

ỨNG DỤNG HỆ ĐIỀU KHIỂN MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN DỪNG MẠNG THẦN KINH TRONG HỆ TRUYỀN ĐỘNG CÓ THAM SỐ VÀ TẢI THAY ĐỔI.

Nguyễn Việt Hùng - Trần Thanh Mai

Trường Đại Học Sư Phạm Kỹ Thuật

(*Bài nhậ ngày 16/03/1999*)

TÓM TẮT : Trong bài báo này chúng tôi trình bày kỹ thuật dùng điều khiển mờ để đảm bảo hệ thống ổn định trong quá trình mạng thần kinh học và mô hình hóa đặc tính ngược của hệ truyền động có tham số và tải biến đổi. Kết quả mô phỏng trên máy tính cho thấy hướng nghiên cứu này có triển vọng nhằm giúp hệ thống vượt qua ảnh hưởng xấu khi tham số biến động lớn.

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Khi điều khiển tốc độ của các hệ truyền động, ta luôn gặp phải những khó khăn gây nên bởi sự biến động của momen quán tính và moment xoắn. Do tính phi tuyến của các tham số động và quán tính của hệ thống, nên khi tiến hành xây dựng mô hình truyền động cho tay máy, cần thiết phải tính đến các yếu tố này, đặc biệt là quán tính. Những hạn chế phát sinh khi tiến hành nghiên cứu và làm giảm thiểu số lượng các tham số quán tính trong các hệ phương trình tuyến tính của một số tác giả trước đó là :

- ◆ Rất khó phân tích và xác định dạng gần đúng của các mô hình hệ thống động nghịch.
- ◆ Nhằm xác định các tham số cần thiết, các thí nghiệm và nghiên cứu trước đây chỉ dừng lại ở mức độ nghiên cứu không trực tuyến (off-line), việc nghiên cứu trong trạng thái trực tuyến (on-line) hầu như chưa thực hiện được. Hiện nay, xuất hiện xu hướng dùng mạng thần kinh nhân tạo để giải quyết vấn đề này.

Khi dùng mạng thần kinh nhân tạo trong điều khiển, ta giả sử đặc tính mô hình hệ thống được xấp xỉ một cách chính xác bằng mạng thần kinh. Dù vậy, giả định này chỉ đúng sau một quá trình huấn luyện thích hợp.

Khi học đặc tính ngược của hệ thống bắt đầu từ zero thì hệ thần kinh nhân tạo phải được xử lý huấn luyện không trực tuyến bằng cách áp đặt ngõ vào và ngõ ra của hệ thống nhằm xác định tập dữ liệu huấn luyện cho mạng thần kinh. Trong trường hợp này, cần có một hệ bền vững (robust) để có khả năng chịu đựng được độ phi tuyến lớn trên cơ sở lập dữ liệu huấn luyện cho mạng thần kinh đã có.

Trong bài viết này, chúng tôi giải quyết các vấn đề đặt ra trên đây theo các hướng sau :

- ◆ Trước tiên, dùng điều khiển mờ để đảm bảo hệ ổn định trong quá trình huấn luyện không trực tuyến và hệ đủ khả năng chịu các biến động không lớn của các tham số do lúc đầu mạng thần kinh xấp xỉ chưa được chính xác các tham số cơ học.
- ◆ Sau đó, dùng mạng thần kinh để mô hình hóa đặc tuyến ngược của cơ chế phi tuyến.

II. PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN MỜ DÙNG TRONG HỆ THỐNG PHI TUYẾN THÍCH NGHI ĐỂ ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ KHI CÓ QUÁN TÍNH VÀ TẢI BIẾN ĐỘNG:

Giả sử hệ thống gồm p trục chuyển động thì moment tải M_L và moment quán tính J thường được viết dưới dạng [1]:

$$M_L = M_L(x) \text{ và } J = J(x) \quad (1)$$

với $x = (x_1, x_2, x_3, \dots, x_p)^T$

Hãy xét trục thứ i với hệ trục

$$x_i = \varphi \text{ và } \dot{x}_i = \omega \quad (2)$$

Dùng phương trình Lagrange thứ 2

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial W_{Kin}}{\partial \dot{x}_i} \right) - \frac{\partial W_{Kin}}{\partial x_i} = - \frac{\partial W_{pot}}{\partial x_i} + M_i \quad (3)$$

Ta tìm được:

$$J \frac{\partial \omega}{\partial t} = m - \omega \sum \frac{\partial J}{\partial x_j} \frac{dx_j}{dt} - M_L \quad (4)$$

với m : momen xoắn

W_{Kin} : động năng,

W_{pot} : thế năng.

Rõ ràng, sự biến động của các tham số phải được tính đến trong hệ điều khiển tốc độ. Trong trường hợp xét riêng theo từng trục, thì ảnh hưởng của biến động momen tải và moment quán tính có thể được giảm thiểu thông qua bộ điều khiển mô hình bền vững có tính chỉnh mờ - cụ thể, người ta dùng một hệ điều khiển thích nghi mờ để bù các ảnh hưởng này [2],[3]. Từ đó, hệ truyền động có thể được khảo sát riêng lẻ để tìm đáp ứng giả tối ưu động của hệ điều khiển tốc độ.

Khảo sát riêng trên từng trục chuyển động dùng bộ quan sát thích nghi mờ AFO (adaptive fuzzy observer) :

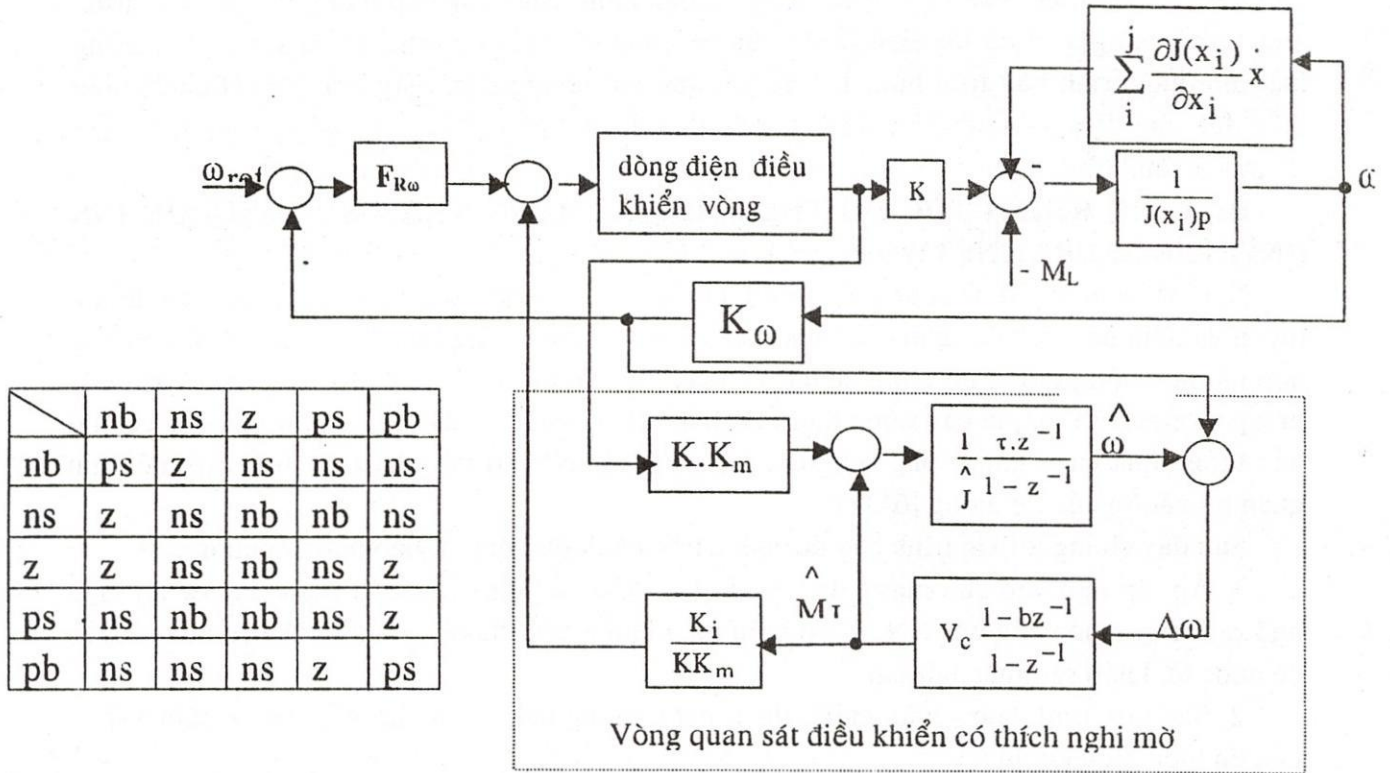
Xét một hệ điều khiển có các tham số điều khiển được đặt ở trị trung bình của $J(x)$ và momen tải $M_L + \omega \sum \frac{\partial J}{\partial x_j} \frac{dx_j}{dt}$

