

Thiết kế hệ thống định vị động cho tàu tự hành sử dụng bộ GPS/INS (Viam-Navi-M)

Trần Ngọc Huy*, Nguyễn Tứ Cường



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

TÓM TẮT

Ngày nay, tàu không người lái (Unmanned Surface Vehicles-USV) duy trì hướng và vị trí cố định rất cần thiết cho nhiều ứng dụng khác nhau như: tuần tra an ninh, truyền nhận thông tin, lấy mẫu nước, quan trắc môi trường ... Với mô hình USV gồm hai thân, bộ điều khiển và hệ thống đẩy, cả hai đều được thiết kế đặc biệt để cho phép tàu thực hiện công việc trên một cách linh hoạt, đa hướng và cơ động. Với tác động nhiều môi trường, như gió, sóng và dòng chảy..., gây ảnh hưởng lớn đối với tàu, dẫn đến sai số hoặc dao động lớn. Do đó, một bộ điều khiển được thiết kế nhằm tạo ra hiệu suất tốt hơn cho USV trong điều kiện nhiễu thay đổi, là rất cần thiết. Để cải thiện khả năng định vị cho tàu, Viam-Navi-M GPS/INS Module: tích hợp hệ thống dẫn đường quán tính (Inertial Navigation System -INS) và hệ thống định vị toàn cầu (Global Positioning System-GPS) được phát triển với hệ thống định vị ổn định, có độ chính xác cao và chi phí thấp. Đồng thời, bài báo sẽ trình bày về quy trình phát triển hệ thống và thiết kế kiến trúc phần mềm. Cuối cùng, với hệ thống đẩy bốn động cơ và bộ điều khiển được xây dựng và thử nghiệm, cho thấy tàu được điều khiển tốt, khả năng duy trì hướng và vị trí cụ thể trong khoảng thời gian dài. Sai số vị trí USV được duy trì dưới 1 mét trong hầu hết thời gian, sai số góc mũi tàu dao động đều đặn trong khoảng từ -5 đến +5 độ.

Từ khoá: Phương tiện thủy tự hành, Định vị động, Bộ điều khiển PID, Tàu hai thân Catamara, Định vị toàn cầu/ Định vị quán tính

GIỚI THIỆU

Ngày nay, tàu không người lái (USV) đã trở thành một công cụ chính để khảo sát các vùng biển, giám sát môi trường, lập bản đồ độ sâu, ứng dụng khoa học và quân sự^{1,2}. Đặc biệt trong lĩnh vực môi trường³, các phương pháp đo truyền thống sử dụng mạng lưới phao nổi cố định, thường tốn kém do đó thông tin thu thập được từ đại dương, hoặc bất kỳ vùng nước nào khác là cố định. Sử dụng USV với tích hợp các thiết bị đo chất lượng nước để nâng cao hơn nữa độ tin cậy trong việc giám sát môi trường, là một phương pháp thay thế hiệu quả hơn, ít tốn kém và giảm công việc của con người. Ngoài ra, USV cũng đang được chú ý của các chuyên gia trên thế giới, bởi vì sự đa dạng của các chức năng, chi phí đầu tư thấp và an toàn, đặc biệt có thể hoạt động mà không cần sự can thiệp của con người. Hầu hết USV hiện với thiết kế với hai hệ thống đẩy⁴, sử dụng bộ đẩy chính và bánh lái để thực hiện chức năng cơ bản như bám quỹ đạo⁵, điều hướng, giữ vị trí cố định⁶...nhưng lại không linh hoạt, cơ động trong các nhiệm vụ phức tạp.

Bài báo này trình bày thiết kế USV có khả năng chuyển động đa hướng⁷. Nó được thiết kế với mục đích ban đầu là một nền tảng để giữ vị trí trong các ứng dụng giám sát môi trường và lấy mẫu nước. Nó

được trang bị bốn hệ thống đẩy, cho phép chuyển động đa hướng trên mặt bể mặt nước. Cấu hình này không chỉ cải thiện hiệu suất cơ động mà còn trong ứng dụng giữ vị trí cho phép duy trì vị trí cố định trong khi vẫn giữ hướng mong muốn^{8,9}. Chuyển động đa hướng làm cho USV rất linh hoạt và cho phép nó hội tụ nhanh đến vị trí hoặc đường dẫn mong muốn, đặc biệt là trong các ứng dụng lấy mẫu và lập bản đồ của vùng nước nông, hẹp. Trong hệ thống tàu thì hệ thống định vị cung cấp hướng, vận tốc và vị trí, là một trong những hệ thống quan trọng nhất. Do đó, Viam-Navi-M GPS/INS Module được thiết kế sử dụng phương pháp tích hợp lỏng GPS/INS (loosely-coupled method) và áp dụng cho USV. Tiếp theo, mô hình hóa và mô phỏng¹⁰⁻¹³ được trình bày để phát triển một hệ thống điều khiển thích hợp¹¹⁻¹⁴ trong điều kiện mô phỏng. Ở giữ vị trí, tàu cố giữ vị trí, hướng dưới tác dụng của nhiễu môi trường. Cuối cùng, các mô phỏng và thực nghiệm giữ vị trí cố định của USV đã được thực hiện trong môi trường thực tế để kiểm tra tính ổn định của nó.

THIẾT KẾ USV

Mô hình tàu được thiết kế với dạng 2 thân (catamaran) với ưu điểm về tính ổn định cao, sức cản và độ nghiêng lắc thấp khi có sóng hay tác động ngoại lực,

Trường Đại học Bách Khoa,
ĐHQG-HCM

Liên hệ

Trần Ngọc Huy, Trường Đại học Bách Khoa,
ĐHQG-HCM

Email: tnhuy@hcmut.edu.vn

Lịch sử

- Ngày nhận: 13-8-2019
- Ngày chấp nhận: 09-3-2021
- Ngày đăng: 31-3-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v3iSI2.546



Bản quyền

© ĐHQG Tp.HCM. Đây là bài báo công bố mở được phát hành theo các điều khoản của the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Trích dẫn bài báo này: Huy T N, Cường N T. Thiết kế hệ thống định vị động cho tàu tự hành sử dụng bộ GPS/INS (Viam-Navi-M). *Sci. Tech. Dev. J. - Eng. Tech.*; 3(S12):SI93-SI101.

