

THÔNG TIN LUẬN ÁN TIẾN SĨ

Tác giả: **Trương Công Mỹ**

Tên đề tài: **Nghiên cứu phát triển hệ thống mô phỏng chuyển động tàu thủy với sàn treo ba bậc tự do ứng dụng thuật toán điều khiển hiện đại**

Chuyên ngành: **Khoa học hàng hải** Mã số: **9840106**

Người hướng dẫn khoa học: **PGS. TS. Nguyễn Kim Phương**
PGS. TS. Đinh Anh Tuấn

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

TÓM TẮT NỘI DUNG

1. Mục đích và đối tượng nghiên cứu

Mục đích nghiên cứu: Mục tiêu tổng quát của luận án là nghiên cứu, phát triển thuật toán khiển hiện đại nhằm cải thiện chất lượng hệ thống mô phỏng chuyển động tàu thủy có tích hợp sàn treo ba bậc tự do phục vụ cho đào tạo, huấn luyện sinh viên, học viên nhóm ngành hàng hải nhằm mục đích hạn chế thấp nhất các tai nạn trên biển và giảm chi phí so với việc huấn luyện trên tàu thật.

Để giải quyết được mục tiêu tổng quát, NCS xác định các mục tiêu cụ thể của luận án như sau:

Thứ nhất, xây dựng hệ thống mô phỏng chuyển động tàu thủy nhằm tạo ra một bản sao giống hệt buồng lái của một con tàu hiện đại được đề xuất đáp ứng được các yêu cầu huấn luyện cho ngành hàng hải. Kích thước của buồng lái được thiết kế là 2.4x2.4m và chiều cao là 1,75m. Khối lượng đủ tải của buồng lái khoảng 1300kg. Buồng lái mô phỏng có tích hợp bàn điều khiển, các thiết bị như Radar/ARPA, ECDIS, Conning... và nội thất khác cũng được trang bị. Buồng lái được gắn trên một sàn chuyển động ba bậc tự do. Sàn chuyển động được thiết kế trên nguyên tắc của Stewart platform.

Thứ hai, trên cơ sở tiếp cận Stewart platform với ba bậc tự do (lắc ngang, lắc dọc và trượt đư) và sau khi mô phỏng động học tàu thủy dạng hình ảnh 3D. NCS tiến hành xây dự

thuật toán điều khiển trên bộ điều khiển logic khả trình PLC để điều khiển tổ hợp DRIVE/SERVO nhằm tạo ra chuyển động thật 3 trục tự do mô phỏng lại chuyển động từ mô hình 3D ảo trên máy tính.

Thứ ba, tích hợp hoàn chỉnh một hệ thống mô phỏng 3D động học tàu thủy với mô hình chuyển động sàn treo được điều khiển trên cơ sở ứng dụng trí tuệ nhân tạo AI dạng mạng nơ ron nhân tạo để tăng độ chính xác và giảm thời gian trễ đồng bộ giữa hình ảnh và chuyển động vật lý.

Đối tượng nghiên cứu: Trên cơ sở đánh giá sự cần thiết cùng với mục tiêu của đề tài luận án, đối tượng nghiên cứu của luận án là hệ thống mô phỏng 3D động học tàu thủy trong cấu trúc cabin buồng lái có tích hợp mô hình chuyển động 3 bậc tự do (3DOF) của sàn treo.

