

ỨNG DỤNG MẠNG NƠON TRUYỀN THĂNG NHIỀU LỚP ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI VỊ TRÍ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KHI CÓ THÔNG SỐ VÀ TẢI THAY ĐỔI

Phạm Hữu Đức Dục^{1*}, Vũ Mạnh Thủy²

¹Trường ĐH Kinh tế-Kỹ thuật Công nghiệp, ²Trường Cao đẳng Kinh tế-Kỹ thuật - ĐH Thái Nguyên

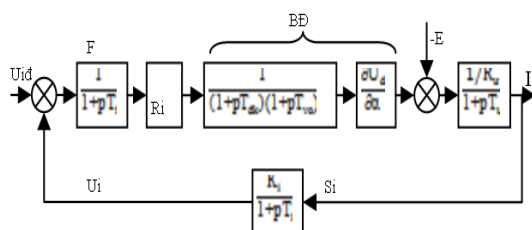
TÓM TẮT

Động cơ một chiều làm việc với phụ tải thay đổi, dẫn đến nhiệt độ của động cơ cùng với mức độ từ hóa của mạch từ thay đổi, làm cho điện trở phản ứng R của động cơ thay đổi, ảnh hưởng xấu đến đặc tính vị trí của động cơ. Bài báo này đề xuất một giải pháp ứng dụng mạng nơon truyền thăng nhiều lớp điều khiển thích nghi vị trí động cơ điện một chiều có thông số R và phụ tải thay đổi trong vùng tải nhỏ.

Từ khóa: Mạng nơon, điều khiển thích nghi, bộ điều khiển NARMA-L2.

MỞ ĐẦU

Động cơ điện một chiều có đặc tính điều chỉnh tốc độ rất tốt vì vậy được sử dụng ở nhiều lĩnh vực, đặc biệt điều khiển vị trí cho robot.



Hình 1. Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Khi động cơ điện một chiều làm việc với tải thay đổi, làm dòng điện phản ứng thay đổi theo yêu cầu của tải, dẫn đến nhiệt độ động cơ và mức độ từ hóa của lõi thép thay đổi, do đó làm cho điện trở phản ứng R của động cơ thay đổi. Những bộ điều khiển PID không xét tới vấn đề đó nên cần có một giải pháp nào đó để tạo ra bộ điều chỉnh thông minh có khả năng điều chỉnh thích nghi vị trí của động cơ một chiều khi làm việc với tải và thông số thay đổi. Bài báo này đề xuất giải pháp sử dụng mạng nơon truyền thăng nhiều lớp điều khiển vị trí động cơ điện một chiều khi làm việc với tải và điện trở phản ứng R thay đổi.

MÔ TẢ ĐỘNG LỰC HỌC VỊ TRÍ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Tổng hợp mạch vòng dòng điện khi bỏ qua sức điện động của động cơ

[1] Sơ đồ khối của mạch vòng điều chỉnh dòng điện như hình 3.1 trong đó F là mạch lọc tín hiệu, R_i là bộ điều chỉnh dòng điện, BD là bộ biến đổi một chiều, S_i là cảm biến dòng điện. Cảm biến dòng điện có thể thực hiện bằng các biến dòng ở mạch xoay chiều hoặc bằng điện trở shunt hoặc các mạch đo cách ly trong mạch một chiều.

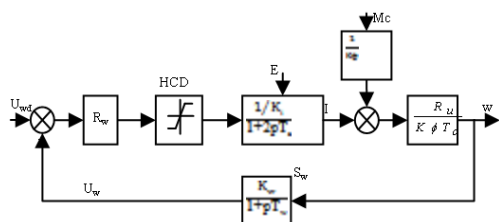
$T_f, T_{dk}, T_{vo}, T_u, T_i$ – các hằng số thời gian của mạch lọc, mạch điều khiển chỉnh lưu, sự chuyển mạch chỉnh lưu, phản ứng và cảm biến dòng điện.

R_u – điện trở mạch phản ứng.

