

THÔNG TIN TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

Tên đề tài luận án tiến sĩ: *“Nghiên cứu ứng dụng bộ điều khiển PID thích nghi dựa trên mạng nơ-ron nhân tạo cho hệ thống điều khiển tàu thủy”*

Chuyên ngành: Khoa học Hàng hải

Mã số: 9840106

Nghiên cứu sinh: Võ Hồng Hải

Người hướng dẫn khoa học: 1. PGS. TS. Phạm Kỳ Quang

2. PGS. TS. Nguyễn Phùng Hưng

Cơ sở đào tạo: Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

1. Mục đích nghiên cứu của luận án

Nghiên cứu phát triển ứng dụng bộ điều khiển PID dựa trên mạng nơ-ron thích nghi cho hệ thống điều khiển hướng đi tàu thủy. Thiết kế bộ điều khiển PID nơ-ron thích nghi theo mô phỏng và thực nghiệm.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu của luận án:

Đối tượng nghiên cứu của luận án:

Hệ thống điều khiển hướng đi của tàu thủy, tập trung vào hệ thống máy lái tự động tàu thủy.

Phạm vi nghiên cứu của luận án:

- Nghiên cứu các thuật toán điều khiển thích nghi dựa trên sự kết hợp giữa mạng nơ-ron nhân tạo và điều khiển PID thông thường.

- Đề xuất phát triển thuật toán và ứng dụng vào thiết kế máy lái tự động sử dụng bộ điều khiển PID nơ-ron thích nghi cho điều khiển hướng đi tàu thủy.

- Sử dụng phần mềm Matlab để mô phỏng bộ điều khiển được đề xuất. Đánh giá chất lượng bộ điều khiển PID nơ-ron thích nghi so với bộ điều khiển PID thông thường.

- Thực nghiệm trên mô hình tàu thu nhỏ trong bể thử trường Đại học Giao thông Vận tải Thành phố Hồ Chí Minh.

3. Phương pháp nghiên cứu của luận án

Phương pháp nghiên cứu lý thuyết kết hợp nghiên cứu thực nghiệm, để làm nổi bật tính khoa học và tính thực tiễn của vấn đề cần giải quyết, cụ thể:

Nghiên cứu lý thuyết:

- Phân tích, tổng hợp hệ thống điều khiển PID thông thường và mạng nơ-ron nhân tạo;

- Nghiên cứu phát triển thuật toán điều khiển PID nơ-ron thích nghi cho hệ thống điều khiển hướng đi tàu thủy;

- Xây dựng mô hình nhận dạng tàu thủy bằng mạng nơ-ron nhân tạo;

- Thiết kế máy lái tự động sử dụng thuật toán PID dựa trên mạng nơ-ron truyền thẳng để điều khiển hướng đi tàu thủy; Mô phỏng trên máy tính.

Nghiên cứu thực nghiệm:

- Thiết kế mô hình tàu thủy và ứng dụng bộ điều khiển PID nơ-ron vào điều khiển trong môi trường thực;

- So sánh với bộ điều khiển PID thông thường để chứng minh tính hiệu quả của bộ điều khiển PID nơ-ron thích nghi.

4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của luận án

Ý nghĩa khoa học của luận án:

- Xây dựng cơ sở lý thuyết kết hợp bộ điều khiển PID và mạng nơ-ron nhân tạo để thiết kế hệ thống điều khiển hướng đi tàu thủy. Kết quả nghiên cứu đạt được đã góp phần hoàn thiện một phần về cơ sở lý luận khoa học liên quan đến vấn đề nghiên cứu của luận án và đóng góp nhất định cho khoa học hàng hải.

- Đề xuất phát triển thuật toán, tận dụng ưu điểm của bộ điều khiển PID và mạng nơ-ron nhân tạo để nâng cao chất lượng hệ thống điều khiển hướng đi, tăng khả năng thích nghi và độ chính xác dẫn đường;

- Cải tiến bộ điều khiển PID và mạng nơ-ron lan truyền ngược với thuật toán huấn luyện tăng cường và bộ nhận dạng nơ-ron cho bộ điều khiển nhằm tăng cường độ chính xác dẫn đường và thích nghi với nhiễu loạn môi trường.

Ý nghĩa thực tiễn của luận án:

- Kết hợp chặt chẽ cơ sở lý thuyết điều khiển tự động và ứng dụng vào thực tiễn thiết kế máy lái tự động tàu thủy;

- Kết quả nghiên cứu có thể làm tài liệu tham khảo cho các công trình nghiên cứu tiếp theo, nhất là ứng dụng điều khiển thông minh vào hệ thống dẫn đường tàu thủy như giảm lắc tàu thủy, định vị động...

5. Những điểm đóng góp mới của luận án

Luận án đã kế thừa, phát triển lý thuyết và ứng dụng kỹ thuật điều khiển PID với mạng nơ-ron nhân tạo trong điều khiển tàu thủy. Cụ thể:

- Tận dụng khả năng điều khiển và dễ phát triển của BDK PID để thiết kế sơ bộ, kết hợp với BDK nơ-ron, nhằm điều khiển hướng đi tàu thủy.

- Bộ điều khiển PID với các tham số K_p , K_i và K_d được điều chỉnh bằng mạng nơ-ron lan truyền ngược được tính toán mô phỏng tường minh. Khả năng tổng hợp và mô hình hóa trực tuyến của mạng nơ-ron giúp các tham số của BDK PID được tinh chỉnh và lựa chọn trực tiếp theo thời gian, tính thích nghi của mạng nơ-ron trong điều khiển được tận dụng và phát huy. Phương pháp ứng dụng này không mới tại thời điểm nghiên cứu luận án nhưng cũng ít tác giả ứng dụng vào điều khiển tàu thủy. Đặc biệt, việc huấn luyện mạng trực tuyến liên tục trong quá trình điều khiển mà tác giả sử dụng trong công trình này, trong nghiên cứu ứng dụng loại này là mới và chưa có tác giả nào thực nghiệm.

