

# THÔNG TIN TÓM TẮT LUẬN ÁN TIẾN SĨ KỸ THUẬT

<b>Tên đề tài:</b>	<i>Nghiên cứu hệ thống điều khiển phi tuyến bền vững cho cần trục container đặt trên phao nổi</i>
<b>Ngành:</b>	<b>Kỹ thuật cơ khí động lực</b>
<b>Mã số:</b>	<b>9520116</b>
<b>Chuyên ngành:</b>	<b>Khai thác, bảo trì tàu thủy</b>
<b>Nghiên cứu sinh:</b>	<b>Phạm Văn Triệu</b>
<b>Người hướng dẫn khoa học:</b>	<b>1. PGS. TS. Lê Anh Tuấn 2. TS. Hoàng Mạnh Cường</b>
<b>Cơ sở đào tạo:</b>	<b>Trường Đại học Hàng hải Việt Nam</b>

## 1. Mục đích nghiên cứu của luận án

Xây dựng các thuật toán điều khiển mới áp dụng cho hệ cần trục-tàu. Kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ góp phần cải tiến và áp dụng vào thiết kế cần trục container nói chung cũng như cần trục container gắn trên tàu, từ đó nâng cao hiệu quả khai thác cũng như an toàn trong quá trình vận hành cần trục container.

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

- **Đối tượng nghiên cứu:** Luận án tập trung nghiên cứu cần trục container gắn trên tàu chịu tác động của sóng và gió.

- **Phạm vi nghiên cứu:** Nghiên cứu xây dựng hệ thống điều khiển phi tuyến bền vững cho cần trục container đặt trên phao nổi dựa trên mô hình động lực học hai chiều.

## 3. Phương pháp nghiên cứu của luận án

Luận án sử dụng phương pháp nghiên cứu kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm, cụ thể như sau:

- **Nghiên cứu lý thuyết:** Thiết kế các thuật toán điều khiển dựa trên mô hình toán của đối tượng thực. Ứng dụng ngôn ngữ lập trình MATLAB®/Simulink® để mô phỏng số các đáp ứng của thuật toán điều khiển.

- **Nghiên cứu thực nghiệm:** Kiểm chứng các thuật toán điều khiển trên mô hình thực nghiệm trong phòng thí nghiệm.

## 4. Những đóng góp mới của luận án

Luận án đã xây dựng thành công ba thuật toán điều khiển cho cần trục container đặt trên phao nổi là thuật toán điều khiển trượt bậc hai (SOSMC), thuật toán điều khiển trượt bậc hai tích hợp mạng nơ ron (NN-SOSMC) và thuật toán điều khiển trượt bậc hai tích hợp bộ quan sát (OB-SOSMC), với những đóng góp chính sau:

(1) Không giống như các nghiên cứu trước đó, hàng được gắn lên một cáp nâng có chiều dài không đổi khi không xét đến hoạt động của cơ cấu nâng, các yếu tố vật lý của thân tàu không được kể đến. Luận án này xây dựng thuật toán điều khiển phi tuyến bền vững trong đó kể đến đàn hồi của cáp nâng, đặc tính động lực học của thân tàu và kích động sóng biển tác động lên thân tàu.

(2) Tích hợp mạng nơ ron vào bộ điều khiển SOSMC để thiết kế hệ thống điều khiển thích nghi bền vững cho cần trục container, một hệ thống điều khiển phi mô hình có những đặc điểm quan trọng sau: (i) hệ thống bền vững với thông số bất định, nhiễu và mô hình không chính xác; (ii) hệ thống tự học và thích nghi với cấu trúc bất định, động lực học không hoàn hảo và thậm chí hoàn toàn không có thông tin mô hình hệ thống.

(3) Khác với phương pháp thích nghi truyền thống, thích nghi mạng nơ ron RBFN hoàn toàn có thể xấp xỉ cả mô hình động lực học và thông số hệ thống. Điều đó có nghĩa phương pháp thích nghi truyền thống có thể ước lượng được thông số hệ thống nhưng không xác định được mô hình hệ thống. Nó yêu cầu động lực học hệ thống là cố định, trong khi RBFN không cần điều đó.

