

PHƯƠNG PHÁP TÍNH TOÁN VỊ TRÍ TÀU THEO MA TRẬN VÒNG ĐẲNG CAO THIÊN THỂ TRONG HÀNG HẢI THIÊN VĂN
POSITION COMPUTING METHOD WITH CIRCLES OF ALTITUDE EQUAL MATRIX IN CELESTIAL NAVIGATION

KS. NGUYỄN VĂN SƯƠNG
ThS. ĐÀO QUANG DÂN
Khoa Điều khiển tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo đưa ra phương pháp mới để tính toán vị trí tàu trên cơ sở thiết lập và giải các ma trận vòng đẳng cao thiên thể. Với phương pháp này, vị trí tàu sẽ có độ chính xác cao hơn nhiều so với phương pháp đường cao vị trí của Saint – Hilaire.

Abstract

This paper introduces the new method computing vessel position with establishing and solving circles of altitude equal matrix. The astronomical vessel position in this method have higher accuracy than intercept method of Saint – Hilaire.

1. Đặt vấn đề

Trong Hàng hải thiên văn, vị trí tàu là giao điểm của ít nhất 2 vòng đẳng cao (hình 1). Tuy nhiên, do không vẽ được chính xác vòng đẳng cao trên hải đồ, hơn nữa việc giải các phương trình vòng đẳng cao ở dạng lượng giác cầu khá phức tạp nên thực tiễn hàng hải sử dụng một đường tiếp tuyến với vòng đẳng cao ở gần vị trí dự đoán để thay thế, đường này được gọi là đường cao vị trí. Giao điểm của các đường cao vị trí sẽ cho vị trí tàu. Phương pháp này do nhà hàng hải Saint – Hilaire đề xuất, đã được các nhà khoa học tiếp tục phát triển và được sử dụng đến ngày nay (hình 2).

Thực tế, sự thay thế trên đã mắc sai số phương pháp trong việc xác định vị trí tàu, ngoài ra nó còn mắc các sai số khi thiết lập đường cao vị trí. Để loại trừ các sai số, đồng thời nâng cao độ chính xác vị trí tàu xác định bằng thiên thể, trong bài báo này nhóm tác giả đưa ra phương pháp tính toán vị trí tàu trên cơ sở thiết lập và giải trực tiếp các phương trình vòng đẳng cao thiên thể ở dạng giải tích.

Phương trình vòng đẳng cao có dạng :

$$\sinh_s = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos t_L \quad (1)$$

Trong đó:

- h_s - độ cao thật của thiên thể sau khi đã hiệu chỉnh;
- φ - vĩ độ người quan sát; δ - xích vĩ của thiên thể;
- t_L - góc giờ địa phương của thiên thể

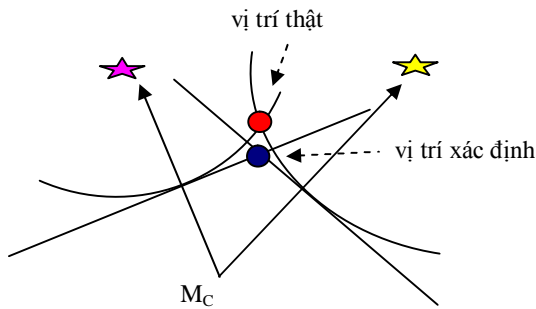
Nếu quan sát độ cao của 2 thiên thể C_1 và C_2 có độ cao lần lượt h_{S1} , h_{S2} sẽ nhận được hệ 2 phương trình với 2 ẩn số là φ , t_L . Việc giải hệ rất phức tạp, sai số trong các phép toán gây sai số lớn đến vị trí tàu, thực tiễn sử dụng phương pháp đường cao vị trí như sau: độ cao thiên thể được biểu diễn theo hàm số $h_s = h(\varphi_0; \lambda_0)$, khai triển hàm số này theo chuỗi Taylor tại vị trí $M_c(\varphi_c; \lambda_c)$

$$h(\varphi_0; \lambda_0) = h(\varphi_c; \lambda_c) + \left(\frac{dh}{d\varphi}\right)_c \cdot \Delta\varphi + \left(\frac{dh}{d\lambda}\right)_c \cdot \Delta\lambda + f(\Delta\varphi, \Delta\lambda)$$

