàm sai lệch, tích phân của sai lệch và đã đạt được những thành công nhất định với kết quả là đã giảm được từ 75 luật điều khiển xuống còn 27 luật điều khiển. Tuy nhiên, việc nội suy để tính toán giá trị đầu ra bộ điều khiển là rất khó khăn vì phải nội suy trong không gian 4 chiều với nhiều phép tính và công thức phức tạp. Việc giảm xuống còn 27 luật điều khiển đã tốt hơn nhiều so với hệ luật ban đầu nhưng số lượng luật điều khiển như vậy vẫn còn khá nhiều và khá phức tạp khi lập trình thiết kế bộ điều khiển.

Kế thừa bài toán trên của điều khiển mờ theo tiếp cận HA, ta có thể kết nhập (có trọng số) các giá trị định lượng ngữ nghĩa của các biến vào (ánh xạ: $\mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}$) để xác định được mối quan hệ

vào - ra trong không gian 2 chiều nên có thể tiếp tục giảm lược thêm được khá nhiều số lượng luật điều khiển.

Kết quả nghiên cứu của [1]

- Đã thiết kế bộ điều khiển mờ gồm 3 đầu vào: đầu vào sai lệch $e(t)$, kí hiệu E với 5 biến ngôn ngữ; đầu vào đạo hàm sai lệch $de(t)$, kí hiệu DE với 5 biến ngôn ngữ và đầu vào tích phân sai lệch $ie(t)$ kí hiệu IE với 3 biến ngôn ngữ.
- Đã giảm lược từ 75 tập luật điều khiển còn 27 tập luật điều khiển cho bộ điều khiển mờ nhờ thực nghiệm với ý kiến chuyên gia.

Thuật toán thiết kế bộ điều khiển sử dụng HA 3 đầu vào - NEW_HAC

Bước 1:

- Chọn bộ tham số với 3 đầu vào gồm đầu vào sai lệch $e(t)$, kí hiệu E với 5 biến ngôn ngữ; đầu vào đạo hàm sai lệch $de(t)$, kí hiệu DE với 5 biến ngôn ngữ và đầu vào tích phân sai lệch $ie(t)$ kí hiệu IE với 3 biến ngôn ngữ. Đầu ra là điện áp một chiều kí hiệu U với 5 biến ngôn ngữ.
- Tính toán các giá trị định lượng ngữ nghĩa cho E, DE, IE, U.

Bước 2: Cải tiến hệ luật

- Thành lập bảng SAM từ 27 luật điều khiển [1] với các giá trị định lượng ngữ nghĩa đã tính cho E, DE, IE và U.
- Để tránh mất mát thông tin so với việc sử dụng phép kết nhập “*min*”, sử dụng phép kết nhập có trọng số các giá trị đầu vào với:

$$\text{Input_NEW_HAC} = w_1 * E + w_2 * DE + w_3 * IE$$

$$\text{theo Output_NEW_HAC} = U$$

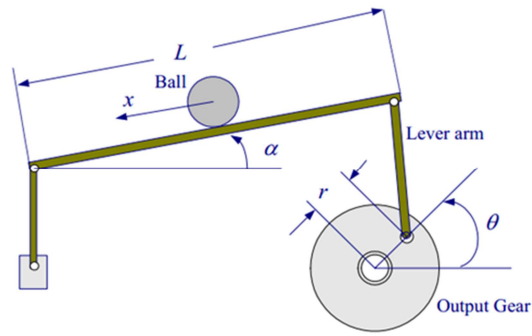
- Lúc này, đầu vào Input_NEW_HAC gồm 27 giá trị định lượng ngữ nghĩa và đầu ra bộ điều khiển Output_NEW_HAC gồm 5 giá trị định lượng ngữ nghĩa. Kết nhập 27 điểm định lượng ngữ nghĩa này bằng phép lấy trung bình các điểm có cùng giá trị đầu ra (Output_NEW_HAC). Tập luật điều khiển sẽ giảm xuống chỉ còn 5 luật điều khiển. Qua khảo sát thấy rằng với phép kết nhập này lượng thông tin bị mất mát là ít nhất, không làm tăng độ phức tạp của đường cong ngữ nghĩa mà lại cho kết quả chính xác nhất.
- Để đảm bảo hệ thống vẫn trong miền xác định, lấy thêm 2 luật tại hai đầu miền với giá trị là 0 và 1. Vậy bộ NEW_HAC cải tiến được thiết kế gồm 3 đầu vào và 7 tập luật điều khiển.