$\frac{\partial U}{\partial \alpha}$ hệ số khuếch đại của chỉnh lưu

Trong trường hợp hệ thống truyền động điện có hằng số thời gian cơ học rất lớn hơn hằng số thời gian điện từ của mạch phản ứng thì ta có thể coi sức điện động của động cơ không ảnh hưởng đến quá trình điều chỉnh của mạch vòng dòng điện (tức là coi $\Delta E = 0$ hoặc $E = 0$). Trong đó các hằng số thời gian T_f, T_{dk}, T_{vo}, T_i là rất nhỏ so với hằng số thời gian điện từ T_u . Đặt $T_s = T_f + T_{dk} + T_{vo} + T_i$ thì có thể viết lại

* Tel: 0913238632, Email: phdduc.uneti@moet.edu.vn

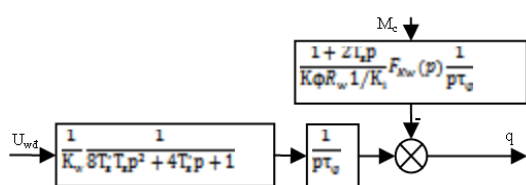


Hình 2. Sơ đồ khối của hệ điều chỉnh tốc độ

Hàm truyền của mạch vòng điều chỉnh tốc độ là

$$\frac{w(p)}{U_{wd}(p)} = \frac{1}{K_w} \frac{1}{4T_s' p(2T_s' p + 1) + 1} \quad (2.7)$$

Từ đó ta có sơ đồ khối điều khiển vị trí như hình 3



Hình 3. Sơ đồ khối của hệ điều chỉnh vị trí

Từ sơ đồ hình 3 ta tính được hàm tương đương của mạch vòng vị trí $F_\varphi(p)$ là:

$$F_\varphi(p) = \frac{1}{K_w} \frac{1}{8T_s' T_s p^2 + 4T_s' p + 1} \frac{1}{p\tau_\varphi} - \frac{1 + 2T_s' p}{K\phi R_w 1/K_i} F_{Kw}(p) \frac{1}{p\tau_\varphi} M_c \quad (2.8)$$

ỨNG DỤNG KHỐI ĐIỀU KHIỂN NARMA-L2 ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI VỊ TRÍ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KHI THÔNG SỐ VÀ TẢI THAY ĐỔI

Bộ điều khiển tuyến tính hóa phản hồi (NARMA-L2)

Bộ điều khiển NARMA-L2 là bộ điều khiển thích nghi được xây dựng trên cơ sở mạng nơron nhân tạo, ý tưởng của bộ điều khiển là xấp xỉ gần đúng hệ thống động lực học phi tuyến thành hệ thống động lực học tuyến tính. Để làm được điều này ta bắt đầu từ việc xây dựng mô hình hệ thống, sau đó dùng bộ điều khiển NARMA-L2 để nhận dạng và điều khiển đối tượng.

Nhận dạng của mô hình NARMA-L2

Như với bộ điều khiển mô hình dự báo, bước đầu tiên để sử dụng các thông tin phản hồi tuyến tính (hoặc bộ điều khiển NARMA-L2) là nhận dạng hệ thống điều khiển tương lai.

Bạn huấn luyện mạng nơron từ mô tả hệ thống động lực học tương lai. Bước đầu tiên là chọn một cấu trúc mô hình theo mục đích. Một mô hình tiêu chuẩn mà nó đã được sử dụng để mô tả hệ thống phi tuyến rời rạc là mô hình hệ thống Nonlinear Autoregressive-Moving Average (NARMA):

$$y(k+d) = N[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-n+1)]$$

Trong đó $u(k)$ là dữ liệu vào hệ thống, và $y(k)$ là dữ liệu ra hệ thống. Thủ tục nhận dạng được sử dụng cho bộ điều khiển dự báo mạng nơron là huấn luyện mạng theo xấp xỉ hàm phi tuyến N . Đây là thủ tục nhận dạng được sử dụng cho bộ điều khiển dự báo mạng nơron.

