

**PHƯƠNG PHÁP XÁC ĐỊNH XÁC SUẤT XẢY RA ĐÂM VÀ
TẠI KHU VỰC GIAO CẮT GIỮA CÁC TUYẾN LUỒNG
STUDY OF PROBABILITY OF CROSSING COLLISIONS
ON NAVIGATION CHANNEL**

TRẦN ĐỨC PHÚ

Khoa Công trình, Trường Đại học Hàng hải Việt Nam

Email liên hệ: phutd.ctt@vimaru.edu.vn

Tóm tắt

Những vị trí giao cắt luôn tồn tại hiểm họa đâm va gây mất an toàn giao thông không chỉ đối với giao thông đường bộ mà cả với giao thông đường thủy. Chính vì vậy việc đánh giá và định lượng chính xác xác suất xảy ra tai nạn đâm va giữa các phương tiện thủy tại vị trí này là vô cùng quan trọng và cần thiết để trên cơ sở đó có thể đề xuất các giải pháp tăng cường bảo đảm an toàn giao thông đường thủy. Trong bài báo này, tác giả tập trung nghiên cứu và đề xuất phương pháp xác định xác suất xảy ra đâm va tại khu vực giao cắt luồng đường thủy dựa trên số liệu thống kê kết hợp với các thông số hình học của luồng và phương tiện thủy. Đây là tiền đề để các nhà quản lý có thể tính toán, đánh giá chính xác mức độ nguy hiểm để bố trí các trang thiết bị hỗ trợ giảm thiểu tai nạn giao thông thủy tại các khu vực giao cắt.

Từ khóa: Phương tiện thủy, va chạm, đâm va, giao cắt, an toàn hàng hải.

Abstract

Collisions when two routes crosses each other, merges, or intersects each other in a turn are always dangerous potentions for ship navigational safety. Hence, exactly extimation and quantity of collision probability at crossing positions is very important and neccessary for proposing solutions to improve traffic safety. This paper deals with the assessment of collision probability of vessels at a crossing area based on statistical and geometrical data of waterways and vessels. This is the background for administrations to estimate and assess risk potention and therefore equip aids to navigation to reduce accidents in crossing areas.

Keywords: Vessel, cross, crossing area, collision, maritime safety.

1. Giới thiệu chung

Thống kê của Cục Hàng hải Việt Nam từ năm 2010 đến hết năm 2017 cho thấy đã có trên 200 vụ tai nạn xảy ra trong đó tai nạn đâm va là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến mất an toàn giao thông hàng hải [1, 2]. Một nghiên cứu khác của cùng tác giả đã đề xuất phương pháp xác định xác suất xảy ra đâm va trên một tuyến luồng hàng hải [3]. Trong nghiên cứu này, tác giả tập trung xác định xác suất xảy ra đâm va tại khu vực giao cắt giữa các tuyến đường thủy và từ đó có thể hỗ trợ các nhà quản lý hàng hải trong việc lựa chọn các giải pháp kỹ thuật để nâng cao an toàn giao thông hàng hải cho khu vực luồng đường thủy giao cắt.

2. Cơ sở lý thuyết

2.1. Xác suất xảy ra đâm va

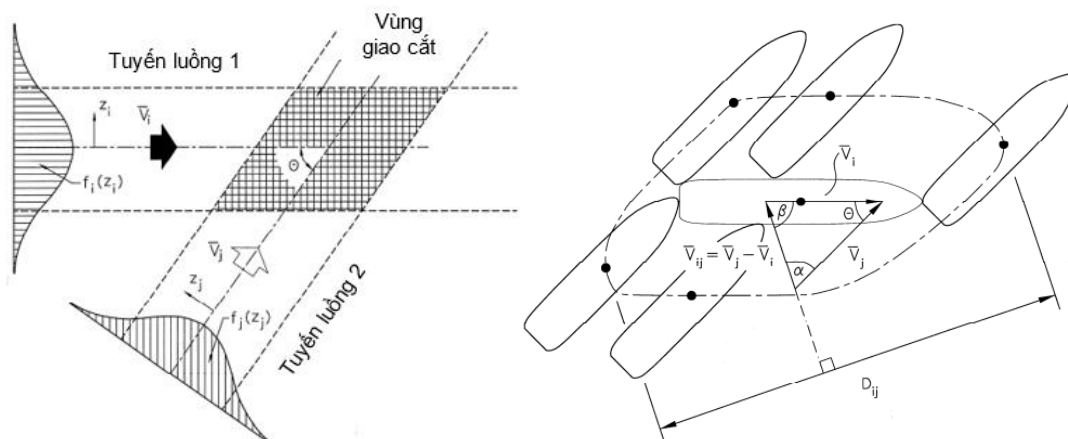
Nghiên cứu xác định xác suất xảy ra đâm va đã được Fujii [4] và MacDuff [5] nghiên cứu và công bố một cách có hệ thống dựa trên phân tích va chạm và mắc cạn lần lượt tại một số eo biển Nhật Bản và eo biển Dover. Các nghiên cứu đưa ra xác suất của tai nạn:

$$P = P_g \cdot P_c \quad (1)$$

Với P là xác suất xảy ra tai nạn, P_g là xác suất hình học, xác suất mà trong các trường hợp tai nạn sẽ xuất hiện nếu không có hành vi điều động, P_c là xác suất gây hậu quả, hay là xác suất mất kiểm soát trong việc tránh tai nạn. Cả hai nghiên cứu này là đều giả định các phương tiện phân bố ngẫu nhiên trên tuyến đường thủy xem xét. Theo khía cạnh đó, xác suất mất kiểm soát được đưa ra bởi hai nghiên cứu này phụ thuộc vào giả định này. Do đó, trong trường hợp thực tế của tuyến giao thông đường thủy, xác suất mất kiểm soát có thể thay đổi theo.

2.2. Đâm va tại khu vực giao cắt

Theo Friis-Hansen [6], vùng chịu rủi ro do đâm va tại khu vực hai tuyến đường thủy giao cắt nhau hoặc sáp nhập ở một đoạn cong bị ảnh hưởng bởi phân bố giao thông, không xét đến xác suất gặp nhau của phương tiện thủy.



Hình 1. Vùng chịu rủi ro do đâm va tại khu vực hai tuyến đường thủy giao cắt nhau [6]

Quy trình để tính toán số lượng các vụ đâm va, N_G , do số lượng hình học của các đối tượng đâm va là phân bố độc lập trên tuyến nên mặc dù khu vực chịu rủi ro bị ảnh hưởng bởi sự phân bố giao thông xác suất gặp nhau của các tàu không được xét đến.

Đâm va phụ thuộc vào các yếu tố sau:

- Kích thước hình học của tàu đâm va bao gồm chiều dài, $L_i^{(1)}$, $L_j^{(2)}$ và chiều rộng $B_i^{(1)}$, $B_j^{(2)}$ lần lượt của tàu i và tàu j theo mỗi hướng (1) và (2);

- Lưu lượng giao thông, hay số chuyến trong một đơn vị thời gian cho từng chủng loại và kích thước tàu, $Q_i^{(1)}$, $Q_j^{(2)}$ theo mỗi hướng (1) và (2), và tốc độ của chúng, $V_i^{(1)}$, $V_j^{(2)}$;

- Phân phối xác suất hình học, $f_i^{(1)}(y)$ và $f_j^{(2)}(y)$, của phân bố giao thông dọc tuyến. Sự phân bố này được xác định tương trưng bằng phân phối chuẩn nhưng về nguyên tắc có thể sử dụng bất kỳ dạng nào. Quy ước ký hiệu cho phân phối lưu lượng được tính từ tim luồng và mang dấu dương về phía bên phải theo hướng chạy tàu.

Tần suất đâm va tại đoạn luồng giao cắt phụ thuộc vào góc giao giữa hai luồng. Hình 2 thể hiện hai tuyến đường thủy giao nhau và phân bố giao thông trên hai tuyến đó. Số lượng hình học các đối tượng tàu đâm va tại khu vực giao cắt được thể hiện bằng công thức sau:

$$N_G^{doidau} = \sum_{i,j} \frac{Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} D_{ij} V_{ij} \frac{1}{\sin \theta} \quad \text{với } 10^\circ < |\theta| < 170^\circ \quad (2)$$