Bước 3

- Xây dựng đường cong ngữ nghĩa.
- Giải định lượng ngữ nghĩa tìm giá trị thực.

3. ỨNG DỤNG BỘ NEW_HAC CHO HỆ THỐNG PHI TUYẾN BALL AND BEAM

3.1. Mô tả hệ thống



Hình 2. Mô tả hệ thống Ball and Beam [2].

Hệ thống Ball and Beam được sử dụng rộng rãi, được mô tả trong Hình 2, nhiệm vụ của điều khiển là giữ cho Ball ở vị trí mong muốn. Vị trí của Ball được đo bởi cảm biến, Ball lăn dọc trên chiều dài của Beam, Beam được truyền động qua trục động cơ điện nên có thể nghiêng xung quanh trọng tâm thông qua tín hiệu điều khiển động cơ. Công việc điều khiển là điều chỉnh một cách tự động vị trí của Ball trên Beam bằng việc thay đổi góc của Beam vì Ball gia tốc tỷ lệ với độ nghiêng của Beam. Đây là nhiệm vụ điều khiển khó khăn bởi vì Ball không đứng yên trên một vị trí cố định trên Beam. Trong thực tế, Ball and Beam có các thành phần động bởi động cơ, các nhiễu làm ảnh hưởng đến cách điều khiển. Xây dựng được mô hình phi tuyến cho hệ Ball and Beam từ các công thức (1), (2), (3).

$$\ddot{x} = \frac{5}{7} g \sin \alpha \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{r}{L} \theta \quad (2)$$

$$\frac{\theta_0(s)}{V_i(s)} = \frac{\frac{\eta K_m K_g}{R_a J_{eq}}}{s \left(s + \frac{B_{eq}}{J_{eq}} + \frac{\eta K_m^2 K_g^2}{R_a J_{eq}} \right)} \quad (3)$$

3.2. Thiết kế bộ NEW_HAC 3 đầu vào

Bước 1:

- Chọn bộ tham số tính toán:
 $G = \{\text{Negative (N), Positive (P)}\};$
 $H^- = \{\text{Little (L)}\}; H^+ = \{\text{Very (V)}\};$
- Nhãn ngôn ngữ trong HA cho các biến đầu vào, ra như sau:

Biến ngôn ngữ E, DE, U:

- Very Negative (VN).
- Little Negative (LN).
- Little Positive (LP).

Very Positive (VP).

Biến ngôn ngữ đầu vào thứ ba IE:

Negative (N).

Positive (P).

Theo [1], ta có 27 luật điều khiển tương đương cho các nhãn ngôn ngữ HA như Bảng 1.

Bảng 1. 27 luật điều khiển.

E = W DE = W U = LP IE = P		DE				
E = W DE = W U = LN IE = N						
IE = W	U	VN	LN	W	LP	VP
E	VN	VN	VN	VN	LN	W
	LN	VN	VN	LN	W	LP
	W	VN	LN	W	LP	VP
	LP	LN	W	LP	VP	VP
	VP	W	LP	VP	VP	VP

- Tính toán các giá trị định lượng ngữ nghĩa cho E, DE, IE và U.

Bước 2

- Thành lập bảng SAM từ bảng 1 với các giá trị định lượng ngữ nghĩa đã tính cho E, DE, IE và U được Bảng 2.

Bảng 2. Bảng SAM gồm 27 luật.