đồng thời không gian rộng trong thân tàu cho phép để nhiều thiết bị hay cảm biến. Mô hình tàu với bố trí 4 hệ thống đẩy gồm 2 hệ thống đẩy theo phương ngang và 2 hệ thống đẩy theo phương dọc giúp nó dễ di chuyển đa hướng trên mặt phẳng ngang (Hình 1). Mỗi hệ thống đẩy với lực đẩy tối đa 22N đáp ứng cho khả năng di chuyển và chống lại các động nhiễu tương đối từ môi trường. Hộp điện chứa hầu hết các thiết bị điện, cảm biến và anten được nối từ tủ điện ra ngoài nhằm tăng hiệu quả trong thu phát sóng RF, nhận tín hiệu từ vệ tinh. USV có cảm biến chính là Viam-Navi GPS/INS Module xác định vị trí tàu một cách chính xác và hướng tàu trong quá trình di chuyển (Hình 3). Mạch điều khiển sử dụng chip ARM Cortex-M4 có chức năng đọc cảm biến và điều khiển động cơ thông qua thuật toán điều khiển. USV có thể truy cập không dây hoặc RF để truyền / nhận lệnh từ trạm mặt đất và gửi chúng đến mạch điều khiển chính để đưa ra quyết định cho các nhiệm vụ nhất định (Hình 2). Hai khối Pin lithium 13 Ah, 28.5V chứa trong thân USV, cung cấp năng lượng cho hoạt động trong thời gian dài. Ngoài ra, các bộ chuyển đổi DC / DC được sử dụng để giảm điện áp xuống 24V, 12V, 5V để cung cấp cho các cảm biến, hệ thống đẩy, truyền thông và các hệ thống điều khiển.

Viam-Navi-M Module được xây dựng trên IMU (Inertial Measurement Unit) gồm có các cảm biến vận tốc góc, gia tốc, từ trường ba trục và một module GPS. Tần số cập nhật của hệ bằng với tần số cập nhật INS (Inertial Navigation System) là 100 Hz và tần số cập nhật của GPS là 10 Hz. Hệ thống thu thập dữ liệu và xử lý được thực hiện trên một vi điều khiển ARM Cortex-M4. Phương pháp xây dựng hệ thống định vị GPS/INS theo hai mô hình tích hợp lỏng, sử dụng bộ ước lượng góc xoay ba trục -EAE (Euler angles estimation) và các ràng buộc vận tốc để cải thiện độ chính xác.

Cấu trúc phần mềm điều khiển trên USV được trình bày trong Hình 4. Nhiệm vụ của USV được điều khiển từ trạm giám sát mặt đất và sau đó USV sẽ lựa chọn và thực hiện hoạt động của nó theo các nhiệm vụ tách biệt như các chế độ điều khiển, thuật toán điều khiển, vv...

Khối điều khiển lấy các thông tin từ khối định vị (Viam-Navi-M Module), dẫn đường và các lệnh điều khiển để thực hiện các chế độ: chế độ bằng tay, điều khiển mũi tàu, giữ vị trí... Các tín hiệu lực đẩy theo 2 trục x, y hệ NED (Bắc-Đông-Hướng Xuống) và moment xoay quanh trục z từ khối này sẽ được phân bố lại cho 4 động cơ đẩy. Ngoài ra, các trạng thái của USV, thiết bị và thông tin cảm biến sẽ được ghi lại và đồng thời gửi đến trạm giám sát mặt đất.

Trạm mặt đất cho phép người dùng giám sát và điều khiển cho USV thông qua truyền thông không dây RF. Sau khi bắt đầu chương trình, người dùng sẽ chọn chế độ: bằng tay qua Joystick, điều khiển từng động cơ, giữ hướng, điều khiển bám đường hoặc giữ vị trí. Với vòng lặp 100ms (10 Hz), hệ thống giám sát mặt đất có thể cập nhật chính xác và hiển thị trạng thái của USV như vị trí, góc, tín hiệu điều khiển thông qua bản đồ và biểu đồ đường thời gian.

XÂY DỰNG PHƯƠNG TRÌNH ĐỘNG LỰC HỌC CỦA USV

Chuyển động của tàu là mặt phẳng với chuyển động tuyến tính theo phương x, y và xoay quanh trục z nên ta xây dựng mô hình tàu 3 bậc (3-DOF). Phương trình động lực học cho tàu 3 DOF được đề cập trong Fossen^{5,13}.

$$\begin{cases} \dot{\eta} = J(\psi)v \\ M\dot{v} + C(v)v + D(v)v = \tau + \tau_{disturbances} \end{cases} \quad (1)$$

Trong đó M là ma trận khối lượng:

$$M = \begin{bmatrix} m_{11} & 0 & 0 \\ 0 & m_{22} & m_{23} \\ 0 & m_{32} & m_{33} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m - X_u & 0 & 0 \\ 0 & m - Y_v & mx_G - Y_1 \\ 0 & mx_G - N_v & I_z - N_1 \end{bmatrix}$$

với $[x_g, y_g, z_g]^T$ là tọa độ của điểm trọng tâm của tàu trong hệ tọa độ BODY. I_z là hệ số trong ma trận quán tính biểu thị cho momen quán tính quay quanh trục của tàu. X_u, Y_v, Y_1, N_v, N_1 là hệ số trong ma trận M. Các hệ số này phụ thuộc vào biên dạng của tàu.