Nếu muốn đầu ra hệ thống bám theo một đường, $y(k+d) = y_r(k+d)$ Bước tiếp theo là phát triển bộ điều khiển phi tuyến từ:

$$u(k) = G[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), y_r(k+d), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]$$

Các vấn đề với sử dụng bộ điều khiển này là nếu bạn muốn huấn luyện một mạng nơron từ hàm G mà sẽ giảm thiểu sai lệch, bạn cần phải sử dụng truyền ngược động lực học. Điều này có thể khá chậm. Một trong những giải pháp và đề xuất của Narendra Mukhopadhyay là sử dụng mô hình gần đúng từ mô tả hệ thống. Bộ điều khiển sử dụng ở đây là mô hình gần đúng NARMA-L2

$$\hat{y}(k+d) = f[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)] + g[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]u(k)$$

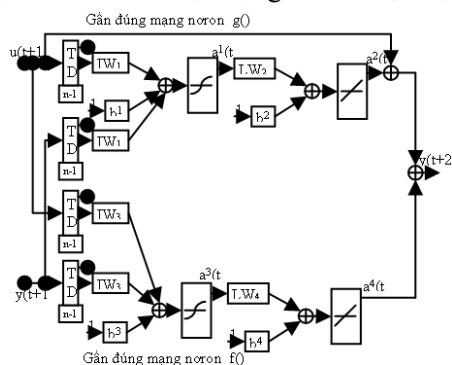
Mô hình này đi theo hình thức, nơi đầu vào điều khiển tiếp theo $u(k)$ không phải là chứa bên trong tính chất phi tuyến. Lợi thế của mẫu này là bạn có thể giải quyết nguyên nhân đầu vào điều khiển đầu ra hệ thống để thực hiện theo $y(k+d) = y_r(k+d)$. Các kết quả điều khiển sẽ có dạng

$$u(k) = \{y_r(k+d) - f[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]\} / \{g[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]\}$$

Việc sử dụng này có thể gây ra hiểu không rõ những vấn đề, bởi vì bạn phải xác định đầu vào điều khiển $u(k)$, dựa vào các đầu ra tại cùng một thời điểm, $y(k)$. Vì vậy, thay vì, sử dụng mô hình

$$y(k+d)=f[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), \\ u(k-1), \dots, u(k-m+1)]+g[y(k), y(k-1), \dots, \\ y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-m+1)]u(k+1)$$

Trong đó $d \geq 2$. Dưới đây là những con số cho thấy cấu trúc của một mạng nơ-ron đại diện.



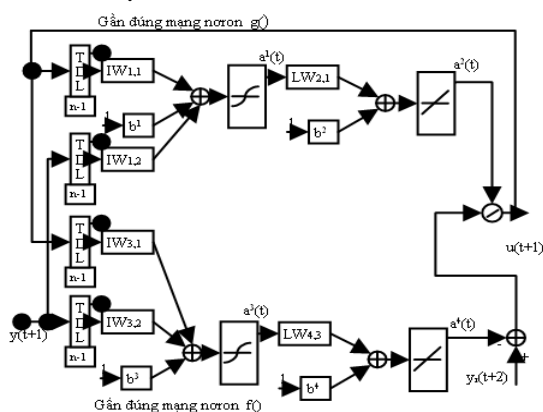
Hình 4. Cấu trúc một mạng nơron

Quá trình điều khiển NARMA-L2

Sử dụng mô hình NARMA-L2, bạn có thể thu được bộ điều khiển

$$u(k+1) = \{y_r(k+d) - f[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-n+1)]\} / \{g[y(k), y(k-1), \dots, y(k-n+1), u(k), u(k-1), \dots, u(k-n+1)]\}$$

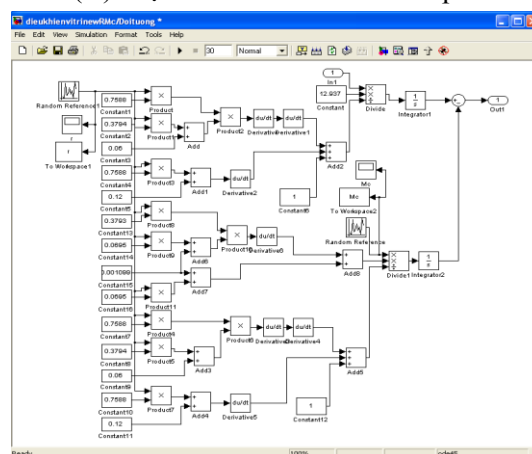
Mà có thể cho $d \geq 2$. Hình tiếp theo là sơ đồ khối của bộ điều khiển NARMA-L2.