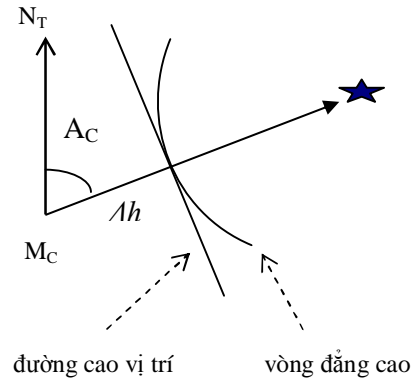
Bỏ qua thành phần vô cùng bé bậc cao $f(\Delta\varphi, \Delta\lambda)$ và đặt $\Delta h = h(\varphi_0, \lambda_0) - h(\varphi_c, \lambda_c)$, đồng thời tính các đạo hàm riêng của độ cao h theo giá trị φ , λ tại M_c nhận được đường cao vị trí [1].

$$\Delta h = \cos A_c \cdot \Delta\varphi + \sin A_c \cdot \sin \varphi \cdot \Delta\lambda$$

Đây chính là đường tiếp tuyến với vòng đẳng cao thiên thể gần M_C , thành phần bậc cao $f(\Delta\varphi, \Delta\lambda)$ là sai số của phương pháp đường cao vị trí Saint – Hilaire. Ngoài ra khi đồ giải đường cao vị trí trên hải đồ còn mang những sai số khi vẽ $A_C, \Delta h$. Những nguyên nhân trên gây ra sai số không nhỏ đối với vị trí tàu xác định.



Hình 1. Vị trí thật và vị trí xác định bằng phương pháp đường cao vị trí.



Hình 2. Đường cao vị trí trên hải đồ.

2. Thiết lập phương trình vòng đẳng cao thiên thể bằng ma trận vector và phương pháp tính toán vị trí tàu theo ma trận vòng đẳng cao:

Trong hàng hải thiên văn, vòng đẳng cao thiên thể được biểu diễn dưới dạng phương trình (1). Nhóm tác giả xây dựng vòng đẳng cao bằng ma trận vector:

Xét hệ tọa độ vuông góc (OXYZ), thiên cầu có bán kính R bất kỳ (chọn R=1), thiên thể C (hình 3) có tọa độ như sau:

$$C : \begin{cases} x = \cos\delta \cdot \cos t_G \\ y = \cos\delta \cdot \sin t_G \\ z = \sin\delta \end{cases}$$

$$\vec{OC} = x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}$$

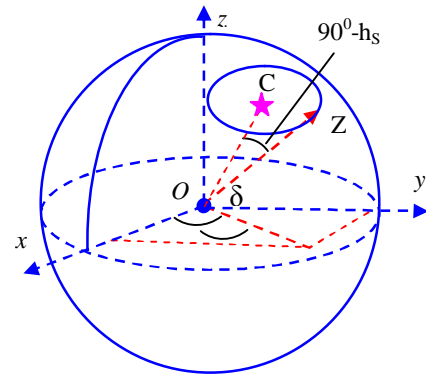
Trong đó:

$$\begin{cases} \vec{i} \cdot \vec{j} = \vec{j} \cdot \vec{k} = \vec{k} \cdot \vec{i} = 0 \\ |\vec{i}| = |\vec{j}| = |\vec{k}| = 1 \end{cases}$$

Thiên đỉnh Z (X; Y; Z) có tọa độ:

$$Z : \begin{cases} X = \cos\varphi \cdot \cos\lambda \\ Y = \cos\varphi \cdot \sin\lambda \\ Z = \sin\varphi \end{cases}$$

Suy ra: $\vec{OC} : \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}; \vec{OZ} : \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix}$



Hình 3. Thiên cầu trên hệ tọa độ vuông góc.

