

Xác định các tham số trong mô hình toán của quadrotor

Identification of the parameters in mathematical model of a quadrotor

TS. Đỗ Quốc Tuấn¹, Th.S Nguyễn Đình Dũng², Th.S Phạm Hữu Ưông³

¹Khoa Kỹ Thuật Hàng Không, Học viện PK-KQ

e-Mail: dotuan249@gmail.com

²Khoa Hàng Không Vũ Trụ, Học viện KTQS

e-Mail: dungtbhk@gmail.com

³Lữ đoàn Tác chiến điện tử 84, Cục TCDT, Bộ TTM

e-Mail: Phamhuuuong@gmail.com

Tóm tắt:

Bài báo giới thiệu phương pháp xác định các tham số trong mô hình toán cho đối tượng điều khiển là thiết bị bay không người lái dạng quadrotor, trong đó đi sâu phân tích thuật toán nhận dạng, đánh giá khả năng áp dụng và chứng minh tính khả thi của thuật toán bằng cách so sánh phản ứng của hệ thống với mô hình toán nhận dạng được và với mô hình toán mẫu thông qua mô phỏng.

Từ khóa: quadrotor, nhận dạng mô hình toán, thuật toán nhận dạng.

Abstract:

The paper presents methods for determining parameters in mathematical model of a quadrotor as a control object. The paper considers deeply identification algorithm, evaluating its applying possibility and proving feasibility of the algorithm by comparing reaction of the system with obtained mathematical model and with a mathematical model template through simulation.

Keywords: quadrotor, identifying mathematical model, identifying algorithm.

Chữ viết tắt

UAV Thiết bị bay không người lái

1. Đặt vấn đề

Hiện nay, việc nghiên cứu chế tạo thiết bị bay không người lái (Unmanned Aerial Vehicle - UAV) đã trở nên phổ biến và phát triển sâu rộng, hàng loạt các loại UAV đã được ứng dụng rộng rãi không chỉ trong lĩnh vực dân sự mà cả quân sự đem lại hiệu quả cao trong khai thác sử dụng. Trong số đó có loại UAV với đặc tính động học có tính ổn định cao, dễ điều khiển, có thể cơ động trong các địa hình phức tạp đó là loại quadrotor. Với đặc tính vượt trội như vậy quadrotor ngày càng được áp dụng rộng rãi cùng với các tính năng mới, hiện đại và thông minh hơn, chúng có thể bay theo hành trình, thực hiện các chuyển động chính xác trong không gian hẹp, có thể tự động bám theo mục tiêu di chuyển dưới mặt đất, đồng thời có thể thực hiện các nhiệm vụ quân sự phức tạp khác. Ở Việt Nam việc nghiên cứu và phát triển quadrotor cũng đã bắt đầu phát triển. Tuy nhiên, các quadrotor do Việt Nam chế tạo mới chỉ dừng ở việc điều khiển bằng tay,

chưa có hệ thống điều khiển tự động hiện đại nên phạm vi ứng dụng của quadrotor hẹp và chưa thể sử dụng vào các nhiệm vụ quan trọng mang tính thực tiễn cao. Do đó, việc nghiên cứu giải quyết bài toán xây dựng hệ thống điều khiển tự động hiện đại cho quadrotor là rất cần thiết hiện nay, ví dụ như hệ thống điều khiển thích nghi, hệ thống điều khiển tối ưu ... và để xây dựng được hệ thống điều khiển tự động hiện đại cho quadrotor trước hết cần phải xác định được mô hình toán của nó, điều này là rất quan trọng trong việc xây dựng hệ thống điều khiển tự động có chất lượng cao cho quadrotor. Xuất phát từ đánh giá trên, nhóm tác giả đề xuất phương pháp áp dụng thuật toán nhận dạng để xác định các tham số động học trong mô hình toán của quadrotor.