$C(v)$ là ma trận Coriolis:

$$C(v) = \begin{bmatrix} 0 & 0 & c_{13} \\ 0 & 0 & c_{23} \\ c_{31} & c_{32} & 0 \end{bmatrix};$$

$$c_{31} = (m - Y_v)v + \left(mx_G - \frac{N_v + Y_1}{2} \right) r;$$

$$c_{32} = -(m - X_u)u;$$

$$c_{13} = -(m - Y_v)v + \left(mx_G - \frac{N_v + Y_1}{2} \right) r;$$

$$c_{23} = (m - X_u)u.$$

$D(v)$ là ma trận trượt:

$$D(v) = \begin{bmatrix} d_{11} & 0 & 0 \\ 0 & d_{22} & d_{23} \\ 0 & d_{32} & d_{33} \end{bmatrix};$$

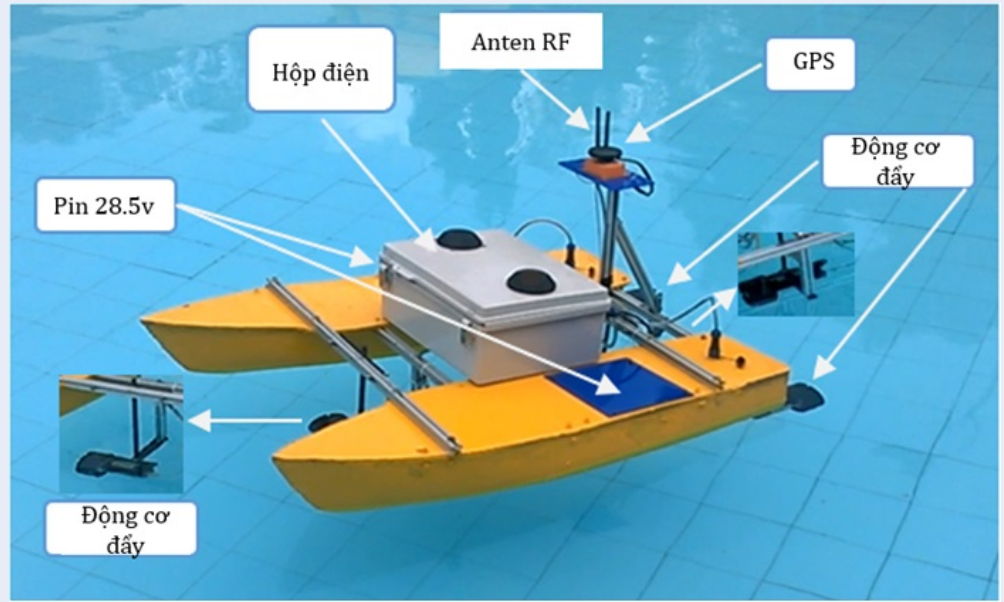
$$d_{11} = -X_u - X_{|u|u}|u|;$$

$$d_{22} = -Y_v - Y_{|v|v}|v| - Y_{|r|v}|r|;$$

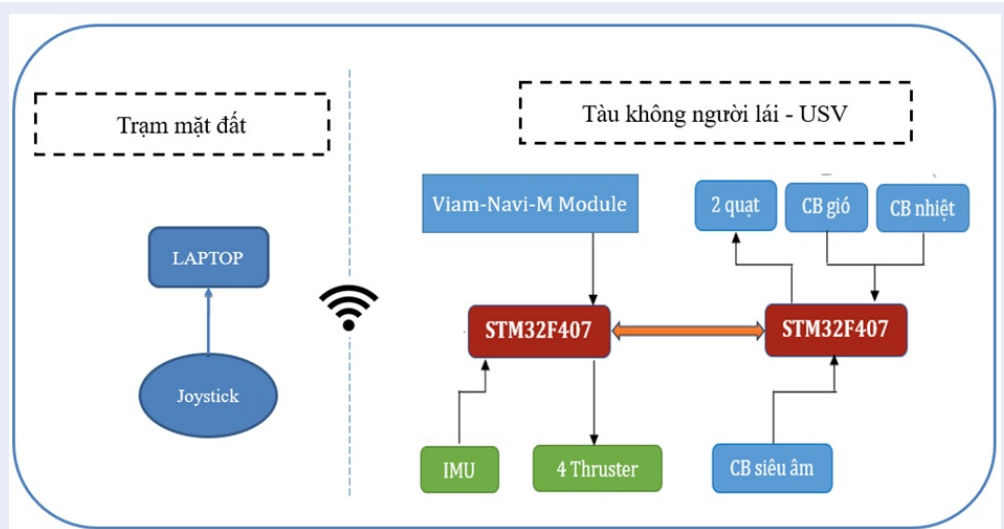
$$d_{32} = -N_v - N_{|v|v}|v| - N_{|r|v}|r|;$$

$$d_{23} = -Y_r - Y_{|v|r}|v| - Y_{|r|r}|r|;$$

$$d_{33} = -N_r - N_{|v|r}|v| - N_{|r|r}|r|;$$



Hình 1: Mô hình VIAM-USV1000 trên mặt nước



Hình 2: Sơ đồ kết nối hệ thống điện

$\tau = [T_x \quad T_y \quad M_z]^T$ là vector lực đẩy theo phương x_b, y_b và moment của động cơ quanh trục z_b trong hệ tọa độ gắn liền với tàu (hệ BODY)¹⁰, $\tau_{disturbances}$ là vector lực tác động của môi trường gồm gió, sóng và dòng chảy lên tàu, $\eta = [\dot{x} \quad \dot{y} \quad \dot{\psi}]^T$ là vector vận tốc tuyến tính theo trục x-North, y-East và vận tốc góc quanh trục z trong hệ NED. $v = [u \quad v \quad r]^T$ là vector vận tốc theo trục x, y và vận tốc góc quanh trục x trong hệ BODY (Hình 6). Với $J(\psi)$ là ma trận xoay chuyển

từ hệ BODY sang hệ NED:

$$J(\psi) = \begin{bmatrix} \cos(\psi) & -\sin(\psi) & 0 \\ \sin(\psi) & \cos(\psi) & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \quad (2)$$

