

**NGHIÊN CỨU TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN TÀU THEO ĐƯỜNG ĐI ĐÃ ĐỊNH
BẰNG PHƯƠNG PHÁP BÙ LỆCH**
STUDY ON AUTOMATICALLY CONTROLLING A SHIP FOLLOWING INTENDED
ROUTE BY DEVIATION COMPENSATION METHOD

TS. ĐÌNH XUÂN MẠNH
Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Hệ thống tự động dẫn đường đã được phát triển trong nhiều lĩnh vực trên thế giới đặc biệt trong công nghiệp hàng không, vũ trụ, quốc phòng. Tuy nhiên, các ứng dụng trong hàng hải chưa được quan tâm chú ý nhiều. Trên các tàu hiện nay, các máy lái tự động vẫn chỉ dẫn tàu đi theo hướng nhất định. Phát triển công nghệ tự động điều khiển theo đường đi đã định cho tàu biển là một bước tiến tới hiện đại hóa công nghiệp đóng tàu Việt Nam.

Abstract

The automatic tracking control has been developed in many fields in the world, especially in aviation, space and defence industry. However, the application in marine is not widely considered. On board the ship, the automatic pilot possesses only a function to control the ship following a set course. Developing a technique which control the ship following intended route is a step to modernize the ship building industry in Vietnam.

1. Giới thiệu

Nói về điều khiển tàu tự động người ta thường nghĩ ngay đến máy lái tự động. Trên các tàu hiện nay, các máy lái tự động vẫn chỉ dẫn tàu đi theo hướng nhất định, không có khả năng tự động điều khiển tàu về đường đi nếu bị lệch hay tự động chuyển hướng tại các điểm chuyển hướng. Nếu sử dụng chế độ lái tự động mà không theo dõi định vị thường xuyên thì rất có thể tàu sẽ bị dạt đến các nguy hiểm hàng hải và gây tai nạn.

Trong khi hệ thống định vị đã được phát triển từ lâu và sử dụng phổ biến, việc kết nối giữa các thiết bị đã trở nên dễ dàng. Nếu có thể tự động định vị và điều khiển tàu bù lại các độ lệch trên đường đi đảm bảo tàu di chuyển theo đường đi đã định và khi tàu đến điểm chuyển hướng nó sẽ tự động chuyển sang hướng đi mới thì công việc dẫn tàu sẽ giảm đi rất nhiều tạo điều kiện cho thuyền viên có thể xử lý các công việc khác. Đặc biệt chúng ta có thể áp dụng một cách có hiệu quả tại những khu vực có mật độ tàu thuyền qua lại thấp. Trong bài viết này, nguyên lý điều khiển và kết quả mô phỏng điều khiển tàu đi theo đường đi đã định bằng phương pháp bù dạt sẽ được giới thiệu.

2. Nguyên lý bù dạt và thay đổi hướng

Con tàu khi chuyển động con tàu sẽ chạy theo hướng đi nhất định. Nếu nó đi chệch khỏi đường đi, thì cần đưa nó trở về đường đi đã định bằng cách điều chỉnh bánh lái. Khi quyết định bẻ lái điều chỉnh con tàu về đường đi, người điều khiển căn cứ theo các yếu tố sau: độ lệch khỏi đường đi và hướng đi hiện thời so với hướng đi thực tế. Trong quá trình điều khiển, để đảm bảo ổn định phương hướng cho tàu, yếu tố tốc độ quay trở cũng được tính đến. Hành động này chính là để bù lại độ lệch trong quá trình chuyển động của tàu gây ra. Thông tin về các độ lệch được nêu trong hình 1.

Như vậy, góc bẻ bánh lái cần được xác định theo các yếu tố độ lệch này. Ta coi góc bánh lái mà máy lái bẻ đi sẽ là hàm bậc nhất đối với các thành phần độ lệch. Độ lệch càng lớn thì góc bẻ lái càng lớn để nhanh chóng đưa tàu về đường đi. Vì tốc độ tàu càng lớn thì quán tính càng lớn, khả năng quay trở nhanh chóng sẽ giảm đi, cho nên ta có công thức tính góc bẻ lái như sau:

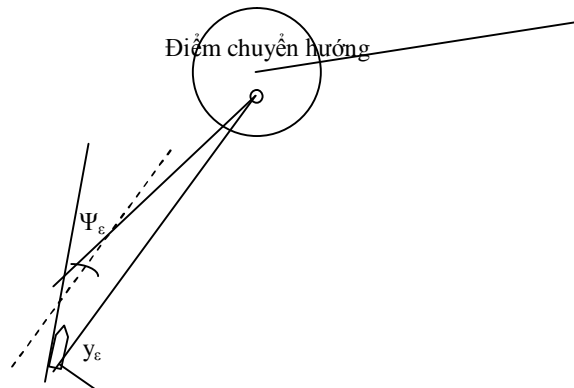
$$\delta = K_1 \cdot y_\varepsilon + K_2 \cdot \Psi_\varepsilon + K_3 \cdot \frac{\Psi_\varepsilon}{v} \quad (1)$$

Trong đó:

δ : góc bẻ lái (độ)

y_ε : độ dạt ngang (m)

v : tốc độ tàu (m/s)
 ψ_ϵ : góc lệch hướng (độ)
 K_1, K_2, K_3 : các hệ số.