được xác định thông qua bộ quan sát nhiễu. Bằng cách dùng vòng phản hồi, ta bù ảnh hưởng của momen tải qua việc hiệu chỉnh so sánh với giá trị dòng điện chuẩn. Tuy nhiên, để loại trừ khỏi ảnh hưởng của nhiễu và làm cho hệ thống không còn nhạy cảm với nhiễu, ta cần giải quyết các trở ngại phát sinh nêu ra sau:

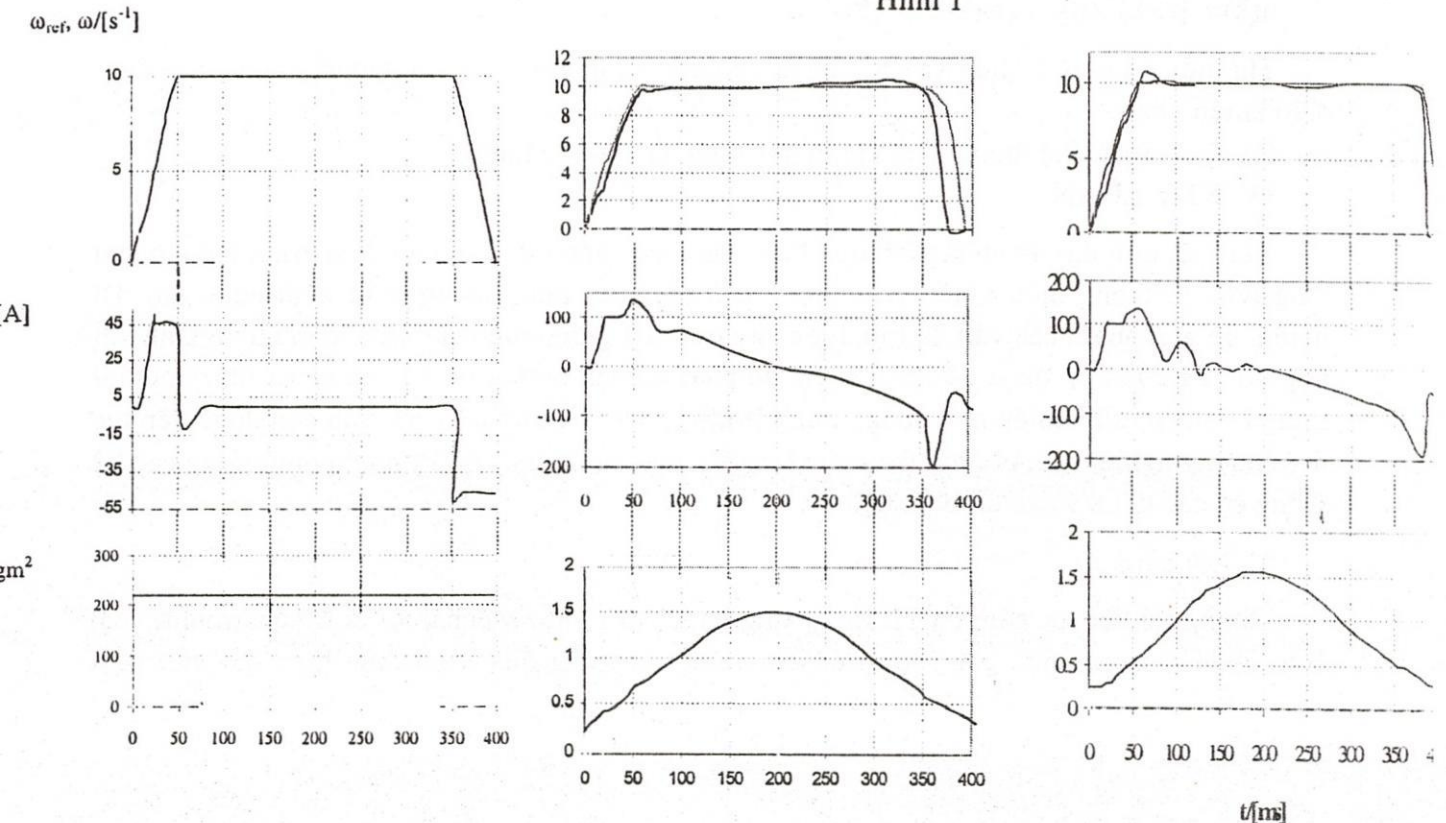
- Do giá trị hiện tại của $J(x)$ là chưa biết và chỉ biết được thông qua phép xấp xỉ, nên momen tải sẽ không thể được ước lượng chính xác thông qua bộ quan sát nhiễu (disturbance observer).