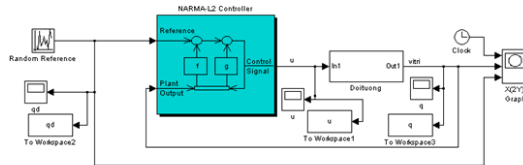
Hình 5. Bộ điều khiển thực hiện với mô hình nhận dạng NARMA-L2

Kết quả mô phỏng

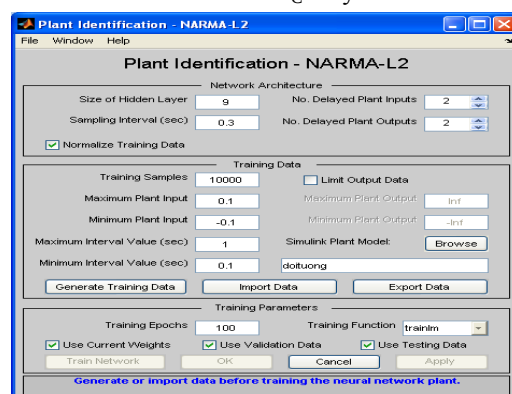
Thực hiện mô phỏng trên Matlab với các giá trị thông số động cơ điện một chiều có số liệu sau: $P_{dm} = 32(KW)$, $U_{dm} = 220(V)$, $I_{dm} = 170(A)$, $w_{dm} = 1500(v/ph)$, $R_{u\Sigma} = 0,0779(\Omega)$, $L_{u\Sigma} = 0,0049(H)$, $GD^2 = 2,8(kg.m^2)$, làm việc với phụ tải $M_c(Nm)$ và $J(Kg.m^2)$ thay đổi trong vùng phụ tải nhỏ. Máy phát tốc mã hiệu 7-100 có $\omega_{dm} = 1500(V/P)$, $U_{dm} = 100(V)$, $I_{dm} = 0,08(A)$, $R_H = 200(\Omega)$. Máy biến dòng loại 100/5(A). Bộ chỉnh lưu sơ đồ cầu ba pha.



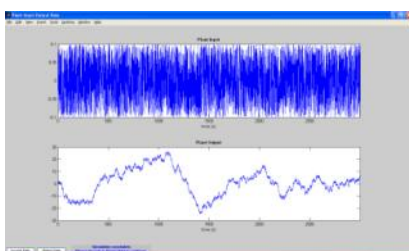
Hình 6. Sơ đồ khối mô tả động cơ điện một chiều khi có R, M_C thay đổi



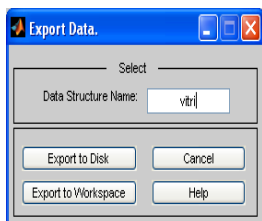
Hình 7. Sơ đồ mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp điều khiển thích nghi vị trí động cơ điện một chiều khi có R và M_C thay đổi



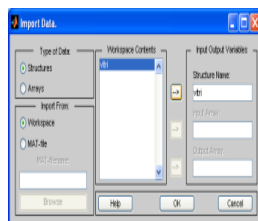
Hình 8. Bảng điều khiển nhận dạng tín hiệu vị trí động cơ một chiều NARMA-L2



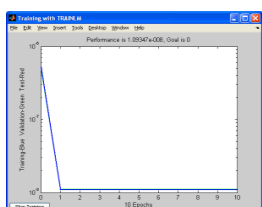
Hình 9. Dữ liệu vào ra của tín hiệu vị trí động cơ một chiều