IE = 0,675 E = 0,5 DE = 0,5		U=0,625	DE			
IE = 0,325 E = 0,5 DE = 0,5						
IE=0,5	U	0,1513	0,3988	0,5	0,6012	0,8488
E	0,1513	0,125	0,125	0,125	0,375	0,5
	0,3988	0,125	0,125	0,375	0,5	0,625
	0,5	0,125	0,375	0,5	0,625	0,875
	0,6012	0,375	0,5	0,625	0,875	0,875
	0,8488	0,5	0,625	0,875	0,875	0,875

- Lựa chọn các trọng số kết nhập theo kinh nghiệm, sử dụng phép kết nhập có trọng số kết nhập các đầu vào $Input_NEW_HAC = w_1 * E + w_2 * DE + w_3 * IE$ theo U ta có bảng SAM2 như Bảng 3.

Bảng 3. Bảng SAM2 gồm 27 luật.

Rule	Input_ NEW_HAC	Output_ NEW_HAC	14	0,527585	0,625
1	0,225735	0,125	15	0,62996	0,875
2	0,328065	0,125	16	0,400735	0,375
3	0,35565	0,125	17	0,503065	0,5
4	0,383235	0,375	18	0,53065	0,625
5	0,48561	0,5	19	0,558235	0,875
6	0,339435	0,125	20	0,66061	0,875
7	0,441765	0,125	21	0,514485	0,5
8	0,46935	0,375	22	0,616815	0,625
9	0,496935	0,5	23	0,6444	0,875
10	0,59931	0,625	24	0,671985	0,875
11	0,370085	0,125	25	0,77436	0,875
12	0,472415	0,375	26	0,50875	0,625
13	0,5	0,5	27	0,49125	0,375

- Sử dụng phép tính trung bình cho các giá trị định lượng ngữ nghĩa của biến vào trong bảng 3 trên tương ứng biến ra theo công thức:

$$\left(\sum_{i=1}^n Input_NEW_HAC_i \right) / n$$

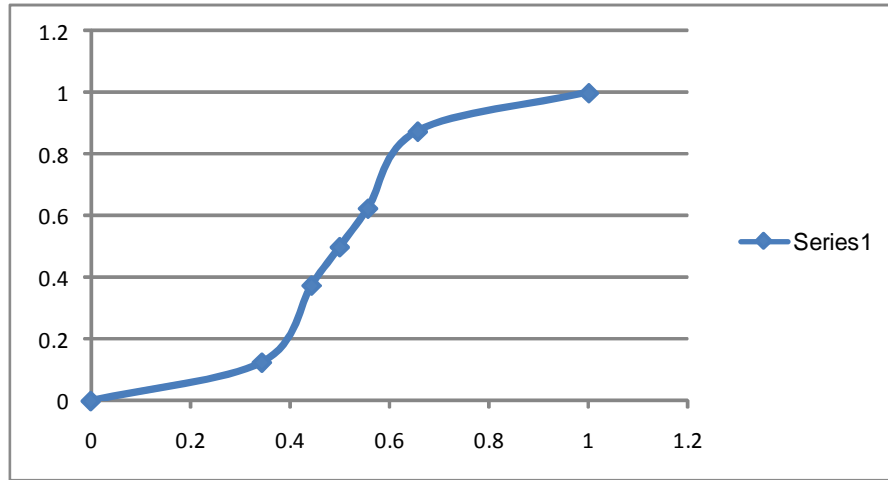
với n là số luật có cùng đầu ra Output_NEW_HAC (U). Lúc này còn 5 giá trị định lượng Input_NEW_HAC tương ứng với 5 giá trị định lượng Output_NEW_HAC (U). Bổ sung thêm 2 phần tử trong HA mang ý nghĩa “tuyệt đối” với giá trị là 0 và 1 ta được bảng SAM3 như Bảng 4 gồm 7 luật.

Bảng 4. Bảng SAM3 gồm 7 luật.

Rule	Input_ NEW_HAC	Output_ NEW_HAC
28	0	0
1,2,3,6,7,11	0,343455833	0,125
4,8,12,16,27	0,443397	0,375
5,9,13,17,21	0,5	0,5
10,14,18,22,26	0,556622	0,625
15,19,20,23,24,25	0,656591667	0,875
29	1	1

Bước 3

- Đường cong ngữ nghĩa định lượng biểu diễn mối quan hệ vào - ra thể hiện trên Hình 3.

