

**ỨNG DỤNG MÔ HÌNH K-T BẬC NHẤT TRONG NGHIÊN CỨU
TÍNH NĂNG ĐIỀU ĐỘNG TÀU**
APPLICATION OF FIRST ORDER K-T MODEL TO STUDYING ON
MANEUVERING CHARACTERISTICS

TS. PHẠM VĂN THUẦN

Trường Đại học Hàng hải

SV. PHẠM CAO THẮNG, NGUYỄN VĂN HOÀN, TÔ VĂN ANH, NGUYỄN THẾ MẠNH

Lớp ĐKT47ĐH2, Khoa ĐKTB, Trường Đại học Hàng hải

Tóm tắt

Mô hình toán học K-T bậc nhất là một trong những mô hình đơn giản, hiệu quả mô tả chuyển động của con tàu. Sử dụng mô hình toán học K-T giúp ta có thể nghiên cứu kỹ hơn về khả năng chuyển động của con tàu mà không cần phải tiến hành thử tàu nhiều lần ngoài thực địa hoặc thử với mô hình. Ngoài ra, mô hình toán này còn có thể phục vụ cho các nghiên cứu tính năng điều động tàu.

Abstract

The first order K-T model is one of simple and effective mathematical models to describe the ship's motion. This model may assist us in researching more carefully the ship's motion ability, so it is not necessary to carrying out sea trials or tests with ship's model many time. In addition, this mathematical model may serve to the studies on the other maneuvering characteristics.

1. Giới thiệu

Mô hình toán học K-T được Nomoto giới thiệu đã từ lâu. Mô hình K-T bậc nhất mô tả khả năng thay đổi hướng đi của con tàu dưới tác dụng của góc bẻ bánh lái. Tuy nhiên, việc sử dụng mô hình K-T model phục vụ nghiên cứu khoa học hiện nay chủ yếu dựa vào các mô hình sẵn có. Nguồn dữ liệu này cũng không dồi dào. Mặt khác, mỗi con tàu lại có một tính năng điều động khác nhau. Chính vì thế mà chỉ sử dụng một số mô hình tàu hạn chế khó có thể đánh giá đầy đủ khả năng điều động của tất cả các loại tàu và cũng không thể dự đoán tính năng điều động của một con tàu cụ thể. Do đó, không cung cấp được nhiều các thông tin hữu ích cho người điều khiển phương tiện cũng như các nhà nghiên cứu khác. Việc nghiên cứu phân tích mô hình toán học K-T của các tàu từ một số kết quả thử tàu trên trường thử sẽ khắc phục được các mặt hạn chế nêu trên. Qua đó, giúp chúng ta nghiên cứu kỹ hơn tính năng điều động của một con tàu bất kỳ nào đó.

2. Sử dụng mô hình K-T để mô phỏng chuyển động của con tàu

Một con tàu chuyển động được trong nước là do tác động của bánh lái, chân vịt và các thành phần lực cản của nước tác động lên thân tàu.

Bánh lái giúp tàu giữ ổn định cũng như thay đổi hướng đi. Ngoài ra, nó cũng tạo ra lực cản khi phương của lực bẻ lái không trùng với phương chuyển động của tàu. Để mô tả ảnh hưởng của bánh lái đối với sự thay đổi hướng đi của con tàu ta có thể sử dụng mô hình K-T bậc nhất:

$$T \cdot \dot{\delta} + \delta = K \cdot \delta \quad (1)$$

K và T được gọi là chỉ số tính năng điều động tàu và phụ thuộc vào tốc độ tàu. Hơn nữa, lực bẻ lái tùy thuộc vào tốc độ dòng nước đến mặt bánh lái. Nên ta sẽ có các hệ số khác nhau ở các tốc độ khác nhau. Để sử dụng cho mọi tốc độ tàu, người ta sử dụng các hệ số không thứ nguyên của K và T: đó là K' và T'.