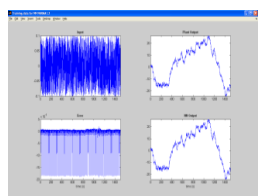
Hình 10. Xuất dữ liệu làm việc



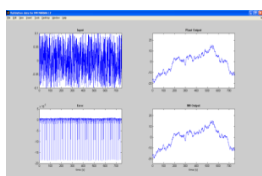
Hình 11. Nhập dữ liệu vào bộ điều khiển



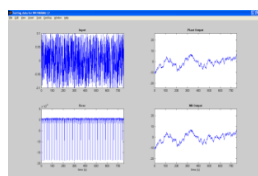
Hình 12. Huấn luyện đối tượng với dữ liệu đã nhập vào



Hình 13. Dữ liệu huấn luyện cho bộ điều khiển NN NARMA-L2

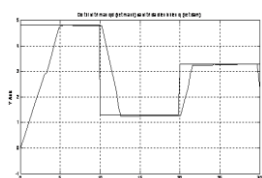


Hình 14. Dữ liệu xác nhận cho bộ điều khiển NN NARMA-L2

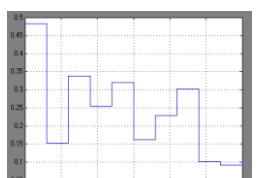


Hình 15. Dữ liệu kiểm tra cho bộ điều khiển NN NARMA-L2

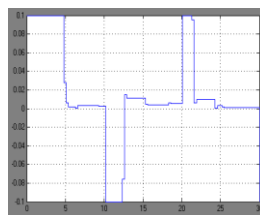
Kết quả mô phỏng



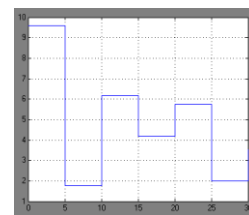
Hình 15. Đồ thị vị trí mẫu q_d (nét mảnh) và vị trí sau khi đã điều khiển q (nét đậm)



Hình 16. Đồ thị điện trở R (Ω)



Hình 17. Đồ thị điện áp điều chỉnh



Hình 18. Đồ thị mômen tải M_C (Nm)

KẾT LUẬN

Kết quả mô phỏng cho thấy sai lệch vị trí mẫu q_m và vị trí q của mô hình điều chỉnh rất nhỏ điều đó chứng tỏ rằng việc sử dụng mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp trong điều khiển thích nghi vị trí động cơ điện một chiều khi có thông số R và tải thay đổi trong vùng tải nhỏ là một giải pháp rất hiệu quả và có độ chính xác mong muốn. Mạng nơron truyền thẳng nhiều lớp là hệ MIMO, nên cũng có thể ứng dụng nó trong điều khiển đối tượng là hệ MIMO phi tuyến.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghi. *Điều chỉnh tự động truyền động điện*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật.
- [2]. M.Norgaard, O.Ravn, N.K. Poulsen and L.K. Hansen. *Neural Network for Modelling and Control of Dynamic System*. Springer 2000.
- [3]. CHIN TENG LIN, C.S. GEORGE LEE, (1996), *Neural fuzzy systems*, Prentice Hall International, Inc.
- [4]. SOMLO J, LANTOS B, PHAM THUONG CAT, (1997), *Advance Robot Control*, Akademiai Kiado – Budapest
- [5]. Howard Demuth, Mark Beale, Martin Hagan, *Neural network Toolbox*,

SUMMARY

APPLYING MULTILAYER FEEDFORWARD NETWORKS ADAPTIVE CONTROL THE POSITION OF DIRECT CURRENT MOTOR WHEN R PARAMETERS AND LOAD CHANGED IN THE LOW LOAD**Pham Huu Duc Duc^{1*}, Vu Manh Thuy²**¹University of Technology, ²School of Economics and Technology, Thai Nguyen University

When the direct current motor works with changed load, causes temperature of motor and inductive level of iron core circuit changed, therefor armature resistance R of motor changed, reason for the graph on position of motor is bad. This paper proposes a solution applying multilayer feedforward networks adaptive control the position of direct current motor when R parameters and load changed in the low load.

Keywords: *Neural networks, NARMA-L2 control, adaptive control.*

* Tel: 0913238632, Email: phdduc.uneti@moet.edu.vn