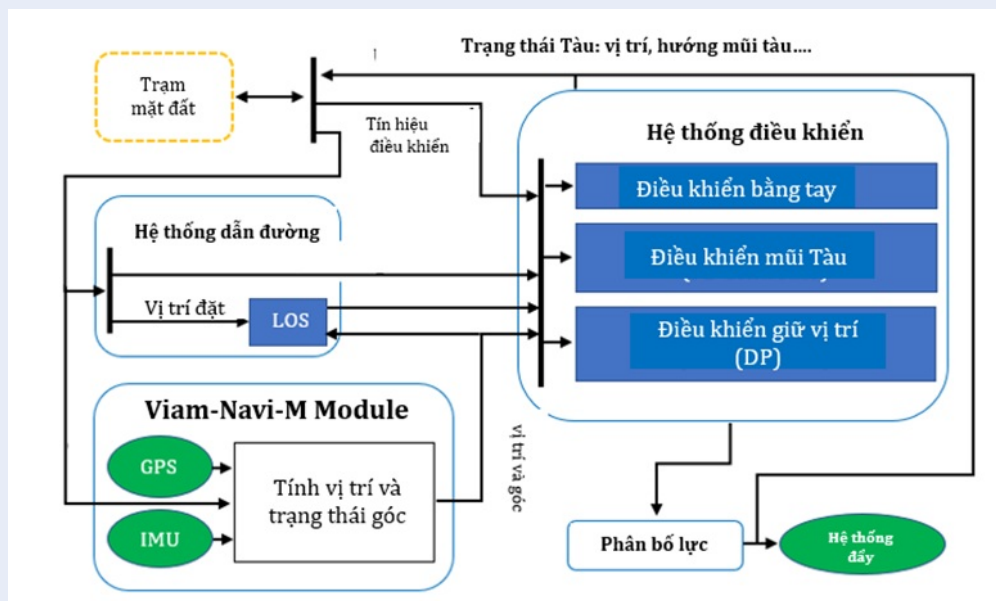
PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU BỘ ĐIỀU KHIỂN

Đối với việc giữ vị trí, trạng thái mong muốn $\eta_d = [x_d, y_d, \psi_d]$ chứa vị trí và hướng mũi tàu mong muốn



AHRS dynamic range	Roll	$\pm 180^{\circ}$
	Pitch	$\pm 90^{\circ}$
	Yaw	$\pm 180^{\circ}$
AHRS accuracy	Roll	1°
	Pitch	1°
	Yaw	2°
GPS/INS position accuracy	2 m CEP	
GPS/INS velocity accuracy	0.1 m/s	
GPS/INS maximum update rate	100 Hz	
AHRS maximum update rate	400 Hz	
Interfaces	RS232, RS485, CANBUS	

Hình 3: Viam-Navi-M Module và thông số kỹ thuật



Hình 4: Tổng quan hệ thống điều khiển, định vị và dẫn đường của tàu.

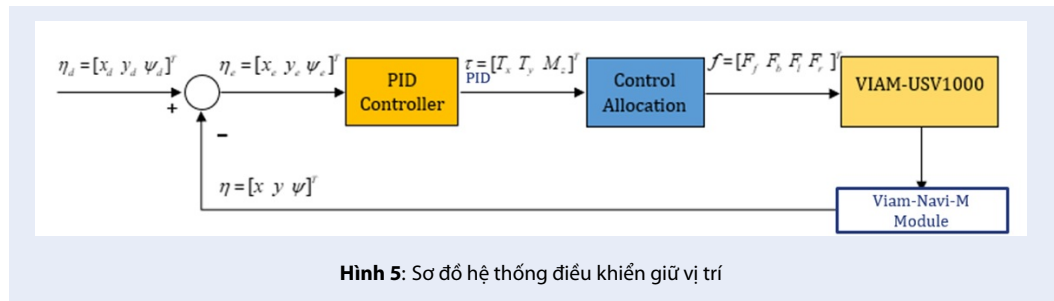
trong tọa độ NED. Bằng cách xác định vectơ sai số là khoảng cách giữa vị trí mong muốn và vị trí hiện tại: $e = \eta_d - \eta$. Hiện nay, bộ điều khiển được sử dụng nhiều nhất chính là bộ điều khiển PID (Proportional Integra Derivative), do cấu trúc trực quan, dễ dàng áp dụng vào thiết bị thực tế, nó được chứng minh là tốt và đáng tin cậy. Luật điều khiển PID cho giữ vị trí của tàu như sau:

$$\tau_{PID} = K_p e + K_i \int_0^t e dt + K_D \frac{de}{dt} \quad (3)$$

Khai triển cho các thành phần lực và moment ta được:

$$\begin{cases} \tau_{PIDx} = K_{Px} x_e + K_{Ix} \int_0^t x_e dt + K_{Dx} \frac{dx_e}{dt} \\ \tau_{PIDy} = K_{Py} y_e + K_{Iy} \int_0^t y_e dt + K_{Dy} \frac{dy_e}{dt} \\ \tau_{PID\psi} = K_{P\psi} \psi_e + K_{I\psi} \int_0^t \psi_e dt + K_{D\psi} \frac{d\psi_e}{dt} \end{cases} \quad (4)$$

Lực này được tính toán trong hệ NED, cần chuyển đổi thành trong hệ BODY bằng việc nhân cho ma trận xoay $J(\psi)$. Vậy lực đẩy và moment trong hệ BODY



Hình 5: Sơ đồ hệ thống điều khiển giữ vị trí

cần thiết cấp cho các động cơ:

$$\tau = J(\psi)^T \tau_{PID} \quad (5)$$

PHÂN BỐ LỰC ĐỘNG CƠ CHO USV

Sự bố trí của các hệ thống đẩy của USV được thể hiện trong Hình 6.