Hình 1. Độ lệch trong điều khiển tàu theo đường đi đã định.

Để điều khiển được, các giá trị về độ lệch đường đi, độ lệch hướng cũng như tốc độ quay trở của tàu phải thường xuyên được xác định căn cứ vào vị trí, hướng đi hiện tại so với đường đi và điểm chuyển hướng tiếp theo. Với công thức (1) ta có thể tính được góc bẻ lái cần thiết để đưa tàu về đường đi. Dĩ nhiên là các góc bẻ lái tính toán này phải đảm bảo nằm trong giới hạn tối đa của bánh lái (thông thường từ 35° phải đến 35° trái và ngược lại).

Để tàu có thể tự động chuyển hướng đi khi đến điểm chuyển hướng, căn cứ theo khả năng điều động của con tàu mà có thể xác định chuyển hướng sớm hay muộn. Như vậy, trong thuật toán điều khiển, tùy theo khả năng điều động tàu, tùy theo góc chuyển hướng lớn hay nhỏ mà ta có thể đặt khoảng cách từ tàu đến điểm chuyển hướng cần thiết để bắt đầu điều khiển tàu chuyển sang hướng đi mới. Khi bắt đầu chuyển hướng đi mới thì coi như tàu đang đi theo hướng đi mới đó và tính toán các độ lệch so với đường đi mới, điểm chuyển hướng mới để làm cơ sở điều khiển bánh lái của tàu.

3. Nghiên cứu đánh giá kết quả mô phỏng tự động điều khiển tàu đi theo đường đi đã định

Dựa trên cơ sở lý thuyết nêu trên, tác giả đã tiến hành thử nghiệm xác định các thông số biểu thị tính năng điều động tàu trong bể thử tàu. Mô hình được sử dụng là mô hình tàu VLCC có các thông số được nêu trong bảng 1.

Mô hình toán sử dụng mô phỏng để mô tả chuyển động của tàu

Kiểm soát hướng đi theo phương trình Nomoto bậc nhất

$$T \cdot \dot{\Psi} + \Psi = K \cdot \delta \tag{2}$$

Kiểm soát tốc độ theo phương trình

$$\dot{v} + a_{vv} \cdot v + a_{\psi v} \cdot \Psi = a_{nn} \cdot n + a_{nv} \cdot n \tag{3}$$

Với:

n : vòng tua chân vịt của tàu

$a_{vv}, a_{nn}, a_{nv}, a_{\psi v}$: các hệ số thực nghiệm.

Sử dụng mô hình toán học như trên để mô phỏng cho một tàu dầu VLCC với các hệ số K, T xác định từ thử quay trở và thử zigzag, các hệ số $a_{vv}, a_{nn}, a_{nv}, a_{\psi v}$ xác định từ các lần thử chạy thẳng, quay với hoạt động của chân vịt tàu.

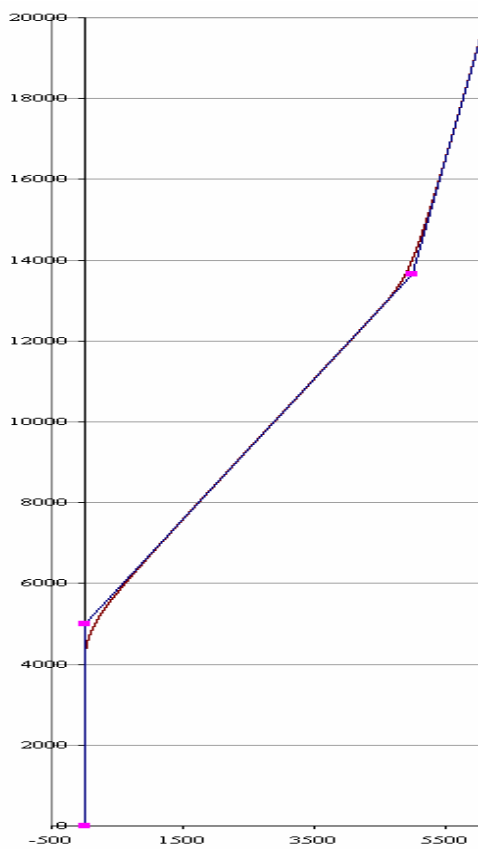
Quá trình mô phỏng giả định con tàu chạy với điều kiện máy tới hết cần phải di chuyển theo 3 đoạn đường có các giá trị về hướng và quãng đường như sau: $C_1 = 000^\circ, D_1 = 5000m$; $C_2 = 030^\circ, D_2 = 10000m$; $C_3 = 010^\circ, D_3 = 15000m$. Các hệ số điều khiển bánh lái được chọn như sau: $K_1 = 0,408$; $K_2 = 8,874$; $K_3 = 2060,88$. Với các thông số nêu trên, chuyển động của con tàu được mô