Nội dung chính của bài báo là nhận dạng các tham số, cấu trúc được chọn để nhận dạng tham số là dựa trên cơ sở mô phỏng thử nghiệm với các cấu trúc khác nhau, từ đó chọn lựa ra cấu trúc phù hợp nhất với tiêu chí là sự đồng nhất các phản ứng đầu ra của hệ thống với mô hình mẫu và mô hình nhận dạng được khi có sự tác động của nhiều dạng tín hiệu khác nhau. Với mỗi cấu trúc, các biểu thức trong thuật toán sẽ có một số thay đổi về kích thước của các ma trận nhưng không làm mất tính tổng quát của thuật toán. Đối tượng nhận dạng quadrotor là đối tượng phức tạp, hơn nữa giải pháp nhận dạng cũng chỉ có tính tương đối, nghĩa là mô hình toán nhận dạng được không thể chính xác tuyệt đối, do đó nhóm tác giả tập trung theo hướng đạt sự đồng nhất các phản ứng của hệ thống với mô hình mẫu và với mô hình nhận dạng để làm tiêu chuẩn đánh giá sự phù hợp của cấu trúc. Chính vì vậy, cấu trúc phù hợp nhất tìm được có thể sẽ không giống với cấu trúc của mô hình mẫu, hoặc tham số nhận dạng được không trùng với các tham số của mô hình mẫu, nhưng kết quả nhận dạng với tiêu chí trên vẫn có giá trị đối với bài toán thiết kế hệ thống nâng cao. Nội dung chính của bài báo là chứng minh tính khả thi trong việc áp dụng thuật toán nhận dạng cho đối tượng điều khiển là quadrotor. Do vậy quá trình nhận dạng cũng chỉ tiến hành với việc sử dụng mô hình toán mẫu ở một chế độ nhất định trong chuyển động góc để làm cơ sở đánh giá tính trùng khớp phản ứng đầu ra và bài báo vẫn không mất tính tổng quát khi áp dụng cho các chế độ bay khác, điều này có thể kiểm chứng với các mô hình toán mẫu khác nhau.

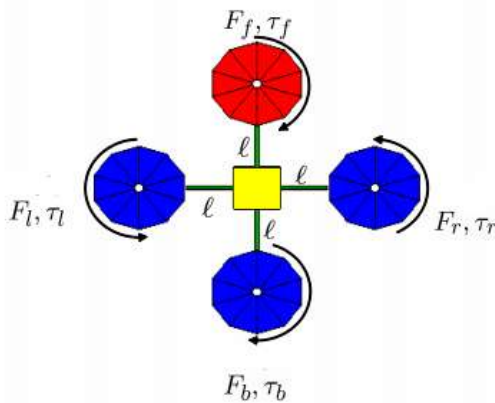
2. Giới thiệu về quadrotor

Quadrotor là một loại thiết bị bay không người lái cất hạ cánh thẳng đứng có cấu tạo đặc biệt dạng bốn cánh quạt được bố trí một cách đối xứng trái - phải và trước - sau. Về kết cấu, quadrotor có kết cấu cơ khí khá đơn giản (H.1), đồng thời trên phương diện về động lực học nó cũng rất khác so với các loại máy bay thông thường.



H.1 Mô hình của một quadrotor

Do quadrotor có kết cấu nhỏ gọn, bề mặt khung vỏ có diện tích nhỏ do đó khi bay các lực của dòng khí tác động lên bề mặt khá nhỏ.



H.2 Các lực và mômen tác động lên quadrotor

Với giả thiết các lực và mô men khí động tác động lên các bộ phận nói trên của quadrotor là nhỏ không đáng kể, như vậy chỉ còn là các lực và mô men được tạo ra bởi các cánh quạt của quadrotor và trọng lượng của nó, [2], [8]. Trên hình 2 thể hiện các lực và mô men sau tác động lên quadrotor, trong đó:

F_f, F_b, F_l, F_r lần lượt là các lực tạo ra bởi các cánh quạt trước (front), sau (back), trái (left) và phải (right); $\tau_f, \tau_b, \tau_l, \tau_r$ lần lượt là các mô men tạo ra bởi các cánh quạt trước (front), sau (back), trái (left) và phải (right).