Các lực đẩy tác động lên USV được định nghĩa là một vector $F = [F_1, F_2, F_3, F_4]$. Để biến đổi vector lực mong muốn thành tín hiệu điều khiển cho mỗi bộ đẩy, chúng ta cần một ma trận biến đổi β . Lực đẩy và mô-men xoắn τ có mối liên hệ đến vector lực mong muốn F thông qua phương trình $\tau = \beta F$.

$$\tau = \beta F = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ L_{y1} & -L_{y2} & -L_{x1} & L_{x2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} F_1 \\ F_2 \\ F_3 \\ F_4 \end{bmatrix} \quad (6)$$

Như Hình 5, khoảng cách đo được là $L_{x1} = 20$ cm, $L_{x2} = 30$ cm, and $L_{y1} = L_{y2} = 30$ cm.

Vấn đề phân bố lực nằm trong việc tìm ra ma trận nghịch đảo của β . Vì vậy, phương pháp Lagrange là một phương pháp đơn giản, có khả năng được thực hiện trên hệ thống nhúng. Phương pháp này sẽ được trình bày tóm tắt dưới đây. Định nghĩa phương trình Lagrange¹⁵:

$$L = (F, \lambda) = F^T W F + \lambda^T (\tau - \beta F) \quad (7)$$

Trong đó λ là vectơ của số nhân Lagrange, W là ma trận xác định dương, trọng số của các lực điều khiển. Kết quả tính toán ta được $F = \beta^+ \tau$ và nghịch đảo của ma trận biến đổi là:

$$\beta^+ = W^{-1} \beta^T (\beta W^{-1} \beta^T)^{-1} \quad (8)$$

Do hệ thống đẩy của USV giống nhau nên ma trận trọng số W có thể được coi là ma đơn vị I , $W = I$. Cuối cùng ta có nghịch đảo của ma trận biến đổi là:

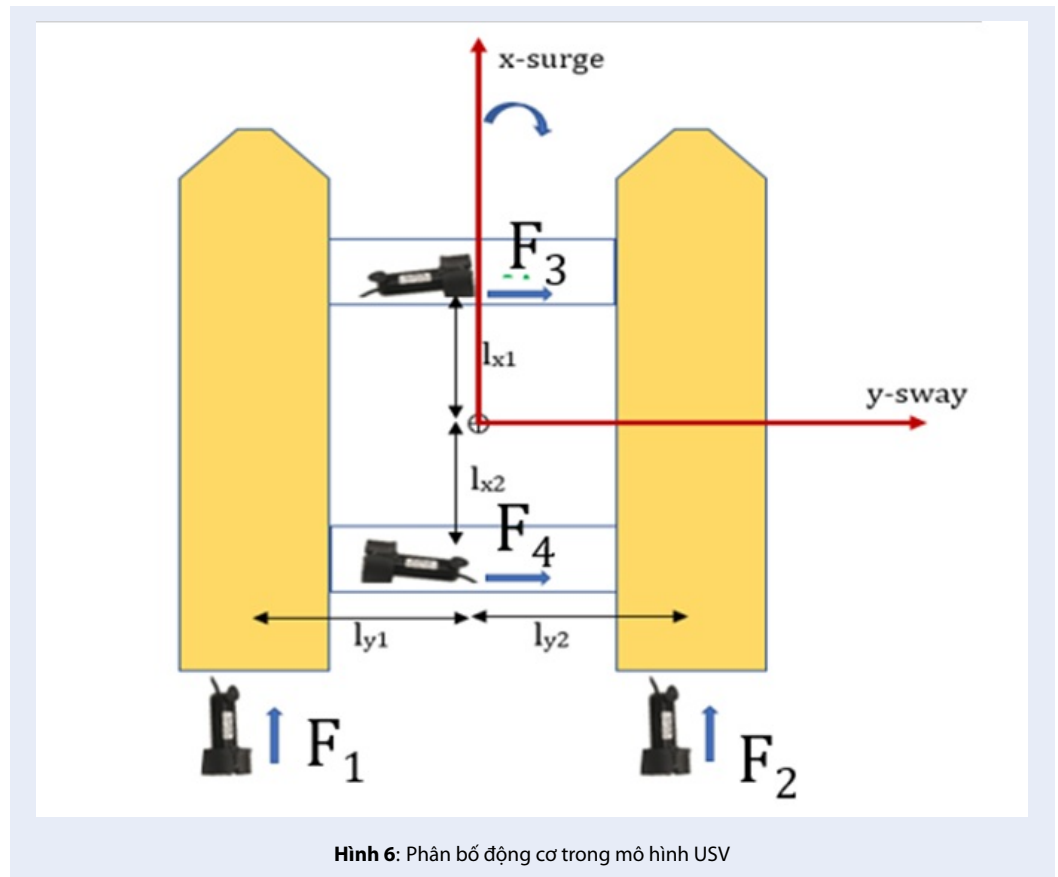
$$\beta^+ = \beta^T (\beta \beta^T)^{-1} \quad (9)$$