Phương trình vòng đẳng cao:

$$\begin{aligned} \vec{OC} \cdot \vec{OZ} &= R \cdot R \cdot \cos(90^\circ - h_s) = \sin h_s \\ (x \cdot \vec{i} + y \cdot \vec{j} + z \cdot \vec{k}) \cdot (X \cdot \vec{i} + Y \cdot \vec{j} + Z \cdot \vec{k}) &= \sin h_s \\ x \cdot X + y \cdot Y + z \cdot Z &= \sin h_s \end{aligned}$$

Nếu thay tọa độ cầu của thiên thể và thiên đỉnh người quan sát vào phương trình giải tích sẽ thu được phương trình vòng cao dạng (1):

$$\cos\delta.\cos t_G.\cos\varphi.\cos\lambda + \cos\delta.\sin t_G.\cos\varphi.\sin\lambda + \sin\delta.\sin\varphi = \sinh s_i$$

$$\cos\delta.\cos\varphi.(\cos t_G.\cos\lambda + \sin t_G.\sin\lambda) + \sin\delta.\sin\varphi = \sinh s_i$$

$$\cos\delta.\cos\varphi.\cos t_L + \sin\delta.\sin\varphi = \sinh s_i$$

Mặt khác, giả sử thiên thể C_i bất kỳ có tọa độ $(x_i; y_i; z_i)$ trên thiên cầu, vị trí người quan sát $Z(X; Y; Z)$ là giao điểm của các vòng đẳng cao

$$x_i.X + y_i.Y + z_i.Z = \sinh s_i$$

Trường hợp quan sát độ cao 2 thiên thể, ma trận vòng đẳng cao thu được:

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ X & Y & Z \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sinh_1 \\ \sinh_2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

Z) Giải ma trận trên tìm được 2 nghiệm kết hợp với vị trí dự đoán cho vị trí chính xác $M_0(X, Y, Z)$

Trường hợp tổng quát, quan sát $n > 2$ thiên thể thu được ma trận sau:

$$\begin{bmatrix} x_1 & y_1 & z_1 \\ x_2 & y_2 & z_2 \\ \dots & \dots & \dots \\ x_n & y_n & z_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sinh_1 \\ \sinh_2 \\ \dots \\ \sinh_n \end{bmatrix}$$

Phương pháp giải trực tiếp :

$$A.X = B$$

$$A^t.A.X = A^t.B$$

$$(A^t.A)^{-1}.A^t.A.X = (A^t.A)^{-1}.A^t.B$$

$$X = (A^t.A)^{-1}.A^t.B$$

Trong đó :

A : ma trận tọa độ vuông góc của thiên thể

X : ma trận tọa độ vuông góc của thiên đỉnh người quan sát

B : ma trận độ cao thiên thể

A^t : ma trận chuyển vị của A

$(A^t.A)^{-1}$: ma trận nghịch đảo của $(A^t.A)$

Theo phương pháp trực tiếp sẽ tính toán được nghiệm của ma trận vòng đẳng cao. Tuy nhiên, trong thực tế độ cao thiên thể luôn chịu tác động của sai số, dẫn đến các vòng đẳng cao sẽ không giao cắt tại một điểm mà sẽ cắt nhau từng đôi một. Để tính toán vị trí tối ưu nhất sử dụng phương pháp giải gián tiếp.

Phương pháp giải gián tiếp :

Khi có sai số tác động đến độ cao thiên thể h_S phương trình vòng đẳng cao có dạng

$$x_i.X + y_i.Y + z_i.Z = \sinh s_i + \varepsilon_i$$

Nghiệm tối ưu của bài toán thỏa mãn điều kiện tổng bình phương sai số nhỏ nhất :

$$S = \sum_{i=1}^n \varepsilon_i^2 = \sum_{i=1}^n (x_i.X + y_i.Y + z_i.Z - \sinh s_i)^2 \quad \min$$