Nguyên lý điều khiển quadrotor: quadrotor có kết cấu gồm bốn cánh quạt, mỗi cánh quạt này gắn với một động cơ riêng, được thông qua bộ điều khiển. Trục của cả bốn cánh quạt này đều được gắn theo phương song song với nhau, đồng thời tốc độ của mỗi cánh quạt này có thể điều chỉnh thay đổi một cách độc lập thông qua điều chỉnh tốc độ của các động cơ gắn với chúng. Việc điều khiển chuyển động của quadrotor hoàn toàn dựa trên việc điều khiển tốc độ của bốn

cánh quạt được gắn trên nó. Tùy thuộc vào việc điều chỉnh đồng thời tốc độ của các động cơ theo mỗi cặp sẽ tạo ra các lực và mô men khác nhau tác động lên tâm khối quadrotor cho phép nó có thể cơ động tự do trong không gian [8].

3. Sự cần thiết phải sử dụng thuật toán nhận dạng cho quadrotor

Như chúng ta đã biết, đối với thiết bị bay, để xác định được mô hình toán ta có một số phương pháp cơ bản như: Sử dụng thiết bị bay mẫu cỡ nhỏ đặt trong ống thổi khí động sau đó xác định các tham số động học và phân tích tính toán tương ứng cho thiết bị bay thật. Phương pháp thứ hai là phương pháp phân tích lý thuyết, phương pháp này dựa trên các định luật có sẵn về quan hệ vật lý bên trong và các quan hệ với môi trường bên ngoài của đối tượng. Phương pháp này chủ yếu dựa trên các chỉ số về kết cấu và trên cơ sở tính toán khí động học tính toán các tham số động học của thiết bị bay, tuy nhiên do đặc thù của thiết bị bay có kết cấu khí động phức tạp, hơn nữa trong hệ thống còn có sự tham gia của nhiều cơ cấu thuộc hệ thống điều khiển với các đặc tính khác nhau nên độ chính xác trong việc xác định các tham số động học theo phương pháp này không cao. Phương pháp thứ ba là phương pháp thử nghiệm và phân tích, đối với phương pháp này, thiết bị bay về cơ bản đã hoàn chỉnh về kết cấu hệ thống, sau đó tiến hành thử nghiệm trong các điều kiện bay khác nhau để xác định các tham số động học và hiệu chỉnh các tỷ số truyền cho hệ thống điều khiển, phương pháp này phải dựa trên cơ sở phân tích theo phương pháp thứ hai, nó có thể áp dụng để xác định các mô hình toán đơn giản và cho phép tổng hợp các luật điều khiển đơn giản và áp dụng tốt đối với các loại thiết bị bay có tính ổn định tính cao. Phương pháp thứ tư là phương pháp nhận dạng mô hình toán bằng thuật toán, phương pháp này dựa trên cơ sở các thuật toán tối ưu với việc xử lý thông tin đầu ra và đầu vào của hệ thống, sau đó đánh giá đưa ra mô hình toán của đối tượng điều khiển. Với phương pháp này đối tượng điều khiển có thể là bất kỳ nếu có thể nhận được các thông tin đầu vào và đầu ra của nó, [1], [5], [6], [11].

Quadrotor với cấu trúc khí động đặc biệt khác hẳn so với các loại máy bay có cánh gắn cố định với thân cũng như trực thăng thông thường, do đó việc xác định mô hình toán của quadrotor theo phương pháp thứ nhất là không thể thực hiện được, đối với phương pháp thứ hai và ba cũng gặp nhiều khó khăn và phức tạp, nếu theo các phương pháp trên thì hệ thống điều khiển mới chỉ dừng lại ở việc tổng hợp các bộ điều chỉnh, chưa thể đáp ứng cho việc xây dựng hệ thống điều khiển với tính năng cao hơn như thích nghi hay tối ưu. Với kết cấu động học đặc biệt như vậy nên phương pháp xác định mô hình toán phù hợp nhất cho quadrotor là phương pháp nhận dạng. Với phương pháp này mô hình toán có thể xác định tương đối chính xác theo từng điều kiện bay, nghĩa là cho phép áp dụng để xây dựng các thuật toán điều khiển tốt hơn cho hệ thống điều khiển.