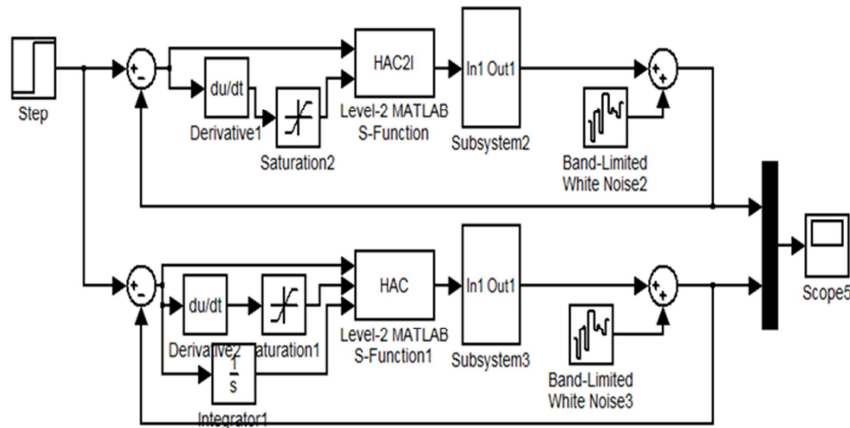


Hình 3. Đường cong ngữ nghĩa định lượng biểu diễn mối quan hệ vào – ra.

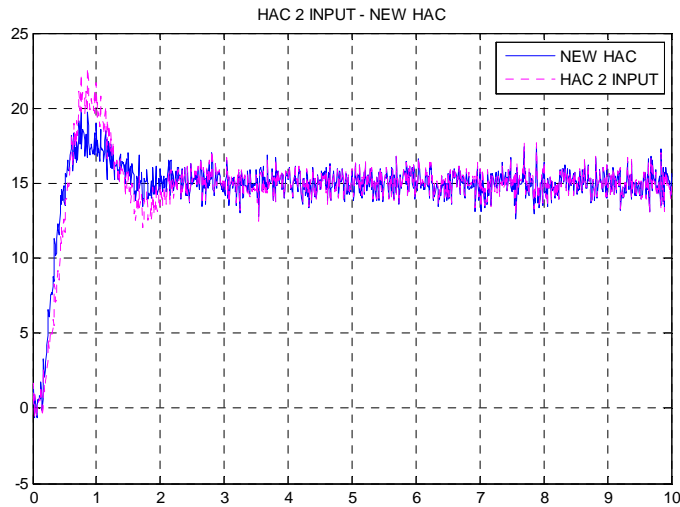
3.3. Kết quả mô phỏng

3.3.1. So sánh kết quả với bộ điều khiển HAC 2 đầu vào

- Thiết kế bộ HAC 2 đầu vào gồm sai lệch và đạo hàm sai lệch.
- Mô phỏng trên Matlab - Simulink bộ HAC 2 đầu vào và 3 đầu vào với sơ đồ mô phỏng như Hình 4 và kết quả như Hình 5.



Hình 4. Mô phỏng hệ với 2 bộ HAC.



Hình 5. Đáp ứng hệ thống với 2 bộ HAC.

Nhận xét

- Với hệ thống phi tuyến Ball and Beam là một hệ thống chịu nhiều ảnh hưởng của nhiễu, đã thiết kế 2 bộ điều khiển HAC 2 đầu vào và 3 đầu vào. Kết mô phỏng nhận thấy cả hai bộ điều khiển đáp ứng nhanh, thời gian quá độ nhỏ và chịu được sự tác động của nhiễu.
- Kết quả mô phỏng cho thấy bộ điều khiển HAC với 3 đầu vào đáp ứng nhanh và vẫn đảm bảo chất lượng, điều này chứng tỏ tính đúng đắn của phương pháp thiết kế bằng việc bổ sung thêm thông tin cho hệ thống khi có thêm đầu vào và tính chính xác của phép kết nhập.