$$K' = K \frac{L_{PP}}{v} \quad (2)$$

$$T' = T \frac{v}{L_{PP}} \quad (3)$$

Trong quá trình chuyển động, tốc độ của tàu luôn thay đổi do ảnh hưởng của chân vịt và lực tác động của nước. Vì vậy, để xác định tốc độ tàu tại các thời điểm ta sử dụng phương trình sau:

$$v + a_{vv} \cdot v^2 + a_{rr} \cdot r^2 = a_{nn} \cdot n^2 + a_{nv} \cdot n \cdot v \quad (4)$$

Trong đó:

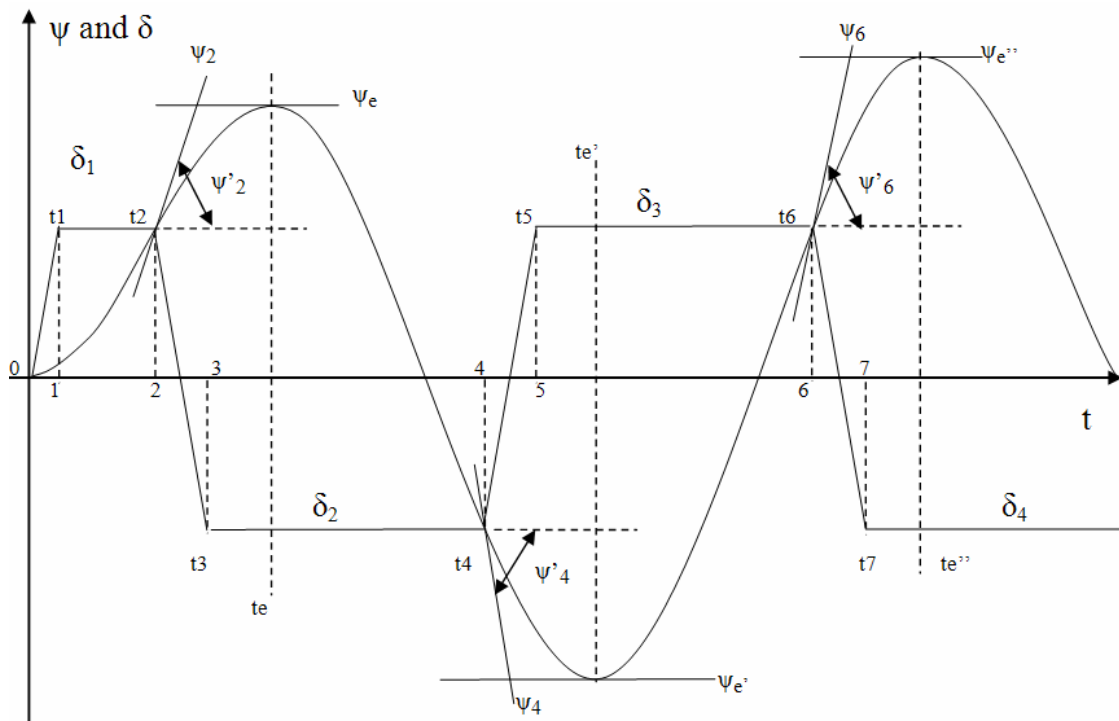
- δ - góc bẻ lái.
- ψ - hướng đi của tàu.
- L_{pp} - chiều dài giữa hai đường thủy trực của tàu.
- K, T, K', T' - các hệ số.
- v - tốc độ tàu.
- n - vòng quay của chân vịt.
- r - tốc độ quay trở.
- $a_{vv}, a_{rr}, a_{nn}, a_{nv}$ - các hệ số.