Trong đó, $V_{i,j} = \sqrt{(V_i^{(1)})^2 + (V_j^{(2)})^2 - 2V_i^{(1)}V_j^{(2)} \cos \theta}$ là vận tốc tương đối giữa các phương tiện; $D_{i,j}$ là đường kính hình học va chạm được tính bằng $D_{ij} = D_i^{(1)} + D_j^{(2)}$, với

$$\begin{aligned} D_i^{(1)} &= \frac{L_j^{(2)} V_i^{(1)}}{V_{ij}} \sin \theta + \frac{1}{2} B_j^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_i^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} + \frac{1}{2} B_i^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_j^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} \\ D_j^{(2)} &= \frac{L_i^{(1)} V_j^{(2)}}{V_{ij}} \sin \theta + \frac{1}{2} B_j^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_i^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} + \frac{1}{2} B_i^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_j^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} \\ D_{ij} &= \frac{L_i^{(1)} V_j^{(2)} + L_j^{(2)} V_i^{(1)}}{V_{ij}} \sin \theta + B_j^{(2)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_i^{(1)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} + B_i^{(1)} \left\{ 1 - \left(\sin \theta \frac{V_j^{(2)}}{V_{ij}} \right)^2 \right\}^{1/2} \end{aligned} \quad (3)$$

Xác suất tàu i trên tuyến đường thủy 1 đâm tàu j trên tuyến đường thủy 2 được tính như sau:

$$P[\text{tau } i \rightarrow \text{tau } j | \text{va chạm}] = \frac{D_i^{(1)}}{D_{ij}} \quad (4)$$

Tương tự, xác suất tàu j trên tuyến đường thủy 2 đâm tàu i trên tuyến đường thủy 1 là:

$$P[\text{tau } j \rightarrow \text{tau } i | \text{va chạm}] = \frac{D_j^{(2)}}{D_{ij}} \quad (5)$$

Tần suất đâm va của các tàu theo đơn vị thời gian được xác định bằng:

$$\lambda = P_{Gi,j} N_{Gi,j} \quad (6)$$

Do thực tế là cả hai tàu liên quan đều có khả năng thực hiện các thao tác điều khiển không phù hợp, xác suất gây ra, P_C , của va chạm giữa tàu với tàu nhỏ hơn so với xác suất chạm đáy và xác suất va chạm với các đối tượng cố định. Kết quả nghiên cứu trên vùng biển Nhật Bản được Fujii [4] thực hiện đã xác định được giá trị $P_C = 1,2 \cdot 10^{-4}$ khi các tàu cắt nhau.

Giả định kì vọng xuất hiện đâm va hàng năm là λ , xác suất xảy ra một vụ đâm va trong một khoảng thời gian Δt có thể được xác định bằng:

$$P_C = 1 - e^{-\lambda \cdot \Delta t} \approx \lambda \cdot \Delta t \text{ với } \lambda \rightarrow 0$$

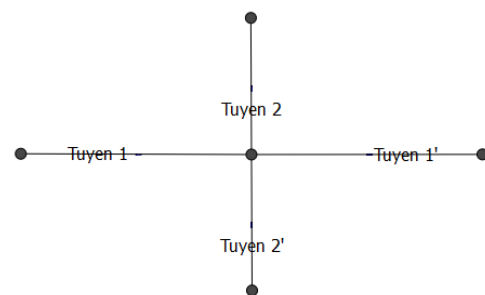
Với giả thiết, tần suất đâm va là không đổi theo thời gian.

3. Trường hợp tính toán và kết quả

Áp dụng tính toán tần suất đâm va trong 1 năm tại khu vực giao cắt có thông số thống kê như Bảng 1, trong đó lưu lượng phương tiện qua lại trên đoạn luồng đó được phân bố theo phân phối chuẩn, đều về hai bên tìm luồng với lưu lượng (Q, số tàu), vận tốc trung bình (V, m/s) và kích thước tàu (chiều dài tàu Lpp, chiều rộng tàu B, mét).