S đạt giá trị nhỏ nhất khi : [2]

$$\Rightarrow \begin{cases} \frac{\partial S}{\partial X} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial Y} = 0 \\ \frac{\partial S}{\partial Z} = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \sum_{i=1}^n x_i \cdot (x_i \cdot X + y_i \cdot Y + z_i \cdot Z - \sinh_{S_i}) = 0 \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot (x_i \cdot X + y_i \cdot Y + z_i \cdot Z - \sinh_{S_i}) = 0 \\ \sum_{i=1}^n z_i \cdot (x_i \cdot X + y_i \cdot Y + z_i \cdot Z - \sinh_{S_i}) = 0 \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i^2 & \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n x_i \cdot z_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n y_i^2 & \sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i \\ \sum_{i=1}^n x_i \cdot z_i & \sum_{i=1}^n z_i \cdot y_i & \sum_{i=1}^n z_i^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sinh_{S_i} \\ \sum_{i=1}^n y_i \cdot \sinh_{S_i} \\ \sum_{i=1}^n z_i \cdot \sinh_{S_i} \end{bmatrix}$$

Giải ma trận và chuyển đổi tọa độ vuông góc (X; Y;Z) sang hệ tọa độ địa dư như sau:

$$\begin{cases} tgu = \frac{Z}{\sqrt{X^2 + Y^2}} \\ tg\lambda = \frac{Y}{X} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \varphi = \arctg \frac{Z}{\sqrt{(X^2 + Y^2) \cdot (1 - e^2)}} \\ \lambda = \arctg \frac{Y}{X} \end{cases}$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \varphi = \arctg \frac{D_z}{\sqrt{(D_x^2 + D_y^2) \cdot (1 - e^2)}} \\ \lambda = \arctg \frac{D_y}{D_x} \end{cases}$$

$$D = \sum x_i^2 \cdot \sum y_i^2 \cdot \sum z_i^2 - \sum x_i^2 \cdot (\sum z_i \cdot y_i)^2 - \sum y_i^2 \cdot (\sum x_i \cdot z_i)^2 - \sum z_i^2 \cdot (\sum x_i \cdot y_i)^2 + 2(\sum x_i \cdot y_i)(\sum x_i \cdot z_i)(\sum z_i \cdot y_i)$$

$$D_X = \sum x_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum y_i^2 \cdot \sum z_i^2 - (\sum y_i \cdot z_i)^2) - \sum y_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum x_i \cdot y_i \cdot \sum z_i^2 - \sum x_i \cdot z_i \cdot \sum y_i \cdot z_i) + \sum z_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum x_i \cdot y_i \cdot \sum z_i \cdot y_i - \sum x_i \cdot z_i \cdot \sum y_i^2)$$

$$D_Y = \sum y_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum x_i^2 \cdot \sum z_i^2 - (\sum x_i \cdot z_i)^2) - \sum z_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum z_i \cdot y_i \cdot \sum x_i^2 - \sum x_i \cdot y_i \cdot \sum x_i \cdot z_i) + \sum x_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum z_i \cdot y_i \cdot \sum z_i \cdot x_i - \sum x_i \cdot y_i \cdot \sum z_i^2)$$

$$D_Z = \sum z_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum y_i^2 \cdot \sum z_i^2 - (\sum y_i \cdot z_i)^2) - \sum x_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum z_i \cdot x_i \cdot \sum y_i^2 - \sum z_i \cdot y_i \cdot \sum x_i \cdot y_i) + \sum y_i \cdot \sinh_i \cdot (\sum x_i \cdot z_i \cdot \sum x_i \cdot y_i - \sum z_i \cdot y_i \cdot \sum x_i^2)$$

$$X = \frac{D_X}{D}, Y = \frac{D_Y}{D}, Z = \frac{D_Z}{D}$$

(e^2 là độ lệch tâm của mô hình ellipsoid trái đất theo hệ trục địa WGS – 84)

3. Kết luận

Ngày nay với tiến bộ của khoa học kỹ thuật, đặc biệt là sự phát triển vượt bậc của công nghệ thông tin đã cho phép giải những bài toán có khối lượng lớn các phép tính siêu phức tạp trong thời gian ngắn. Sau nhiều năm nghiên cứu, nhóm tác giả đã xây dựng nên một phương pháp mới – xác định vị trí tàu bằng phương pháp ma trận vòng đẳng cao trong hàng hải thiên văn. Phương pháp mà nhóm tác giả đã trình bày ở trên không những chắc chắn cho vị trí tàu xác định

chính xác hơn phương pháp đường cao vị trí của Saint – Hilaire mà còn được ứng dụng vào các chương trình cũng như phần mềm tin học giúp người sĩ quan hàng hải thao tác xác định vị trí tàu một cách nhanh chóng và hiệu quả nhất.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] ThS, TTr. Nguyễn Cảnh Sơn. “*Thiên văn hàng hải 1,2,3*”. Đại học Hàng hải, 2004