Chúng ta nhận thấy là các hệ số $K', T', a_{vv}, a_{rr}, a_{nn}, a_{nv}$ là các hệ số đặc trưng cho chuyển động của từng con tàu. Mỗi con tàu sẽ có các tính năng điều động khác nhau nên các hệ số cũng khác nhau. Tuy nhiên, trong cùng một con tàu, tính năng điều động cũng thay đổi khi tốc độ tàu thay đổi, nhưng các hệ số lại không đổi. Do đó nếu ta xác định được các hệ số trên và sử dụng chúng để tái hiện các chuyển động của con tàu thì ta có thể đánh giá tính năng điều động của con tàu đó. Rồi so sánh khả năng điều động của tàu ở các chế độ khác nhau để lựa chọn ra khả năng tối ưu và hiệu quả nhất. Việc xác định các hệ số được trình bày ở phần sau.

3. Phương pháp phân tích tính năng điều động tàu sử dụng mô hình K-T

Việc tính toán các hệ số mô tả chuyển động của con tàu theo phương trình (1) và (4) có thể được tiến hành dựa trên một số kết quả thử tàu trên trường thử. Cụ thể như sau:

3.1. Xác định K và T



Hình 1. Tính toán hệ số K', T' dựa trên kết quả thử zigzag.

Hệ số K' , T' được xác định dựa trên kết quả theo hình 1 (thử zigzag của tàu) như sau:
 Phương trình (1) viết cho chuyển động của tàu giữa hai thời điểm gần nhau t_a và t_b , ta có:

$$T \cdot (\psi_{(t_b)} - \psi_{(t_a)}) + (\Psi_{(t_b)} - \Psi_{(t_a)}) = K \cdot \int_{t_a}^{t_b} \delta_m \cdot dt + K \cdot \delta_r \cdot (t_b - t_a) \quad (5)$$

Hướng mũi tàu tại các thời điểm: t_e, t_e', t_e'' được tính như sau:

$$\psi_e = K_2 \cdot \int_0^{t_e} \delta_m \cdot dt + K \cdot \delta_r \cdot t_e \quad (6)$$

$$\psi_{e'} = K_4 \cdot \int_0^{t_{e'}} \delta_m \cdot dt + K \cdot \delta_r \cdot t_{e'} \quad (7)$$

$$\psi_{e''} = K_6 \cdot \int_0^{t_{e''}} \delta_m \cdot dt + K \cdot \delta_r \cdot t_{e''} \quad (8)$$

Từ phương trình (7), (8), (9) tìm được các giá trị của $K_2; K_4; K_6$.

Từ phương trình (5), nếu chọn $t_a = t_2; t_4; t_6$ và $t_b = t_e; t_e'; t_e''$ tương ứng với $K_2; K_4; K_6$, ta tìm được các giá trị của T_2, T_4, T_6 .

$$T_2 = \frac{1}{\psi_{e'} - \psi_{e''}} \cdot \left[(\psi_e - \psi_{e'}) - K_2 \cdot \left(\int_{t_2}^{t_e} \delta_m \cdot dt + \delta_r \cdot (t_e - t_2) \right) \right] \quad (9)$$

$$T_4 = \frac{1}{\psi_{e'} - \psi_{e''}} \cdot \left[(\psi_{e'} - \psi_{e''}) - K_4 \cdot \left(\int_{t_4}^{t_{e'}} \delta_m \cdot dt + \delta_r \cdot (t_{e'} - t_4) \right) \right] \quad (10)$$

$$T_6 = \frac{1}{\psi_{e''} - \psi_{e''}} \cdot \left[(\psi_{e''} - \psi_{e''}) - K_6 \cdot \left(\int_{t_6}^{t_{e''}} \delta_m \cdot dt + \delta_r \cdot (t_{e''} - t_6) \right) \right] \quad (11)$$

Giá trị K, T được xác định như sau:

$$K = \frac{K_4 + K_6}{2} \quad (12)$$

$$T = \frac{T_4 + T_6}{2} \quad (13)$$

Giá trị K' và T' được xác định theo phương trình (2), (3).

Ngoài ra, ta cũng có thể xác định giá trị của K khi tàu quay trở ổn định. Từ phương trình (1) khi gia tốc quay trở bằng không: $\psi = K \cdot \delta$. Khi biết giá trị của góc bẻ bánh lái và tốc độ quay trở ổn định trong thử quay ta có thể xác định được giá trị của K .