KẾT QUẢ MÔ PHỎNG, THỰC NGHIỆM VÀ THẢO LUẬN

Hệ thống thử nghiệm được thực hiện để xác minh thuật toán của Viam-Navi Module. Phần cứng bao gồm Viam-Navi-M GPS/INS Module và hệ thống tham chiếu là hệ thống GNSS / INS của Xsens Technology. Đối với cảm biến thường, nhiễu của cảm biến dao động lớn, vì vậy khi không có bộ ước lượng góc xoay thì kết quả ước lượng không tốt, sai số góc hướng, vị trí, vận tốc đều rất lớn. Khi sử dụng bộ ước lượng góc xoay thì sai số nhỏ, độ chính xác cao hơn. Sai số phương ngang của hệ GPS/INS là 1.69 m, trong khi sai số phương ngang của hệ GPS đơn lẻ là 1.93m (Hình 7). Như vậy bộ GPS/INS có khả năng giảm được trên 10% sai số. Mặt khác tần số cập nhật của hệ GPS chỉ là 10 Hz, tần số cập nhật của hệ GPS/INS đạt được gấp 10 lần (100 Hz). Từ kết quả trên có thể kết luận được bộ ước lượng góc xoay ba trục có khả năng cải thiện độ chính xác của hệ thống và hệ thống tích hợp GPS/INS có khả năng hoạt động tốt hơn hệ thống GPS đơn lẻ. Với kết quả trên Viam-Navi GPS/INS Module sẽ được áp dụng cho USV cho ứng dụng giữ vị trí.

Sau khi hoàn thành bám theo quỹ đạo cho trước, tại điểm cuối, bộ điều khiển giữ vị trí sẽ kích hoạt, sau đó tàu sẽ duy trì trạng thái: vị trí và hướng mũi của nó. Các thử nghiệm đã cho thấy, nếu lệnh giữ vị trí được đưa ra, bộ điều khiển có thể đưa tàu về trạng thái ổn định.

Từ phương trình động lực học tàu ở phần 3, mô phỏng được tiến hành để kiểm tra chất lượng điều khiển, Hình 8(a) cho thấy vị trí tàu được giữ ổn định dưới tác động của gió. Tiếp theo, một số thực nghiệm giữ vị trí cho tàu đã được thực hiện, nhằm kiểm chứng và đánh giá bộ điều khiển đã thiết kế. Thực nghiệm được hiển thị trong Hình 8(b) trong đó USV được điều khiển ở vị cố định trong thời gian dài. Hình 9 cho thấy sai số vị trí USV được duy trì dưới 1 mét trong hầu hết thời gian, sai số góc mũi tàu dao động đều đặn trong khoảng từ -5 đến +5 độ. Như vậy với mô hình và bộ điều khiển điều khiển thiết kế cho thấy được độ tin



Hình 6: Phân bố động cơ trong mô hình USV

cậy và khả năng đáp ứng của nó trong các ứng dụng khác nhau.

KẾT LUẬN

Bài báo đã giới thiệu mô hình và bộ điều khiển được thiết kế cho một USV có khả năng chuyển động đa hướng. Nó được thiết kế trong các ứng dụng giám sát môi trường và lấy mẫu nước một cách linh hoạt và cơ động. Hơn nữa, các thí nghiệm mô phỏng và thực nghiệm đã chứng minh được tính khả thi và độ tin cậy của hệ thống. Tàu được thiết kế dễ dàng lắp ráp, sử dụng và một người có thể dễ dàng vận hành bằng giao diện GUI có sẵn. Với hệ thống giữ vị trí cho USV được thiết kế, cho phép tàu đồng thời duy trì hướng, vị trí và sai số trung bình nằm trong phạm vi chấp nhận được. Bên cạnh đó, Viam-Navi-M Module được giới thiệu với hệ thống định vị chi phí thấp, độ chính xác cao cho phép USV hoạt động chính xác. Cuối cùng, một USV đầy đủ chức năng được phát triển, được thực nghiệm trong hồ và nền tảng này tạo ra một bước tiến quan trọng trong việc phát triển tàu tự hành.

LỜI CẢM ƠN

Nghiên cứu được hỗ trợ bởi phòng thí nghiệm Trọng điểm Quốc gia Điều khiển số và Kỹ thuật Hệ thống (DCSELAB), Đại học Bách Khoa và kinh phí bởi Đại học Quốc gia Thành phố Hồ Chí Minh dưới mã đề tài C2019-20b-02.

TUYÊN BỐ XUNG ĐỘT LỢI ÍCH

Nhóm tác giả xác nhận bài báo này không có xung đột lợi ích

ĐÓNG GÓP CỦA CÁC TÁC GIẢ

Trần Ngọc Huy xây thuật toán điều khiển và viết nội dung điều khiển.

Nguyễn Tú Cường thiết kế hệ thống điện, thực nghiệm và viết nội dung thiết kế, thực nghiệm.