2. Phương pháp nghiên cứu

Phương pháp nghiên cứu của đề tài luận án bao gồm: phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết, phương pháp mô phỏng, phương pháp thống kê thu thập dữ liệu và đánh giá, phương pháp thực nghiệm. Phương pháp phân tích và tổng hợp lý thuyết phục vụ cho mục tiêu xây dựng mô hình động học của con tàu. Đối với phương pháp mô phỏng, đề tài sử dụng mô phỏng 3D các tình huống trên biển cũng như mô phỏng các trang thiết bị như hải đồ điện tử/ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), RADAR, CONNING... Sử dụng mô phỏng trên Matlab/Simulink cho các thuật toán tìm tín hiệu điều khiển của mô hình động học ngược và thuật giải lặp Newton-Raphson của mô hình động học thuận. Phương pháp thống kê, thu thập dữ liệu và đánh giá để xây dựng, chọn lọc bộ dữ liệu học tốt nhất cho mạng nơron nhân tạo MLP. Ngoài ra, để kiểm chứng các kết quả mô phỏng NCS sử dụng phương pháp thực nghiệm trên cơ sở thực hiện lắp đặt mô hình, lập trình điều khiển các động cơ servo trên PLC, xây dựng giao tiếp mạng truyền thông Modbus TCP, thuật toán quy đổi các góc roll, pitch, heave ra các góc quay của động cơ servo, thuật toán điều khiển xung phát xung điều khiển động cơ servo.

3. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Về mặt phương pháp luận, luận án hướng tới:

Luận án đưa ra phương pháp luận, đề xuất áp dụng một thuật toán điều khiển mới để dự báo và điều khiển chuyển động của mô hình sàn treo ba bậc tự do bám theo tín hiệu đặt từ mô hình mô phỏng 3D. Cụ thể thuật toán này cho phép huấn luyện trước với bộ dữ liệu mẫu và dự báo tín hiệu chuyển động nghiêng, lắc và trượt đứng của con tàu trên cơ sở sử dụng mạng nơ ron nhân tạo MLP. Luận án sẽ góp phần bổ sung và làm phong phú thêm các phương pháp điều khiển nhằm làm giảm độ trễ của mô hình sàn treo ba bậc tự do so với mô hình chuyển động của hình ảnh trong không gian 3D.

Về mặt thực tiễn, với mô hình và thuật toán dự báo đề xuất, luận án hướng tới:

Kết quả của luận án sẽ hiện thực hóa vấn đề khiêu khiển mô hình sàn treo cabin buồng lái 3 bậc tự do chuyển động đồng bộ với chuyển động của con tàu trong mô hình mô phỏng 3D bằng mô hình cơ khí có cấu trúc Stewart platform. Cụ thể là mô hình dự báo trên cơ sở mạng nơ ron nhân tạo được cài đặt trong phần mềm Matlab/Simulink trên máy tính, có chức năng dự báo trước chuyển động của con tàu trong mô hình mô phỏng 3D và phát lệnh tới PLC để điều khiển thời gian thực các cơ cấu chấp hành Drive/Servo Motor truyền động cho 03 tay đòn.

4. Đóng góp mới của luận án

Đóng góp mới của luận án là phân tách cấu trúc điều khiển sàn treo 3 bậc tự do của hệ thống mô phỏng chuyển động tàu thủy thành hai khối là: khối dự báo góc quay và khối điều khiển vị trí của cơ cấu chấp hành. Từ đó tổng hợp và hoàn thiện cơ sở lý thuyết của thuật toán dự báo trước góc quay của của động cơ servo bằng mạng nơ ron nhân tạo, chứng minh tính đúng đắn và khả thi của phương pháp đề xuất bằng thực nghiệm với mô hình vật lý trên cơ sở các tiêu chí về độ chính xác bám và giảm thời gian trễ.

TẬP THỂ NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC

NGHIÊN CỨU SINH

**PGS. TS. Nguyễn Kim Phương PGS. TS. Đinh Anh Trương Công Mỹ
Tuấn**

THESIS INFORMATION

Ph.D Candidate: **Truong Cong My**

Thesis title: **Research and development of a ship motion simulation system with a three-degree-of-freedom suspended floor applying modern control algorithms**

Major: **Marine Science** Major ID: **9840106**

Research Supervisors: **Assoc.Prof. Nguyen Kim Phuong**
 Assoc.Prof. Dinh Anh Tuan

Educational Institution: **Vietnam Maritime University**

SUMMARY OF THESIS

1. The purposes and the objectives

The purposes: The overall goal of the thesis is to research and develop a modern control algorithm to improve the quality of a ship motion simulation system that integrates a three-degree-of-freedom suspended floor to serve the training and coaching of students. , maritime industry students aim to minimize accidents at sea and reduce costs compared to training on real ships.