Bảng 1. Số liệu thống kê giả định phục vụ tính toán đâm va tại khu vực giao cắt

Tàu đi từ hướng Bắc	1000
Tàu đi từ hướng Đông	1000
Chiều dài trung bình tàu	209 m
Bề rộng trung bình tàu	31,85 m
Tốc độ trung bình tàu	14,6 hải lý/giờ = 7,51 m/s
Phân phối giao thông	Phân phối chuẩn
Góc giao cắt	88,8 độ
Xác suất gây hậu quả	1,0



Hình 2. Sơ đồ luồng giao cắt

Áp dụng lý thuyết đã nêu trên ta có:

$$V_{i,j} = \sqrt{(7,51 \text{ m/s})^2 + (7,51 \text{ m/s})^2 - 2 \times 7,51 \times 7,51 \cos 88,8^\circ} = 10,51 \text{ m/s};$$

$$\bar{B}_{i,j} = 31,85 \text{ m};$$

$$D_{ij} = \frac{200 \times 7,51 + 200 \times 7,51}{10,51} \sin 88,8^\circ + 31,85 \left\{ 1 - \left(\sin 88,8^\circ \frac{7,51}{10,51} \right)^2 \right\}^{1/2} +$$

$$+ 31,85 \left\{ 1 - \left(\sin 88,8^\circ \frac{7,51}{10,51} \right)^2 \right\}^{1/2}$$

$$= 343,284$$

$$\begin{aligned}
 N_G^{doidau} &= \sum_{i,j} \frac{Q_i^{(1)} Q_j^{(2)}}{V_i^{(1)} V_j^{(2)}} D_{ij} V_{ij} \frac{1}{\sin \theta} \\
 &= \sum \frac{10000 \times 10000}{7,51 \times 7,51 \times 360 \times 24 \times 3600} \times 343,28 \times 10,51 \times \frac{1}{\sin 88,8^\circ} \\
 &= 2,057
 \end{aligned}$$

Item	Crossing
	Crude oil tanker Oil products tanker
Crude oil tanker	2.05742
Oil products tanker	

Hình 3. Kết quả tính toán bằng IWRAP MKII

Để có cái nhìn toàn cảnh hơn, tác giả đã sử dụng công cụ tính toán IWRAP MKII được phát triển bởi Gatehouse Logistics A/S đã được Hiệp hội các nhà quản lý đèn biển quốc tế (IALA) đề xuất [6] để tính toán và so sánh với phương pháp lý thuyết đề xuất. Có thể thấy rằng, kết quả thu được khi áp dụng lý thuyết tương đồng với kết quả tính toán sử dụng công cụ IWRAP MKII (thể hiện trong Hình 3). Từ đó có thể khẳng định, lý thuyết tính toán nêu trên chính là cơ sở để nhà quản lý có thể đánh giá định lượng chính xác được mức độ nguy hiểm tại khu vực giao cắt và từ đó đưa ra các biện pháp đảm bảo an toàn giao thông phù hợp.

4. Kết luận

Nghiên cứu đã đưa ra phương pháp định lượng xác định xác suất xảy ra đâm va tại khu vực giao cắt luồng dựa trên số liệu thống kê kết hợp với các thông số hình học của luồng và phương tiện thủy. Đây là cơ sở để tính toán, xác định khả năng xảy ra đâm va tại các khu vực giao cắt và trên cơ sở đó có thể đề xuất các biện pháp bảo đảm an toàn giao thông và tăng cường an toàn hàng hải.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Phú, T.Đ., *Đề xuất một số biện pháp bảo vệ trụ cầu tránh va chạm với phương tiện thủy*. Tạp chí KHCN Hàng hải. Vol. 51: p. 75-80, 2017.
- [2] Vinamarine, *Báo cáo thống kê tai nạn hàng hải năm 2011*, in Số 3040/CHHVN-AT&ANHH. 2012.
- [3] Phú, T.Đ., *Phân tích đánh giá xác suất xảy ra đâm va dọc tuyến luồng*. Tạp chí Giao thông vận tải. tháng 4 năm 2019. (đã chấp nhận đăng).
- [4] Fujii, Y.Y., H and Mizuki, N., *Some Factors Affecting the Frequency of Accidents in Marine Traffic. II: The probability of Stranding, III: The Effect of Darkness on the Probability of Stranding*. Journal of Navigation. Vol. 27, 1974.
- [5] MacDuff, T., *The Probability of Vessel Collisions*. Ocean Industry: pp. 144-148, 1974.
- [6] Friis-Hansen, P., *IWRAP MK II Working Document - Basic Modelling Principles For Prediction Of Collision And Grounding Frequencies*, T.U.o. Denmark, Editor. 2007.

Ngày nhận bài: 13/02/2019

Ngày nhận bản sửa: 21/02/2019

Ngày duyệt đăng: 27/02/2019