Để nhận dạng mô hình toán cho một đối tượng điều khiển người ta có thể sử dụng nhiều phương pháp khác nhau như: Phương pháp biến công cụ, phương pháp sai số dự báo, phương pháp bình phương sai phương nhỏ nhất, phương pháp cực đại hợp lý [1], [4], [6], [8]... Phương pháp nhận dạng được sử dụng trong bài báo này là phương pháp bình phương sai phương nhỏ nhất dựa trên cơ sở sau: Thứ nhất là do quadrotor có cấu trúc động học phức tạp do đó rất khó cho việc mô tả chính xác dưới dạng các phương trình vi phân động học theo phương pháp mô hình hóa đối tượng và do đó việc xác định các hàm truyền đạt theo các kênh điều khiển của quadrotor theo phương pháp này gặp khó khăn; Thứ hai là việc xác định mô hình toán đối tượng điều khiển theo phương pháp nhận dạng là phương pháp cho phép xác định mô hình toán đối tượng điều khiển rất hiệu quả dựa trên bộ dữ liệu các tín hiệu vào và tín hiệu ra của đối tượng điều khiển. Hơn nữa, trên thực tế quadrotor đã được thiết kế và điều khiển bằng tay do đó có thể xác định được các tín hiệu vào ra thông qua các cảm biến gắn trên thân nên việc xác định mô hình toán của nó thông qua phương pháp nhận dạng sẽ sát thực tế hơn, chính xác hơn việc xác định mô hình toán theo phương pháp mô

$$\frac{y(k+2) - 2y(k+1) + y(k)}{T_0^2} + a_1 \cdot \frac{y(k+1) - y(k)}{T_0} + a_2 \cdot y(k) = b_0 \cdot \frac{u(k+1) - u(k)}{T_0} + b_1 \cdot u(k)$$

$$\Leftrightarrow y(k) = y(k-1)(2 - a_1 T_0) + y(k-2)(-1 + a_1 T_0 - a_2 T_0^2) + u(k-1) \cdot b_0 T_0 + u(k-2)(-b_0 T_0 + b_1 T_0^2) \quad (2)$$

Ký hiệu $Y(k)$ dưới dạng $Y(k)/(k-1)$, được hiểu là tham số $Y(k)$ được tính toán ở thời điểm trước nó, khi đó

$$Y(k)/(k-1) = \alpha_1 Y(k-1) + \alpha_2 Y(k-2) + \alpha_3 u(k-1) + \alpha_4 u(k-2) \quad (3)$$

trong đó:

$$\alpha_1 = (2 - a_1 T_0);$$

$$\alpha_2 = -1 + a_1 T_0 - a_2 T_0^2;$$

$$\alpha_3 = b_0 T_0;$$

$$\alpha_4 = -b_0 T_0 + b_1 T_0^2.$$

Từ phương trình (3) với biểu thức $Y(k)/(k-1)$, được viết lại như sau:

$$Y(k)/(k-1) = \Psi^T \hat{\alpha}(k-1) \quad (4)$$

Trong đó:

Ψ^T : là véc tơ dữ liệu nhận được từ hệ thống, được xác định:

$$\Psi^T = [Y(k-1) \ Y(k-2) \ u(k-1) \ u(k-2)];$$

Trong đó $[Y(k-1) \ Y(k-2)]$: là véc tơ dữ liệu ở đầu ra tương ứng với thời điểm $(k-1)$, $(k-2)$;