(4) Bộ quan sát được sử dụng để thay cho những cảm biến cần lắp đặt để đo giá trị vận tốc từ đó có thể giảm một nửa số cảm biến góp phần giảm giá thành chế tạo.

## 5. Kết cấu của luận án

Luận án gồm các phần theo thứ tự sau: Mở đầu; Nội dung (gồm 4 chương); Kết luận và hướng nghiên cứu tiếp theo; Danh mục các công trình khoa học đã công bố liên quan đến luận án; Tài liệu tham khảo; Phụ lục.

Hải Phòng, ngày 06 tháng 12 năm 2019

**Tập thể người hướng dẫn khoa học**

**Nghiên cứu sinh**



**PGS. TS. Lê Anh Tuấn**

**TS. Hoàng Mạnh Cường**

**Phạm Văn Triệu**

## INFORMATION ON DISSERTATION IN ENGINEERING

<b>Dissertation title:</b>	<i>Study on Nonlinear Robust Control System for Ship-mounted Container Cranes</i>
<b>Major:</b>	<b>Marine Machinery Operation and Maintenance</b>
<b>Code:</b>	<b>9520116</b>
<b>Ph.D. candidate</b>	<b>Pham Van Trieu</b>
<b>Supervisors:</b>	<b>1. Assoc. Prof. Le Anh Tuan</b> <b>2. Dr. Hoang Manh Cuong</b>
<b>Education Institution:</b>	<b>Vietnam Maritime University</b>

### 1. Research aim

The study aims to developing control algorithms for crane-ship systems. The research results will effectively be applied for synthesizing controllers of onshore and offshore container cranes, thereby improving the efficiency and safety in the operation.

### 2. Research object and scope

- We focus on a control object composed of a container crane mounted on a ship subject to wind and sea wave.

- The main scope of this study is to design nonlinear robust control systems for floating container cranes based on their 2D dynamic model.

### 3. Research approaches

We use theoretical analysis, simulation, and experiment for constituting and synthesizing the adaptive robust controllers for container cranes. The details are as follows:

**Theoretical approaches:** Mathematics related to differential equations is applied to constitute the dynamic models of cranes. Calculus together with advanced control methods are utilized for constructing control schemes. Analysis of system stability is on the basis of Lyapunov theory and advanced stability techniques.

**Practical approaches:** We investigate the effectiveness of proposed controllers using both simulation and experiment. Numerical simulation of crane responses is conducted by utilizing MATLAB and Simulink. We also setup a laboratory crane integrating the proposed control algorithms to do experiment.

#### 4. Contributions of study

By providing three robust adaptive controllers, namely SOSMC, NN-SOSMC, and OB-SOSMC, for offshore container cranes, the dissertation shows the following key contributions:

(1) Unlike the previous studies, where cargo is handled on a rigid cable without hoisting and the physical characteristics of ship body is not considered, this study constructs adaptive robust control systems in which cable elasticity, container hoisting, dynamic behavior of ship body (mass and inertial), and viscoelasticity of sea water are fully taken into account.

(2) The application of neural networks to SOSMC in designing a robust adaptive control system for floating container cranes, a free-model based control system has two important features: (i) the system is robust with parametric uncertainties, disturbances, and an imprecise model; and (ii) the system itself learns and adapts with unstructured uncertainties, imperfect system dynamics, and even complete absence of crane model information.

(3) Unlike traditional adaptive approaches (TAA), adaptive RBFN can completely approximate both dynamic model and its parameters. Meanwhile, TAA is only able to estimate system parameters but cannot identify the system model. It requires the structure of system dynamics to be fixed and linearly parameterizable, while RBFN does not need these requirements.

(4) Instead of using velocity sensors, the state observers tend to cost-effectiveness with a reduction in the number of sensors to a half, as well as noise attenuation.


#### 5. Structure of dissertation

The dissertation includes six parts: Introduction, main content composed of four chapters, conclusion and recommendation, list of related publications, references, and appendix.

*Hai Phong, December 6<sup>th</sup> 2019*

**Supervisors**

**Ph.D. candidate**



**Assoc. Prof. Le Anh Tuan**

**Dr. Hoang Manh Cuong**

**Pham Van Trieu**