- Khi momen tải thay đổi quá nhanh, sẽ xuất hiện sai số động của bộ quan sát do giới hạn của thời gian lên của dòng điện điều khiển và bộ quan sát dùng số (digital observer)

Vì thế trong thực tế, đặc tính động lý tưởng của hệ thực hầu như không thể đạt được. Tuy nhiên, hiện nay hệ điều khiển



Hình 1



mờ có thể cung cấp cho ta khả năng vượt qua trở ngại này [4],[5]. Hình 1 mô tả cấu trúc của hệ điều khiển tốc độ dùng bộ quan sát thích nghi mờ AFO. Sai biệt $\Delta\omega$ giữa giá trị tốc độ tối ưu và tốc độ thực của hệ truyền động và đạo hàm $\Delta\omega$ cung cấp thông tin cho quá trình hiệu chỉnh mờ giá trị độ lợi điều khiển của bộ quan sát nhằm tối thiểu hóa sai số $\Delta\omega$. Bảng luật mờ được trình bày trên hình-1. Các kết quả mô phỏng trên máy tính [6] (Hình-2) biểu diễn đáp ứng động của hệ điều khiển tốc độ theo hướng này. Trong đó, có xét đến thời gian tối ưu của quá trình định vị trực tay máy khi moment tải và moment quán tính thay đổi.

III. ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ THEO HƯỚNG MẠNG THẦN KINH NGƯỢC INN (INVERSE NEURAL NETWORK)

Như đã trình bày ở trên, ta thấy bộ điều khiển mờ có khả năng giải quyết các vấn đề phi tuyến và đảm bảo tính ổn định của hệ khi các tham số biến động lớn. Tuy nhiên, trong trường hợp momen đồng thời biến động nhanh và thay đổi lớn thì bộ quan sát sẽ gặp sai số khi ước lượng momen. Vì thế, ta cần dùng thêm bộ INN để bù vào các đặc tính phi tuyến của cơ chế này thông qua cách ghép song song các bộ AFO và INN lại với nhau để thiết lập mô hình quan hệ vào/ra của hệ thống [6],[7].

