

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN MỜ THÍCH NGHI CHO CÁC ĐỐI TƯỢNG KHÓ MÔ HÌNH HOÁ

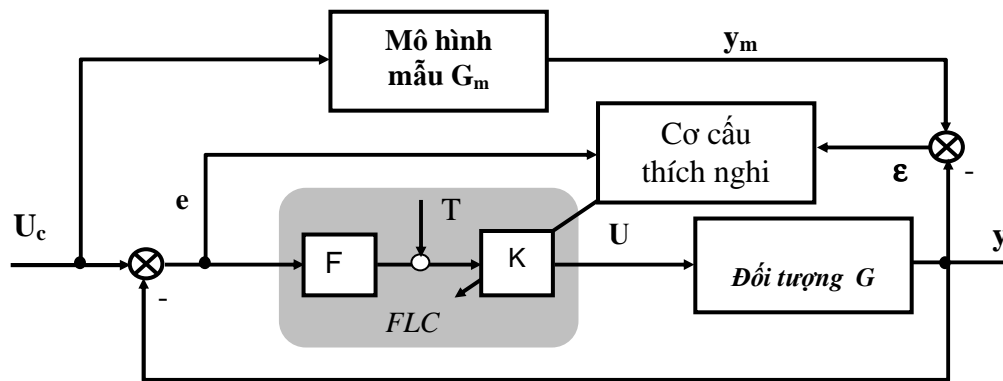
Phạm Thị Bông - Đặng Danh Hoàng - Lê Thị Thu Hà (Trường ĐH Kỹ thuật công nghiệp - ĐH Thái Nguyên)

1. Đặt vấn đề

Như ta đã biết điều khiển thích nghi kinh điển đã có những thành công nhất định, song với những đối tượng có tham số thường xuyên thay đổi (trong phạm vi nhất định) và nhất là đối tượng phi tuyến mạnh (ví dụ: Cánh tay Robot 2 thanh nối) thì thích nghi kinh điển tỏ ra kém hiệu quả. Ở bài báo này, sử dụng logic mờ để thiết kế bộ điều khiển mờ thích nghi trực tuyến theo mô hình mẫu.

2. Nội dung

Sơ đồ cấu trúc của hệ thống điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu kiểu (Model Reference Adaptive Fuzzy Controller – MRAFC) như hình-1.



Hình-1. MRAFC điều chỉnh hệ số khuếch đại đầu ra

Bộ điều khiển mờ (FLC) có 2 đầu vào và một đầu ra với hệ số khuếch đại đầu ra K (vì quan hệ đầu ra của bộ điều khiển mờ là tuyến tính), có thể được biểu diễn như là $F.e$ và cộng thêm một giới hạn trễ T như biểu thức (1) (Hình-1) giới hạn trễ T sẽ tiến tới không khi hệ thống tiến đến điểm cân bằng.

$$U = K(T + Fe) \quad (1)$$

với: F- hàm quy ước (giả định) của bộ điều khiển mờ

e- sai lệch giữa tín hiệu chủ đạo và đáp ứng đầu ra hệ thống.

Như vậy ta thiết kế cơ cấu thích nghi để chỉnh định hệ số K của bộ điều khiển mờ với các luật chỉnh định:

Khi đó quy luật điều chỉnh thích nghi cho hệ số khuếch đại đầu ra của FLC có thể xác định:

- Theo Gradient ta có luật chỉnh định: $\frac{dK}{dt} = \gamma G_m \frac{\epsilon e}{K}$ (2)

- Theo Lyapunov ta có luật chỉnh định: $\frac{dK}{dt} = \gamma y_m u_c$ (3)

Với: Hệ số γ trong (2 và 3) nói lên tốc độ hội tụ của thuật toán thích nghi, nó được lựa chọn và kiểm chứng qua kết quả mô phỏng

$\varepsilon = y_m - y$ là sai lệch giữa đầu ra của mô hình mẫu và hệ thống

u_c là tín hiệu đặt vào hệ thống

G_m là hàm truyền của mô hình mẫu.

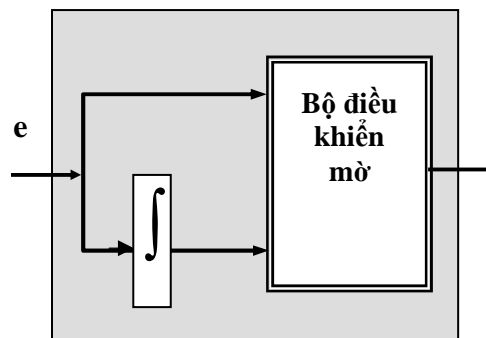
Các bước tổng hợp bộ điều khiển mờ thích nghi:

Bước 1: Thiết kế bộ điều khiển mờ

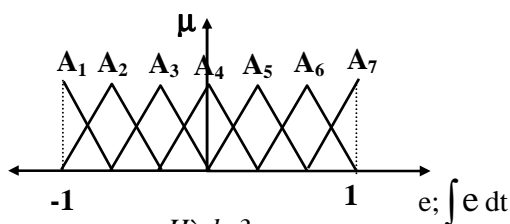
Bộ điều khiển mờ được thiết kế với 2 đầu vào e (sai lệch) và $\int edt$, các tập mờ của 2 đầu vào và 1 đầu ra U như hình-2:

- Các đầu vào của bộ điều khiển mờ được chọn như nhau: Gồm 7 tập mờ hình tam giác với giá trị hàm liên thuộc như hình 3

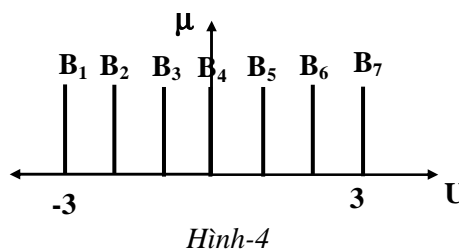
- Đầu ra của bộ điều khiển mờ cũng được thiết kế gồm 7 tập mờ hình tam giác (hoặc các hàm Singleton) như hình 4.



Hình 2. Sơ đồ khối bộ điều khiển mờ



Hình-3



Hình-4

- Chọn luật điều khiển: Luật điều khiển áp dụng cho bộ điều khiển mờ FLC là luật tuyến tính với tổ hợp N^2 luật có dạng tổng quát:

$$R_n : \text{Nếu } e = e_i \text{ và } I = I_j \text{ thì } U = u_{k-1} \text{ với } k = f(i, j) = i + j ; n = 1 \div N^2$$

- Triển khai mệnh đề hợp thành theo nguyên tắc max-prod và giải mờ bằng phương pháp độ cao.

Bước 2: Thiết kế cơ cấu thích nghi

Cơ cấu thích nghi được thiết kế theo luật Gradient (biểu thức 2) hoặc Liapunov (biểu thức 3) để chỉnh định tham số khuếch đại K đầu ra của bộ điều khiển mờ.

3. Kết quả mô phỏng khi dùng thích nghi kinh điển và mờ

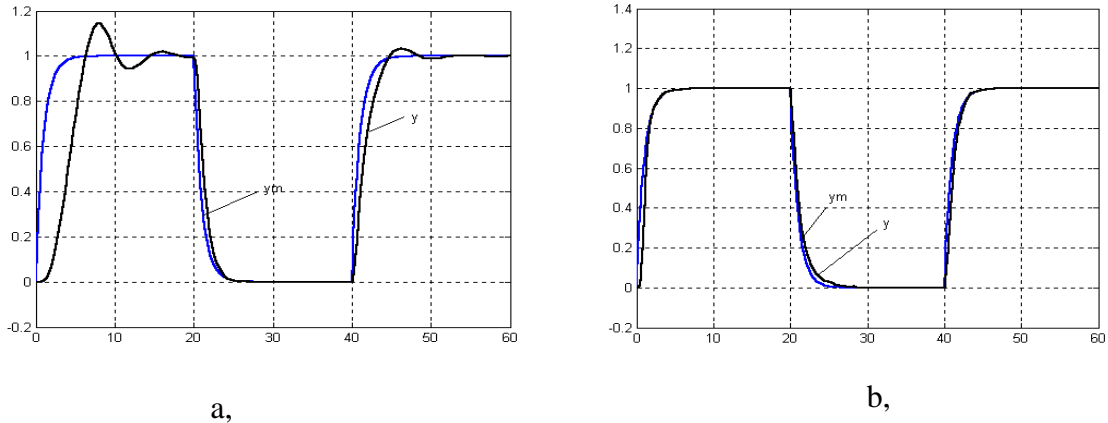
- Đối tượng tuyến tính bậc 3 với các tham số $K; T_1; T_2$ thay đổi, được cho bởi cấu trúc gần

$$\text{đúng sau: } G_2(p) = \frac{1}{p+1} \left(\frac{K}{T_1 p^2 + T_2 p + 1} \right) \quad (4)$$

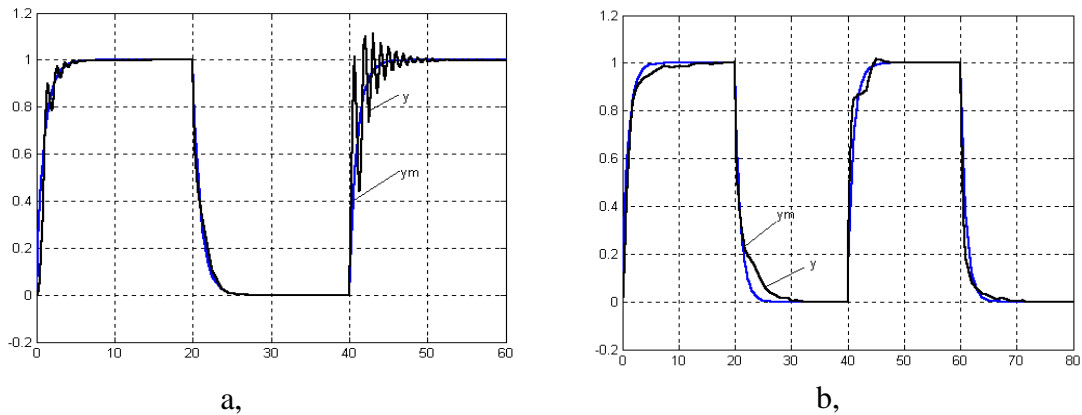
$$\text{- Một đối tượng phi tuyến: } 0,5\ddot{y} + [1 + 0,5 \sin 0,1t]\dot{y} = 3u - \sin y \quad (5)$$