phòng trên máy tính và đưa ra kết quả như theo hình 2 (a) và (b). Để kiểm tra, chúng ta giảm các hệ số K_1, K_2, K_3 đi 6 lần và đưa vào mô phỏng, các kết quả được mô tả theo hình 2 (c) và (d).

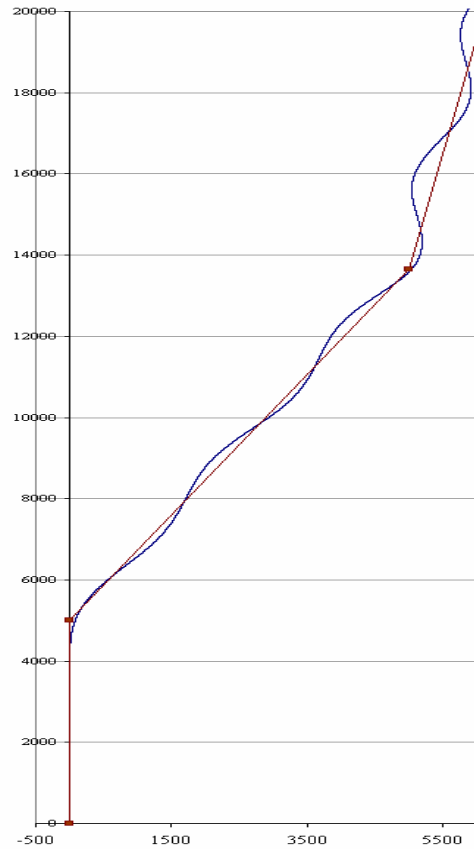
Chúng ta thấy rằng, khi hệ số điều khiển bù lệch phù hợp, con tàu hoàn toàn di chuyển theo đường đi đã định. Bánh lái chỉ bẻ sang phía định quay trở 1 lần và sau đó đề lái hãm trở quay của tàu đưa tàu ổn định về đường đi như một thủy thủ lành nghề. Tuy nhiên, nếu chọn sai hệ số điều khiển, góc bẻ lái tính toán quá nhỏ, chất lượng điều khiển sẽ rất kém như hình 2 (c) và (d). Bánh lái sẽ không đưa về vị trí ổn định được mà sẽ liên tục dao động và hậu quả là vết đi của tàu dao động quanh đường đi đã định. Như vậy, việc xác định hệ số điều khiển phù hợp sẽ quyết định chất lượng điều khiển của máy lái trong việc đưa tàu đi theo đường đi đã định.

Để đánh giá hoạt động điều khiển con tàu theo thuật toán bù lệch nêu trên, chuyển động của con tàu được mô phỏng thêm trong 02 điều kiện: gió ngang mạn trái, phải có tốc độ 10m/s và vẫn chạy theo tuyến đường nêu trên. Kết quả thu được về vết đường đi vẫn gần trùng khớp với trường hợp hình 2 (a), tàu vẫn chuyển động ổn định theo đường đi định sẵn như khi không có tác động của gió. Tuy nhiên, góc bẻ lái có thay đổi. Chi tiết về góc bẻ lái được nêu trong hình 3. Trong hình 3, đường trên cùng biểu thị góc bẻ lái trong trường hợp gió thổi từ mạn phải, đường dưới cùng biểu thị góc bẻ lái trong trường hợp gió thổi từ mạn trái, đường ở giữa là trong trường hợp không có gió. Chúng ta thấy rằng, khi không có tác động của ngoại cảnh, tàu không bị lệch, bánh lái để 0° . Khi có tác động của gió mạn trái làm tàu dạt sang phải, và quay tàu, bánh lái sẽ tăng từ từ sang trái quay mũi tàu sang trái để bù lại độ lệch và giữ tàu đi đúng đường. Ngược lại, khi có gió từ mạn phải, góc bẻ lái sẽ tăng từ sang phải để bù. Nếu quãng đường chạy dài, việc bù này sẽ ổn định và góc bẻ lái sẽ ổn định tại một vị trí nào đó.