[2] PGS, TS. Lê Đức Toàn. Trích yếu “*Phương pháp bình phương nhỏ nhất*”

Người phản biện: PGS. TS. Nguyễn Cảnh Sơn

GIẢM HÀM LƯỢNG NO_x TRONG KHÍ THẢI CỦA ĐỘNG CƠ DIESEL BẰNG THÁP PHUN NƯỚC BIỂN CÓ HÀM LƯỢNG KHÍ CHLORINE CAO REDUCE NO_x IN EXHAUST GAS OF DIESEL ENGINE BY USING SEA WATER WITH HIGH CHLORINE CONCENTRATION

TS. TRẦN HỒNG HÀ

Khoa Máy tàu biển, Trường ĐHHH

Tóm tắt

Bài báo đề cập tới phương pháp sử dụng tháp phun nước biển có hàm lượng khí Chlorine cao để xử lý NO_x trong khí xả của động cơ diesel. Nước biển được dẫn vào thiết bị điện phân để tạo ra hàm lượng khí Chlorine cao, sau đó được phun trong tháp nước để xử lý NO_x. Các kết quả thí nghiệm cho thấy hàm lượng NO_x có thể giảm tới 20% tùy theo tải của động cơ diesel.

Abstract

In this study, experiments were performed with sea water spraying in the scrubber to remove NO_x in exhaust gas of diesel engine. The sea water was pumped into a electrolysis cell in where it was electrolyzed and increased chlorine concentration, then it sprayed in the scrubber. The results show that the NO_x removal efficiency of this scrubber up to 20% depending on the engine loads

Key words: *electrolysis cell, Nox, scrubber*

1. Đặt vấn đề

Ngày nay ô nhiễm môi trường ngày càng trở thành một vấn đề nhức nhối với con người. Trong đó một phần không nhỏ nguyên nhân có nguồn gốc từ khí thải động cơ. Động cơ Diesel được công nhận có nhiều ưu thế vượt trội nhưng vẫn tồn tại nhiều nhược điểm ở khía cạnh môi trường, đặc biệt là việc thải NO_x. Người ta đã và đang nghiên cứu nhiều phương pháp khác nhau để giảm NO_x, như phương pháp EGR, xúc tác, ... Nói chung mỗi phương pháp đều có những ưu và nhược điểm nhất định. Một số hóa chất đã được sử dụng như là hấp thụ hoặc các tác nhân oxy hóa để loại bỏ hoặc tiêu hủy NO, NO₂, NO_x, SO₂ trong các tháp phun hoá chất [1]. Những loại hóa chất này có giá thành cao và khá tốn kém. Trong bài báo này tác giả trình bày một phương pháp sử dụng một tháp phun nước có hàm lượng khí Cl₂ cao được phun vào khí xả của động cơ diesel, phương pháp này làm giảm nồng độ NO trong khí thải với hiệu quả cao.

2. Nguyên lý giảm NO_x

Quá trình điện phân là quá trình gây ra một phản ứng hóa học xảy ra bằng cách truyền một dòng điện qua một chất hoặc hỗn hợp các chất, nhất là ở dạng lỏng. Điện phân dẫn đến sự phân hủy của một hợp chất thành các nguyên tố của nó. Trong thí nghiệm này sử dụng một thiết bị điện phân gồm có hai điện cực, điện cực dương (anode) và một điện cực âm (cathode), được nhúng vào trong nước biển. Hai điện cực được nối với một nguồn điện một chiều (DC). Bình chứa nước biển có thể tích 10 lít. Màng ngăn của thiết bị điện phân này được chế tạo bằng vật liệu Teflon, các điện cực được làm bằng sắt hợp kim. Khi một dòng điện truyền qua nước biển, các ion Cl⁻, di chuyển đến cực dương, mất điện tử để trở thành khí Clo. Trong khi đó, các ion natri, Na⁺, được