3.2. Xác định $a_{vv}, a_{rr}, a_{nr}, a_{nv}$

Căn cứ vào phương trình (4) chúng ta nhận thấy từng hệ số được xác định khi có thể loại trừ hoặc biết trước các hệ số khác. Chúng ta có thể phân tích các hệ số của phương trình (4) theo trình tự như sau:

- Từ kết quả thử hãm tự do, các thành phần do vòng tua chân vịt và quay trở đều không có ảnh hưởng đến chuyển động của tàu. Phương trình (4) trở thành:

$$a_{vv} \cdot v^2 = 0$$

$$a_{vv} = -\frac{a_{nn}}{v^2}$$

- Từ kết quả thử tốc độ, khi tàu chạy ở tốc độ ổn định thì $a_{rr} = 0$, phương trình (4) trở thành:

$$a_{vv} \cdot v^2 = a_{nn} \cdot n^2 + a_{nv} \cdot n \cdot v$$

Qua kết quả thử tốc độ tàu đối với các chế độ máy khác nhau ta thu được các tốc độ tàu khác nhau. Từ đó ta có thể xác định được các hệ số a_{nn} , a_{nv} .

- Từ kết quả thử quay trở, tại giai đoạn tàu quay trở ổn định, phương trình (4) trở thành:

$$a_{vv} \cdot v^2 + a_{rr} \cdot r^2 = a_{nn} \cdot n^2 + a_{nv} \cdot n \cdot v$$

Ta có thể dự đoán được a_{rr} từ kết quả quay trở ổn định khi đã biết được các thông số a_{vv} , a_{nn} , a_{nv} .

Với kết quả dự đoán của tất cả các hệ số, chuyển động của con tàu được mô phỏng lại dựa trên hai phương trình (1) và (4) thông qua 2 hệ số K và T. Căn cứ vào kết quả mô phỏng chúng ta có thể đánh giá được các tính năng điều động tàu một cách chi tiết, cụ thể hơn những kết quả có được từ thử tàu trên trường thử, do đó tiết kiệm được thời gian và chi phí.

4. Kết luận

Mô hình K-T sử dụng trong bài báo này là mô hình đơn giản nhất giúp chúng ta đánh giá được sự thay đổi tính năng điều động tàu khi tốc độ thay đổi. Nó mô tả khá tốt tính năng điều động tàu.

Bài báo cũng cung cấp phương pháp phân tích các hệ số dùng làm cơ sở dữ liệu mô tả khả năng điều động của tàu thông qua một số phương pháp thử tàu có thể được tiến hành dễ dàng ngoài thực địa như thử tàu zigzag, hãm tự do, quay trở. Do vậy, các sỹ quan hàng hải có thể dễ dàng xây dựng cơ sở dữ liệu về điều động cho con tàu của mình, từ đó kết hợp với máy tính sẽ mô phỏng được quá trình chuyển động của con tàu đó, giúp họ có khả năng phán đoán, đánh giá tình huống tốt hơn đảm bảo cho con tàu hành hải an toàn.

Mô hình K-T bậc nhất tuy độ chính xác trong việc mô tả chuyển động của con tàu không cao so với một số mô hình toán học khác. Tuy nhiên, tính đơn giản cũng như chi phí thấp cho việc xây dựng cơ sở dữ liệu sẽ là yếu tố quan trọng để mô hình K-T được ứng dụng rộng rãi trong đánh giá tính năng điều động tàu.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phạm Văn Thuận, Doctoral thesis, 2009.
- [2] Nguyễn Viết Thành, Điều động tàu, Chương 1, tháng 8 năm 2005.
- [3] IMO, Resolution A751(18).

Người phản biện: TS. Nguyễn Kim Phương

CHÀO MỪNG NGÀY THÀNH LẬP TRƯỜNG (01/04/1956-01/04/2010)