$[u(k-1) \ u(k-2)]$: là các véc tơ dữ liệu đầu vào tại

$$\Psi^T(k) = \begin{bmatrix} Y(1) & Y(0) & U(1) & U(0) \\ Y(2) & Y(1) & U(2) & U(1) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ Y(N+1) & Y(N) & U(N+1) & U(N) \end{bmatrix} \quad (7)$$

Sai lệch $e^T(N+2) = [e(2) \ e(3) \ \dots \ e(N+2)]$ - là véc tơ sai lệch của giá trị đánh giá theo hàm truyền và giá trị thực tế đo được.

hình hóa; Bên cạnh đó, phương pháp bình phương sai phương nhỏ nhất là phương pháp có thuật toán dễ hiểu, dễ lập trình được và nó cho phép tính toán ước lượng tham số và do đó xác định được mô hình toán của đối tượng điều khiển một cách khá chính xác.

Thật vậy, thuật toán nhận dạng theo phương pháp bình phương sai phương nhỏ nhất được trình bày như sau:

Nếu hàm truyền của hệ thống với các tham số động học chưa biết có dạng chung [7]:

$$W(p) = \frac{Y(p)}{U(p)} = \frac{b_0 p + b_1}{p^2 + a_1 p + a_2} \quad (1)$$

Tính sai phân theo chu kỳ lấy mẫu T_0 [12]:

$$\frac{\Delta y(k)}{T_0} = \frac{y(k+1) - y(k)}{T_0};$$

$$\frac{\Delta^2 y(k)}{T_0^2} = \frac{y(k+2) - 2y(k+1) + y(k)}{T_0^2};$$

$$\frac{\Delta u(k)}{T_0} = \frac{u(k+1) - u(k)}{T_0}$$

Thay vào (1) ta được:

phương trình (2) được viết dưới dạng sau:

thời điểm $(k-1), (k-2)$

$\hat{\alpha}(k-1) = [\alpha_1 \ \alpha_2 \ \alpha_3 \ \alpha_4]$: là véc tơ hệ số cần đánh giá.

Với $Y(k)$ là giá trị mới đo được và $Y(k)/(k-1)$ là giá trị tính theo hàm truyền (tính toán theo các tham số ở thời điểm trước đó).

Lúc này biểu thức sai số có dạng:

$$e(k) = Y(k) - Y(k)/(k-1) \quad (5)$$

Giả sử rằng quá trình đo các tín hiệu đầu vào và đầu ra của hệ thống diễn ra trong khoảng thời gian $k=1, 2, \dots, (N+2)$. Khi đó từ (4), (5) nhận được phương trình:

$$Y(k) = \Psi^T(k) \hat{\alpha}(k-1) + e(k) \quad (6)$$

Với $Y^T(k) = [Y(2) \ Y(3) \ \dots \ Y(N+2)]$ - là véc tơ dữ liệu đầu ra thu được:

Hàm bình phương sai lệch được xác định:

$$F = e^T(N+2)e(N+2) = \sum_{k=2}^{N+2} e^2(k) \quad (8)$$

và đạt giá trị nhỏ nhất khi $\left. \frac{\partial F}{\partial \alpha} \right|_{\alpha=\hat{\alpha}} = 0$

Đặt:

$$P(N+2) = [\Psi^T(N+2) \Psi(N+2)]^{-1} \quad (9)$$

Đề hàm mục tiêu F ở biểu thức (8) đạt giá trị nhỏ nhất bằng 0 thì:

$$\hat{\alpha}(N+2) = P(N+2)\Psi^T(N+2)Y(N+2) \quad (10)$$

Như vậy để xác định các tham số đánh giá của mô hình tham chiếu $\hat{\alpha}(N+2)$, thì cần phải đo được véc tơ dữ liệu đầu vào và véc tơ dữ liệu đầu ra từ thời điểm $k=1 \dots N+2$. Khi đó biểu thức (10) là thuật toán nhận dạng theo nguyên tắc bình phương sai phương nhỏ nhất.