DANH MỤC VIẾT TẮT

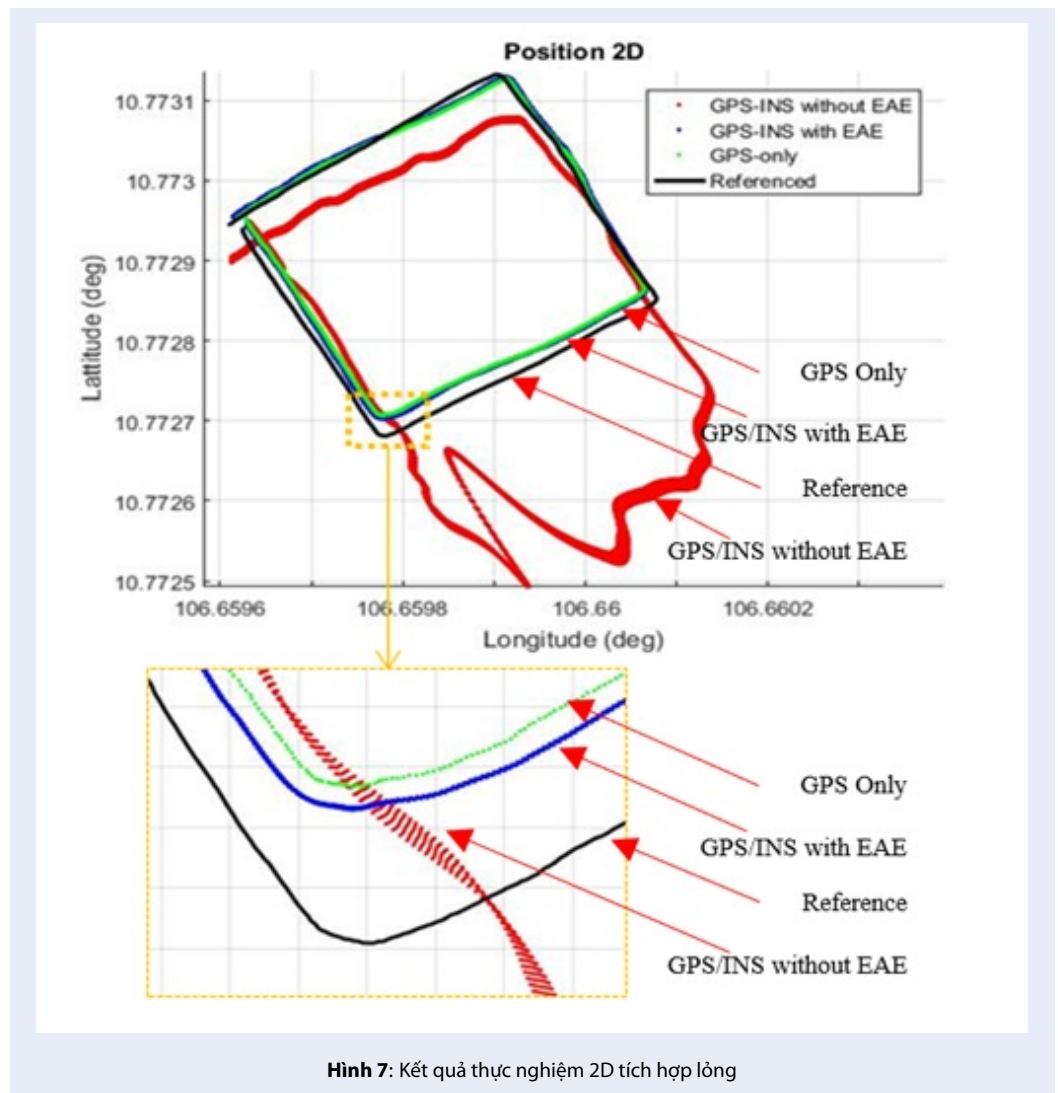
USV: Unmanned Surface Vehicles

INS: Inertial Navigation System

GPS: Global Positioning System

EAE: Euler Angles Estimation

NED: North East Down



Hình 7: Kết quả thực nghiệm 2D tích hợp lỏng

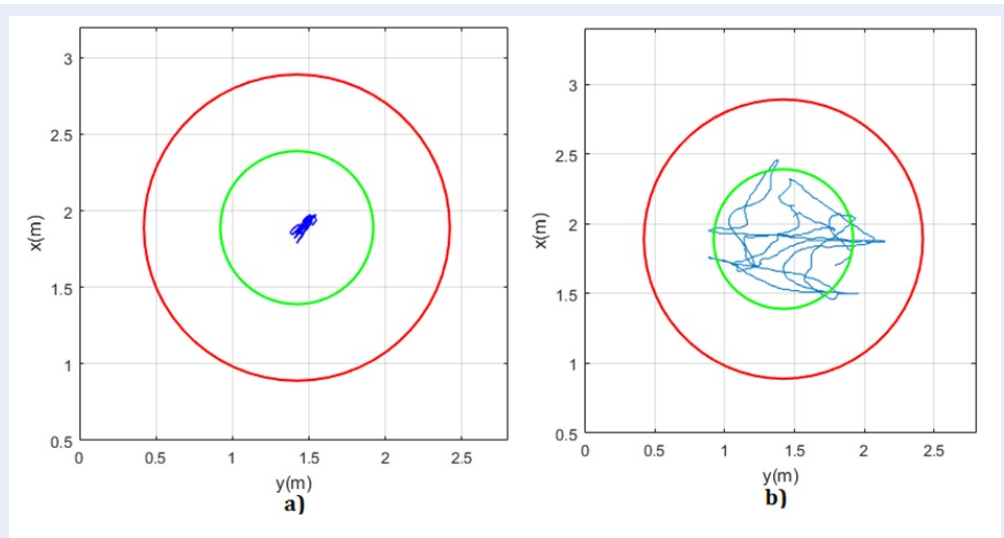
PID: Proportional Integral Derivative

GUI: Graphical User Interface

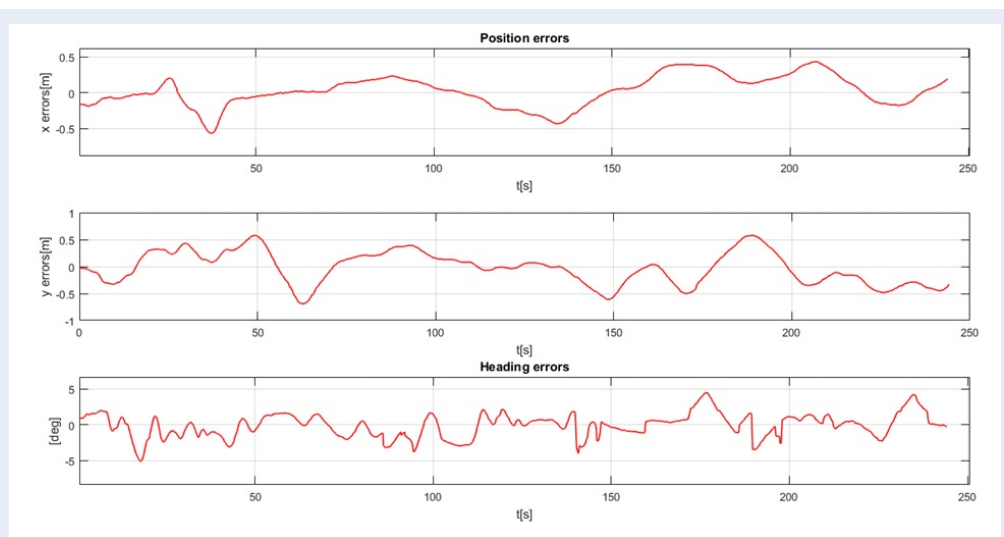
ARM: Advanced RISC Machines

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Manley JE. Unmanned surface vehicles, 15 years of development. OCEANS. 2008;p. 1–4. Available from: <https://doi.org/10.1109/OCEANS.2008.5289429>.
- Sarda El, Qu H, Bertaska IR, von Ellenrieder KD. Station-keeping control of an unmanned surface vehicle exposed to current and wind disturbances;.
- Tran NH, Nguyen TC. The Design of a VIAM-USVI000 Unmanned Surface Vehicle for Environmental Monitoring Applications" International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD). 2018;Available from: <https://doi.org/10.1109/GTSD.2018.8595624>.
- Bertram V. Unmanned Surface Vehicles-A Survey, Skibsteknisk Selskab, Copenhagen, Denmark. 2008;.
- Fossen TI. Guidance and Control of Ocean Vehicles. Chichester: John Wiley and Sons Ltd. 1994;.
- Torset SI. Dynamic Positioning for Small Autonomous Surface Vessels;.
- Nad D, Miskovic N, Mandic F. Navigation, guidance and control of an overactuated marine surface vehicle. Annu. Rev. Control. 2015;Available from: <https://doi.org/10.1016/j.arcontrol.2015.08.005>.
- Dimitra P, Kyriakopoulos KJ. Dynamic positioning for an underactuated marine vehicle using hybrid control. International Journal of Control. 2014;87(2):264–280. Available from: <https://doi.org/10.1080/00207179.2013.828853>.
- Sarda El, Qu H, et al. Station-keeping control of an unmanned surface vehicle exposed to current and wind disturbances. 2017;.
- Tran NH, Pham NNT. Design Adaptive Controller and Guidance System of an Unmanned Surface Vehicle for Environmental Monitoring Applications" International Conference on Green Technology and Sustainable Development (GTSD). 2018;Available from: <https://doi.org/10.1109/GTSD.2018.8595687>.
- Fossen TI. Guidance and Control of Ocean Vehicles, New York: Wiley. 1994;.
- j Yan R, Pang S, b Sun H, j Pang Y. Development and missions of unmanned surface vehicle. Journal of Marine Science and Application. 2010;9:451–457. Available from: <https://doi.org/10.1007/s11804-010-1033-2>.



Hình 8: Kết quả giữ vị trí (vòng tròn xanh R=0.5m, vòng tròn đỏ R=1m) a) Mô phỏng ảnh hưởng bởi gió b) Thực nghiệm trong môi trường thực tế.



Hình 9: Kết quả sai số vị trí và góc mũi tàu của bộ điều khiển trong điều kiện thực tế.