với: u- tín hiệu chủ đạo (tín hiệu đặt vào đối tượng)
 y- đáp ứng đầu ra của đối tượng
 $\sin 0,1t$ - nhiễu tác động theo thời gian vào đối tượng.

- Mô hình mẫu có hàm truyền: $G_m = \frac{1}{P+1}$



Hình 5. Kết quả mô phỏng thích nghi pp Gradient đt bậc 3 với $K=2, T_1=0.05, T_2=0.5$; hình 5.a: Kinh điển; hình 5.b: MRAFC



Hình 6. Kết quả mô phỏng thích nghi pp Gradient đối tượng phi tuyến hình 6.a: Kinh điển; hình 6.b: MRAFC

4. Nhận xét và kết quả

- Với kết quả mô phỏng ta thấy bộ điều khiển mờ thích nghi có chất lượng tốt hơn nhiều bộ điều khiển thích nghi kinh điển khi đối tượng là bậc cao và đối tượng phi tuyến.

- Hướng phát triển, thiết kế bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu với luật chỉnh định đồng thời 2 tham số (hệ số khuếch đại đầu ra K và hệ số tích phân sai lệch (K_I) đầu vào bộ điều khiển mờ).

Tóm tắt

Bộ điều khiển thích nghi kinh điển đã được thiết kế và ứng dụng nhiều trong thực tế. Tuy nhiên với những đối tượng có tham số thay đổi và phi tuyến mạnh thì bộ điều khiển thích nghi kinh điển còn bị hạn chế. Bài báo này đưa ra phương pháp sử dụng logic mờ và các luật thích nghi kinh điển tích hợp thành bộ điều khiển mờ thích nghi theo mô hình mẫu. Kết quả mô phỏng cho thấy chất lượng của hệ thống tốt hơn nhiều so với bộ điều khiển thích nghi kinh điển.

Summary

Adaptive-Fuzzy controller design to control objects that is modeled difficultly

The classic Adaptive controllers have been designed and applied widely in the fact. But there is a barrier when using classic Adaptive controllers for objects that have unstable and strong nonlinear parameters. This paper introduces a method that uses fuzzy logic combining with classic adaptive laws for forming MRAFC (Model Reference Adaptive Fuzzy Controller). The simulation results have shown that system control quality is much better than before.

Tài liệu tham khảo

[1] Nguyễn Tăng Cường, Vũ Hữu Nghị (1996), “*Xây dựng hệ tối ưu thích nghi trừ khử nhiễu tiêu cực trong bộ lọc mục tiêu*”, Tuyển tập các báo cáo khoa học Hội nghị toàn quốc lần thứ II về tự động hóa, tr, 91-97.

[2] Đặng Xuân Hoài (1998), “*Điều khiển thích nghi tập mờ đối với hệ phi tuyến trên cơ sở xấp xỉ tuyến tính vào ra*”, Tuyển tập các báo cáo khoa học Hội nghị toàn quốc lần thứ III về tự động hóa, tr, 175-184.

[3] Phan Xuân Minh & Nguyễn Doãn Phước (1999), *Lý thuyết điều khiển mờ*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[4] Phan Xuân Minh & Nguyễn Doãn Phước (2002), *Lý thuyết điều khiển mờ in lần thứ 3 có sửa chữa bổ sung*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[5] Nguyễn Thương Ngô (1996), “*Chính định thông số tối ưu của bộ điều chỉnh khi đối tượng chưa xác định*”, Tuyển tập các báo cáo khoa học Hội nghị toàn quốc lần thứ II về tự động hóa, tr, 379 - 385.

[6] Nguyễn Thương Ngô (1998), *Lý thuyết điều khiển tự động hiện đại*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[7] Nguyễn Doãn Phước & Phan Xuân Minh & Hán Thành Trung (2003), *Lý thuyết điều khiển phi tuyến*, Nxb Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội.

[8] H.X.Li anh H.B Gatland (1997), “*Fuzzy variable tructure control*”, IEEE Trans. Syst. Man, cybern. B. vol.27, pp. 306-312, Apr.

[9] Han.Xion Li (1999), “*Approximate model reference adaptive mechaism for nominal gain design of fuzzy control system*”, IEEE Transactions on Systems, Man.And Cybernetics Part B: Cybernetics. Vol.29. No.4. February 1999, pp 661-666.