Thuật toán nhận dạng theo nguyên tắc bình phương sai phương nhỏ nhất đệ quy nhận được bằng cách bổ sung thành phần $\gamma(k)[Y(k+1) - \Psi^T(k+1)\hat{\alpha}(k)]$ cho $\hat{\alpha}(k)$ để tính $\hat{\alpha}(k+1)$, như sau:

$$\hat{\alpha}(k+1) = \hat{\alpha}(k) + \gamma(k)[Y(k+1) - \Psi^T(k+1)\hat{\alpha}(k)] \quad (11)$$

Trong đó tham số hiệu chỉnh $\gamma(k)$ được tính theo biểu thức:

$$\gamma(k) = \frac{P(k)\Psi(k+1)}{\Psi^T(k+1)P(k)\Psi(k+1) + 1} \quad (12)$$

Giá trị véc tơ $P(k+1)$ cho bước tính tiếp theo bằng:

$$P(k+1) = [I - \gamma(k)\Psi^T(k+1)]P(k)$$

với I là ma trận đơn vị.

Như vậy sau n lần đo các giá trị đầu vào và đầu ra ta được các véc tơ tín hiệu đầu vào và đầu ra tương ứng $u(k)$, $Y(k)$, $k=1 \dots N+2$.

Sử dụng hai véc tơ dữ liệu đầu vào và đầu ra này vào trong thuật toán nhận dạng theo phương pháp đệ quy bình phương sai phương nhỏ nhất, ta nhận được các tham số đánh giá α . Các tham số α đánh giá được nhờ thuật toán nhận dạng, khi này cho phép tính toán các tham số động học trong mô hình toán có cấu trúc (1). Như vậy, các tham số động học này phụ thuộc vào các tham số α có được và chu kỳ lấy mẫu T_0 trong hệ thống.

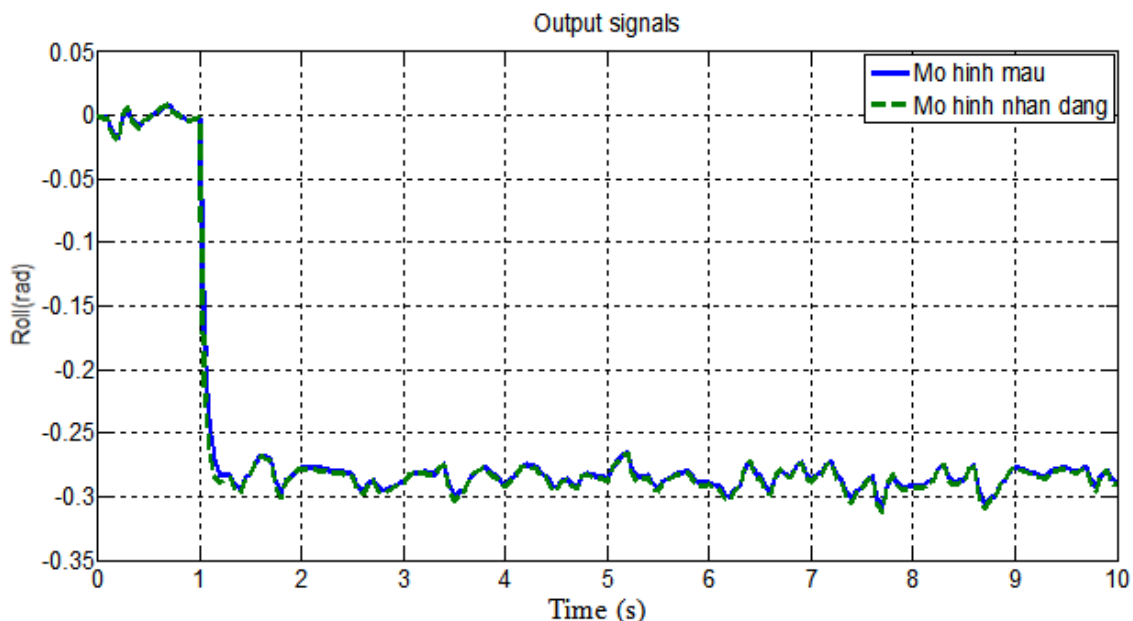
4. Phân tích tính khả thi của thuật toán nhận dạng, mô phỏng đánh giá kết quả