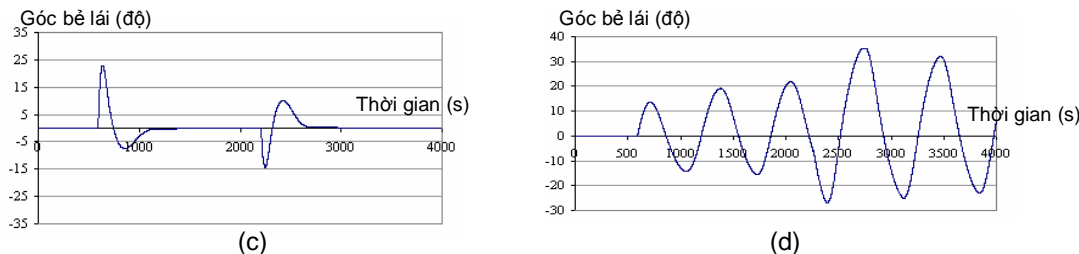
Như vậy, với thuật toán điều khiển trên, chúng ta có thể hoàn toàn điều khiển tàu theo đường đi đã định nếu chọn đúng hệ số.



(a)



(b)



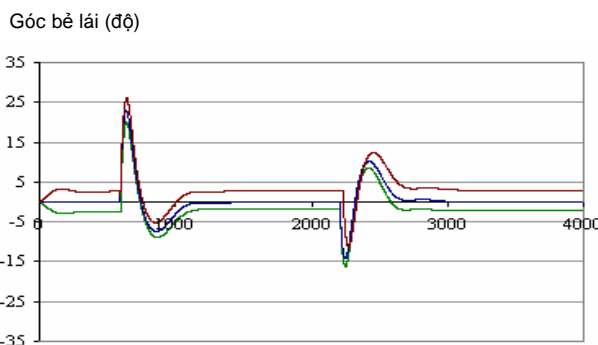
Hình 2. Kết quả mô phỏng tự động điều khiển tàu.

- (a): Vệt đường đi của tàu khi đặt hệ số phù hợp (b) Góc bẻ lái khi đặt hệ số phù hợp
 (c): Vệt đường đi của tàu khi đặt hệ số không phù hợp (d) Góc bẻ lái khi đặt hệ số không phù hợp

4. Kết luận

Điều khiển tàu theo đường đi đã định là một phần trong các công việc tiến tới hiện đại hóa khả năng điều khiển của con tàu, hiện đại hóa ngành công nghiệp tàu thủy Việt Nam. Trong bài viết này, công tác điều khiển tàu theo đường đi bằng phương pháp bù lệch được giới thiệu. Nó có thể được ứng dụng để lập trình trong máy lái của tàu để tự động điều khiển con tàu theo các điểm chuyển hướng được nhập vào cũng như tự động chỉnh dạt đưa tàu về đúng đường đi.

Kết quả mô phỏng chỉ ra rằng các hệ số điều khiển quyết định chất lượng điều khiển con tàu. Việc xác định chính xác các hệ số này sẽ đảm bảo chất lượng điều khiển của máy lái sau này.



Hình 3. Góc bẻ lái khi điều kiện ngoại cảnh tác động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Editor Sigmund Malinowski, *Modeling, Analysis, and Control of Dynamic Systems*, New York, 1998.
 [2] Phạm Công Ngô, *Lý thuyết điều khiển tự động*, NXB Khoa học Kỹ thuật Hà Nội, 2001.

Người phản biện: TS. Phạm Văn Thuận

XÂY DỰNG HƯỚNG DẪN HÀNH ĐỘNG TRÁNH ĐÂM VA TÀU THUYỀN THEO COLREG 72
BUILD UP A HANDLING GUIDE FOR PREVENTING COLLISION BETWEEN SHIPS IN COMPLIANCE WITH COLREG 72

TS. PHẠM VĂN THUẬN
Phòng KH-CN, Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Hành động tránh đâm va tàu thuyền trên biển được quy định trong Quy tắc quốc tế về phòng ngừa đâm va tàu thuyền trên biển 1972 (COLREG72). Tuy nhiên, việc vận dụng Quy tắc của các thuyền viên còn nhiều mặt hạn chế dẫn đến đưa ra hành động sai lầm gây tai nạn đâm va trên biển. Để giải quyết vấn đề đó cần có một thiết bị có thể trợ giúp đánh giá tình huống và đưa ra hành động phù hợp. Trong bài báo này, cơ sở dữ liệu phục vụ chế tạo thiết bị đó được xây dựng và giới thiệu.