Sau đây chúng tôi xin trình bày các bước tiến hành giải quyết theo hướng nêu trên :

1. Áp tập ngõ vào của mạng thần kinh: $[x_1, x_2, x_3] = [\omega(k), \omega(k-1), \omega(k-2)]$ và tín hiệu ngõ ra mong muốn của bộ INN là tín hiệu điều khiển $u(k)$ thông qua tập dữ liệu huấn luyện có được từ khảo sát thực nghiệm.

2. Sau quá trình học - hiệu chỉnh thích nghi, mạng thần kinh cho kết quả là hàm xấp xỉ của tín hiệu điều khiển :

$$u(k) = [\omega(k), \omega(k-1), \omega(k-2)] \quad (5)$$

Tín hiệu này được chèn vào hệ thống và được xem như là tín hiệu chuẩn cho dòng điện điều khiển vòng.

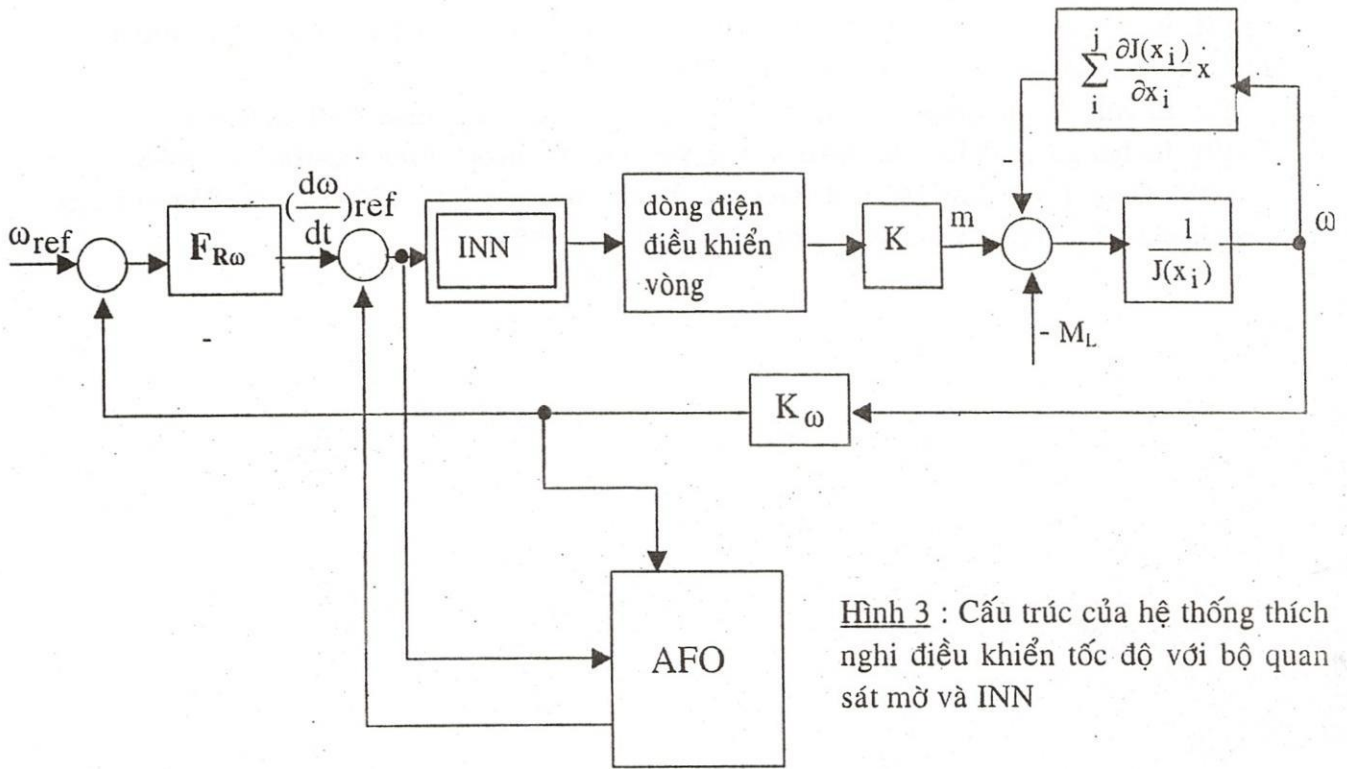
Sơ đồ khối của hệ thống điều khiển này được mô tả như hình-3