- Thiết kế bộ nhận dạng mô hình tàu thủy theo phương pháp tín hiệu vào - ra được giới thiệu và ứng dụng. Bộ nhận dạng này sử dụng mạng nơ-ron nhiều lớp truyền thẳng nhưng được tác giả huấn luyện mạng theo phương pháp trực tuyến, tăng cường nên tốc độ thích nghi tốt, có khả năng nhận dạng mô hình tàu phi tuyến biến đổi theo thời gian chứ không chỉ mô hình tuyến tính tĩnh như các nghiên cứu trước đó. Với việc kết hợp mô hình nhận dạng nơ-ron này, phương pháp điều khiển được tiến hành kiểu điều khiển dự đoán theo thời gian thực, nâng cao tính thích nghi và chất lượng điều khiển.

6. Kết cấu của luận án

Luận án gồm 96 trang A4 (không kể phụ lục) và thứ tự các phần như sau: Mở đầu; nội dung (chia thành 4 chương); kết luận và kiến nghị; danh mục các công trình khoa học đã công bố liên quan đến luận án (05 công trình); tài liệu tham khảo (63 tài liệu) và phụ lục (03 phụ lục).

Hải Phòng, ngày 05 tháng 12 năm 2020

Tập thể người hướng dẫn khoa học

Nghiên cứu sinh

INFORMATION ON DOCTORAL DISSERTATION IN ENGINEERING

Title of the thesis: “*A study on application of adaptive PID controller based on neuron network for ship control system*”

Speciality: Science of Navigation

Code: 9840106

Ph.D Candidate: Vo Hong Hai

Supervisors:
1. Assoc. Prof. Dr. Pham Ky Quang
2. Assoc. Prof. Dr. Nguyen Phung Hung

Insitution: Viet Nam Maritime University

1. Aim of thesis

Studying and developing the PID controller based on neuron network for ship autopilot system. Design of adaptive neural network PID controller is simulated and experimented.

2. Objective and scope of thesis

Objective of the study:

Ship heading control system (Autopilot).

Scope of the study:

- Research on adaptive control algorithm based on a combination of conventional PID controller and neural networks;
- Propose and develop algorithms and then apply on autopilot design using adaptive neural network PID for ship heading control;
- Using Matlab software to simulate the proposed controller. The performance of neural network PID controller with traditional PID controller is compared to evaluate the system performance;
- Experiments have been carried out using segmented scaled model of a container ship in Ho Chi Minh city University of Transport’s swimming pool.

3. Methodology of thesis

In order to successfully solve the study purposes, the combination of theoretical research and experimental research are applied as the following:

Theoretical research:

- Analysis and synthesis of conventional PID control and neural network control system;
- Studying and developing the adaptive PID controller based on neuron network for ship heading control system.
- Proposing and building a system identification scheme of ship model using neural network;
- Autopilot design for ship control using PID algorithm based on feedforward neural network and then simulated the proposed one in computer.

Experimental research:

- Designing a model ship and apply proposed neural network PID controller to control it in real environment.
- Experiment results prove that the efficiency of adaptive neural network PID controller compared to conventional PID controller.

4. Scientific and practical significance of thesis

Scientific significance:

- Building theoretical basis for combination of PID controller and neural network to design ship heading control system. The results of study partially contribute to completion of theoretical basis concerning with the studied problems and to the science of navigation.
- Proposing and developing algorithm, using the advantages of PID controller and neural network to improve quality of ship heading control system and increase adaptability and navigation accuracy;
- Improve performance of PID controller and backpropagation neuron network with intensive training algorithm and the neural identifier for controller to enhance navigation accuracy and adapt to environmental disturbances.

Practical significance:

- Closely associating the theory of automatic control and application for practical ship autopilot design.

- This research results can be used as a reference for the next research projects, especially the intelligent control systems and their applications in marine control system such as ship roll damping control, dynamic position system control,...

5. New contributions of thesis

- Taking advantage of PID controller and neural network controller to practical design autopilot for ship control.

- Parameters of PID controller K_p , K_i và K_d can be auto tuned by backpropagation neural network and it's simulated and calculated explicitly. Generalizing and modeling capabilities of artificial neural network help PID parameters to be tuned and chosen directly over time, adaptation of neural network is promoted in control. This method is not new at the time of research but only a few authors apply to ship control field. Especially, continuous online neural network training in control process that the author used in this thesis and in this type of applied research is new and no other authors have experimented.

- The author introduced and applied for design of ship model identifier using input – output method. This identifier uses a multilayer feedforward neural network but is trained by using online method and “intensive” so this identifier has good adaptive rate and be able to identify time-varying nonlinear ship model not only statical linear ship model as previous research. With this combination of this neuron identification model, the control method is carried on in real-time predictive control, improving adaptability and control performance.

6. Construction of thesis

The thesis consists of the following parts: Introduction; Content (*including 4 chapters*); Conclusion and Recommendations; List of published research projects related to the thesis (*05 projects*); Reference; Appendix (*03 appendices*).

Hai Phong, December 5th, 2020

Supervisors

PhD candidate

Assoc. Prof. Pham Ky Quang Assoc. Prof. Nguyen Phung Hung

Vo Hong Hai