To solve the general goal, the PhD student determined the specific goals of the thesis as follows:

First, building a ship motion simulation system to create an identical replica of the cockpit of a modern ship is proposed to meet training requirements for the maritime industry. The size of the cockpit is designed to be 2.4x2.4m and the height is 1.75m. The fully loaded weight of the cockpit is about 1300kg. The simulated cockpit has an integrated control console, devices such as Radar/ARPA, ECDIS, Conning... and other interiors are also equipped. The cockpit is mounted on a three-degree-of-freedom moving platform. The moving platform is designed on the principle of the Stewart platform.

Second, based on the Stewart platform approach with three degrees of freedom (horizontal sway, longitudinal sway and yaw) and after simulating ship dynamics in 3D image form. NCS built a control algorithm on a PLC programmable logic controller to control the DRIVE/SERVO combination to create real free 3-axis motion simulating the motion from a virtual 3D model on the computer.

Third, completely integrate a 3D simulation system of ship dynamics with a suspended floor motion model controlled based on the application of artificial intelligence (AI) in the form of an artificial neural network to increase accuracy and reduce noise. Synchronization delay between image and physical movement.

The objectives: Based on the assessment of the necessity and objectives of the thesis topic, the research object of the thesis is a 3D simulation system of ship dynamics in the cockpit cabin structure with an integrated 3-step motion model. of freedom (3DOF) of suspended floors.

2. Research Methods

The research method of the thesis topic includes: theoretical analysis and synthesis method, simulation method, statistical method of data collection and evaluation, experimental method. Theoretical analysis and synthesis methods serve the goal of building a ship's kinematic model. For the simulation method, the project uses 3D simulation of situations at sea as well as simulation of equipment such as electronic charts/ECDIS (Electronic Chart Display and Information System), RADAR, CONNING... Using simulation on Matlab /Simulink for algorithms to find control signals of the inverse kinematics model and Newton-Raphson iteration algorithm of the forward kinematics model. Statistical methods, data collection and evaluation to build and select the best learning data set for MLP artificial neural network. In addition, to verify the simulation results, NCS uses experimental methods based on model installation, programming and control of servo motors on PLC, building Modbus TCP communication network communication, and algorithm.

3. Scientific and practical significance

In terms of methodology, the thesis aims to:

The thesis provides a methodology and proposes to apply a new control algorithm to predict and control the motion of a three-degree-of-freedom suspended floor model following the set signal from the 3D simulation model. Specifically, this algorithm allows for pre-training with a sample data set and predicting the ship's tilt, swing, and sliding motion signals based on the use of the MLP artificial neural network. The thesis will contribute to supplementing and enriching control methods to reduce the delay of the three-degree-of-freedom suspended floor model compared to the image motion model in 3D space.

In practical terms, the thesis aims to:

The results of the thesis will realize the problem of controlling a 3-degree-of-freedom cockpit cabin suspended floor model that moves synchronously with the ship's motion in a 3D simulation model using a mechanical model with the Stewart platform structure. . Specifically, the prediction model is based on an artificial neural network installed in Matlab/Simulink software on the computer, with the function of predicting the ship's movement in a 3D simulation model and issuing commands to the PLC. for real-time control of Drive/Servo Motor actuators that drive 03 lever arms.

4. The new contributions

The new contribution of the thesis is to separate the 3-degree-of-freedom suspended floor control structure of the ship motion simulation system into two blocks: the rotation angle prediction block and the actuator position control block. From there, synthesize and perfect the theoretical basis of the algorithm for predicting the rotation angle of servo motors using artificial neural networks, proving the correctness and feasibility of the proposed method by experimenting with a physical model based on the criteria of tracking accuracy and reducing delay time.

RESEARCH SUPERVISORS

PH.D CANDIDATE

**Assoc.Prof. Nguyen Kim Assoc.Prof. Dinh Anh Tuan Truong Cong My
Phuong**