3.3.2. So sánh kết quả với bộ điều khiển FLC 3 đầu vào

- Theo kết quả của tài liệu [1] chỉ giảm được từ 75 luật điều khiển xuống còn 27 tập luật điều khiển mờ. Muốn giảm lược thêm số luật điều khiển của bộ điều khiển mờ từ 27 luật này thì lại phải qua thực nghiệm nhiều lần với ý kiến chuyên gia.
- Với phương pháp thiết kế bộ NEW_HAC 3 đầu vào đã giảm xuống còn 7 luật điều khiển từ 27 tập luật mờ. Với ý tưởng mong muốn tiếp tục giảm lược số luật điều khiển cho bộ điều khiển mờ từ 27 luật điều khiển xuống còn 7 luật điều khiển với cùng thuật toán thiết kế tương đương (bộ NEW_HAC 3 đầu vào) để kiểm tra tính đúng đắn của thuật toán. Từ 7 tập luật của bộ điều khiển NEW_HAC 3 đầu vào, đối chiếu so sánh ánh xạ được 7 luật mờ tương đương từ 27 tập luật điều khiển mờ. Thiết kế bộ điều khiển mờ 3 đầu vào với 7 tập luật điều khiển tương đương 7 luật của bộ HAC 3 đầu vào:

If E = LN and DE = VN and IE = W then U = VN (Rule 6)

If E = LN and DE = W and IE = W then U = LN (Rule 8)

If E = LP and DE = LN and IE = W then U = W (Rule 17)

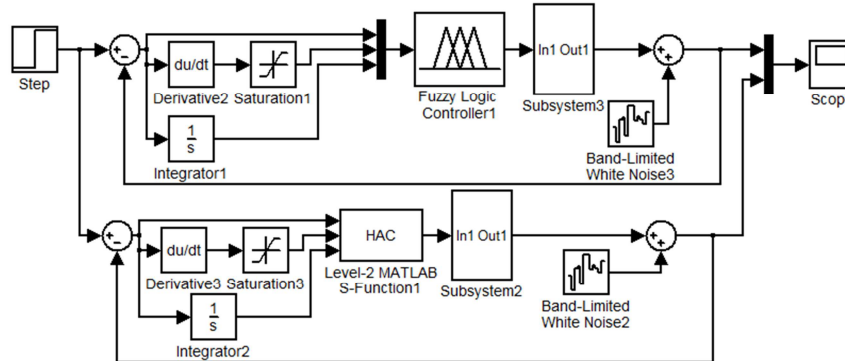
If E = LP and DE = W and IE = W then U = LP (Rule 18)

If E = LP and DE = VP and IE = W then U = VP (Rule 20)

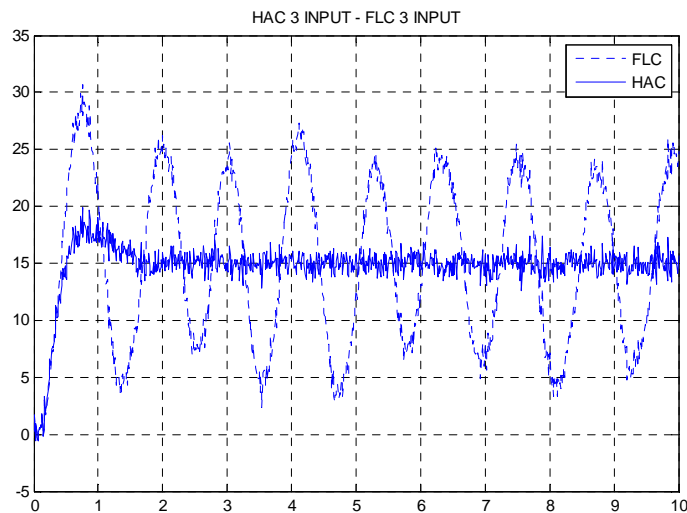
If E = W and DE = W and IE = P then U = LP (Rule 26)

If $E = W$ and $DE = W$ and $IE = N$ then $U = LN$ (Rule 27)

- Mô phỏng bộ FLC và NEW_HAC 3 đầu vào với cùng thuật toán thiết kế và hệ luật điều khiển có sơ đồ mô phỏng như hình 6 và kết quả như Hình 7.



Hình 6. Mô phỏng hệ thống với bộ FLC và NEW_HAC.



Hình 7. Kết quả với bộ FLC và NEW_HAC.