13. Fossen TI. Marine Control Systems, Trondheim, Norway: Tapir Trykkeri. 2002;.
14. Brizzolara S, Curtin T, Bovio M, Vernengo G. Concept design and hydrodynamic optimization of an innovative SWATH USV by CFD methods. Ocean Dynamics. 2012;62:227–237. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10236-011-0471-y>.
15. Fossen TI, et al. A survey of control allocation methods for underwater vehicles. 2009;.

Design of a dynamic positioning for unmanned surface vehicles using GPS/INS (VIAM-NAVI-M)

Ngoc-Huy Tran*, Tu-Cuong Nguyen



Use your smartphone to scan this QR code and download this article

ABSTRACT

Today, Unmanned Surface Vehicles (USV) maintain the direction and fixed position necessary for many different applications such as security patrol, transmit information, water sampling, environmental monitoring... With USV model with two hull, control and propulsion systems, both of which are specifically designed to allow the vehicle to perform this task flexibly, omnidirectional and maneuverable. With environmental effects, such as wind, waves and currents ..., it has a large impact on ships, leading to large errors or fluctuations. Therefore, a controller designed to produce better performance for USV under changing noise conditions is essential. To improve the ability of navigation for vehicles, Viam-Navi-M GPS/INS Module: integration of Inertial Navigation System (INS) and Global Positioning System (GPS) is developed with low-cost, highly accurate and stable navigation system. At the same time, the article will present the process of system development and software architecture design. Finally, with the four engine and controller propulsion system built and tested, it shows that the boat is well controlled, its ability to maintain specific direction and position for long periods of time. The position error is maintained less than 1 meter most of the experimental time and the heading error is between -5 and +5 degrees.

Key words: Unmanned Surface Vehicles, Dynamic Positioning, PID Controller, Catamara, GPS/INS

Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM

Correspondence

Ngoc-Huy Tran, Ho Chi Minh city University of Technology, VNU-HCM

Email: tnhuy@hcmut.edu.vn

History

- Received: 13-8-2019
- Accepted: 09-3-2021
- Published: 31-3-2021

DOI : 10.32508/stdjet.v3iS12.546



Copyright

© VNU-HCM Press. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution 4.0 International license.



Cite this article : Tran N, Nguyen T. **Design of a dynamic positioning for unmanned surface vehicles using GPS/INS (VIAM-NAVI-M)**. *Sci. Tech. Dev. J. – Engineering and Technology*; 3(S12):SI93-SI101.