IV. KẾT LUẬN

Bài viết trên đây là những kết quả bước đầu của chúng tôi trong chương trình nghiên cứu tổng hợp hệ thống điều khiển chất lượng cao dùng kỹ thuật mạng thần kinh nhân tạo. Dĩ nhiên, để giải quyết các vấn đề trên, hiện nay trên thế giới, nhiều cấu trúc mạng thần kinh kết hợp với logic mờ đã được đề xuất, trong đó phải kể đến hướng neural fuzzy và fuzzy neural trong kỹ thuật điều khiển máy thông minh [8],[9],[10]. Việc nghiên cứu vẫn còn được tiếp tục theo hướng nghiên cứu các bài toán tác động nhanh, theo bám tốt và tính ổn định trong các hệ thống có các tham số và tải biến động.

V. Lời cảm ơn

Chúng tôi hết sức cảm ơn TS Hà Quang Phúc - Bộ Môn Mechanics & Mechatronics, Đại Học Sydney trong việc gợi ý và giúp đỡ chúng tôi trong quá trình thực hiện bài viết này.



Hình 3 : Cấu trúc của hệ thống thích nghi điều khiển tốc độ với bộ quan sát mờ và INN

FUZZY AND NEUROCONTROL OF DRIVE SYSTEMS WITH CHANGING PARAMETER AND LOAD

Nguyen Viet Hung – Tran Thanh Mai

ABSTRACT: In this paper, we present a technique that use fuzzy control to guarantee stability during off-line training operation and neural networks to model the inverse characteristics of drive systems with changing parameters and load. The computer simulation results indicate that the proposed approach can be promising method to overcome the ill effects of wide-ranging parameter variations.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Lorenzo Sciavicco & Bruno Siciliano: *Modeling and Control of Robot Manipulators*. Mc Graw - Hill International 1996.
- [2]. Ha. Q.P: " *PI-Controller with fuzzy tuning*" *Electronic letter s*, Vol.32, No.11, pp1043-1044, May 1996.
- [3]. Ha. Q.P. and Palis, F. "Fuzzy Logic Application in a Robust Modal Controller for Position Drive". in *Proc. of the 30th Universities Power Engineering Conference*, London,UK, Vol.1 pp 85-89-1044, Sept. 1995.
- [4]. Bart Kosko: *Fuzzy Engineering*. Prentice-Hall Inc 1997
- [5]. Ronald R. Yager & Dimitar P. Filiev: *Essential of Fuzzy Modeling and Control*. Wiley Interscience 1994
- [6]. Jerzy Męcinski & Zbigniew Ogoniowski: *Advanced Control with Matlab and Simulink*. Prentice-Hall Inc 1995.

- [7]. Bart Kosko: *Neural Networks and Fuzzy Systems: A dynamic Systems Approach to Machine Intelligence*. Prentice-Hall Inc 1992
- [8]. Li-Xin Wang: *Adaptive Fuzzy Systems and Control*. Prentice-Hall Inc 1994.
- [9]. Junhong Nie & Derek Linkens: *Fuzzy-Neural Control*. Prentice-Hall Inc 1995.
- [10]. Chin-Teng Lin & C.S George Lee: *Neural-Fuzzy Systems; A Neuro-Fuzzy Synergism to Intelligent Systems*. Prentice-Hall Inc 1996.