Nhận xét

- Kết quả mô phỏng cho thấy, nếu cùng giảm xuống 27 tập luật thì chất lượng bộ FLC và bộ NEW_HAC là như nhau. Tuy nhiên, nếu giảm xuống còn 7 tập luật thì bộ NEW_HAC vẫn đảm bảo chất lượng trong khi bộ FLC với 7 tập luật (ánh xạ từ 7 tập luật điều khiển của NEW_HAC) không thể điều khiển được.
- Phương pháp sử dụng HA với việc tăng đầu vào và giảm số lượng luật là hướng đúng đắn, cho ta kết quả tốt trong khi cũng với cùng một thuật toán thiết kế thì bộ điều khiển mờ không thực hiện được.

4. KẾT LUẬN

ĐẾT LUẬN: Nghi thuyUÂNiều khiển mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luật là hướng đúng đắn, cho ta kết quả tốt trong khi cũng với cùng một thuậtVihuyUÂNiều khiển mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luậtpha của sai lệch, đig gian pha chiền mờ kh đúng đn pha chiền mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luậtpha của sai lệch, đ cho ta kết quả tốt trong khi cũng với cùng một thu Vig đn pha chiền mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luậtpha của saig hệ thống cũng như nhiều tác động, từ đó giúp người thiết kế giản lược được hệ luật điều khiển, giảm thiểu khối lượng tính toán dẫn đến giảm thời gian tính toán cho vi xử lí (bộ điều khiển) được lựa chọn thực tế.

Phương pháp sêm đ mờHA vương phátăng đ pháo và ging đ pháo và đ mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luậtpha của vng đ pháo và đ mờ đig đ pháaa. Kdig đ pháo và đ mờ không thực hiện đượ vào và giảm số lượng luậtpha của saig hệ thống cũng như nhiều tác động, từ đó giúp người thiết kế giả kế mới trong lĩnh vực điều khiển tự động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 Chul-Goo Kang - Variable structure fuzzy control using three input variables for reducing motion tracking errors, Journal of Mechanical Science and Technology, Springer DOI 10.1007/s12206-009-0350-3, 2009, pp. 1354-1364.
- 2 Farhan A. Salem - Mechatronics Design of Ball and Beam System: Education and Research, Control Theory and Informatics **3** (4) (2013) 1-27.
- 3 Hai Le Bui, Duc Trung Tran, Nhu Lan Vu - Optimal fuzzy Control of an inverted pendulum, Journal of Vibration and Control **18** (14) (2012) 2097-2110.
- 4 Ho N. C., Lan V. N., Viet L. X. - Optimal hedge-algebras-based controller: Design and application, Fuzzy Sets and Systems **159** (8) (2008) 968-989.
- 5 Onur Basturk, Manafeddin Namazov - DC motor position control using fuzzy proportional-derivative controllers with different defuzzification methods, An Official Journal of Turkish Fuzzy Systems Association **1** (1) (2010) 36-54.

ABSTRACT

A METHOD TO DESIGN THE CONTROLLER USING THREE INPUT VARIABLES BY FUZZY LOGIC AND HEDGE ALGEBRA

Nguyen Huu Cong^{1, *}, Ngo Kien Trung², Nguyen Tien Duy²

¹University of Thai Nguyen

²University School of Industrial Engineering, University of Thai Nguyen,
Tan Thinh Ward, Thai Nguyen City

*Email: conghn@tnu.edu.vn

In recent years, the study of hedge algebra applications in control has been remarkably successful. The Hedge Algebra based controller developed from fuzzy logic can be applied for industrial objects. However, the algorithm for designing fuzzy logic controller and Hedge Algebra based controller is more complicated. Namely, the calculating time greater than that of PID controller could make difficulties in the designing process for objects that require high speed response.

This paper presents an idea and algorithm to design the Hedge Algebra based controller by adding more inputs in order to supply additional information about the change in the system as well as the noise, then helping the designer to simplify linguistic variable and control rules, and thereby to reduce calculating time for microprocessor (controller) that is chosen in real.

Keywords: Hedge Algebra based controller, fuzzy logic controller, reduce calculating time.