Đối tượng điều khiển – quadrotor là đối tượng phức tạp và phi tuyến mạnh, lý do là tồn tại các mối quan hệ phi tuyến giữa các tham số điều khiển, tham số bay và các hệ mô men hoặc lực tác động lên quadrotor,

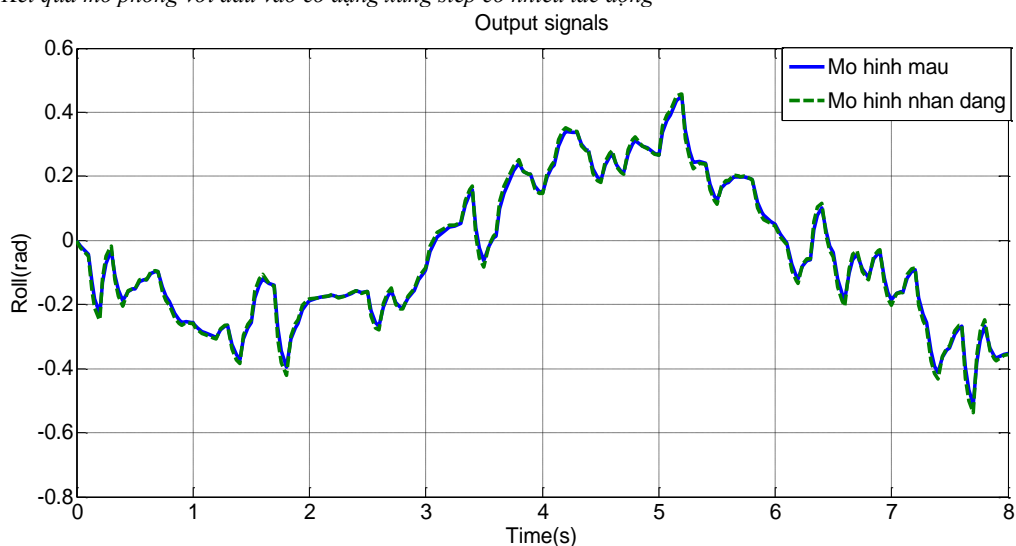
tuy nhiên ta nhận thấy rằng các mối quan hệ đó là phi tuyến khi xét trong tổng thể với sự thay đổi lớn của các tham số điều khiển hoặc sự thay đổi lớn của các tham số bay. Về cơ bản, khi xét đối tượng bay nói chung ở chế độ cụ thể, với sự thay đổi của các tham số bay nằm trong cận nhỏ, lúc này ta có thể coi sự phụ thuộc của các mô men hoặc lực theo tham số điều khiển và tham số bay là tuyến tính. Chính vì vậy mô hình toán tuyến tính nhận dạng được ở một chế độ đang xét chỉ là phản ánh bản chất vật lý của đối tượng ở chế độ đó, và việc dùng một mô hình toán này phục vụ bài toán điều khiển nâng cao là chưa đầy đủ. Để có thể thực hiện được bài toán xây dựng hệ thống điều khiển nâng cao, ta phải có bộ các mô hình toán bằng phương pháp nhận dạng tương tự ở nhiều chế độ và điều kiện bay khác nhau. Tiếp theo đó, quá trình sử dụng các mô hình toán cho các thuật toán điều khiển nâng cao phải có sự hiệu chỉnh theo chế độ bay, hoặc độ cao bay tương ứng.

Như vậy, với việc phân tích trên và trên cơ sở thuật toán nhận dạng đã được trình bày ở trên nhóm tác giả đã tiến hành kiểm tra đánh giá tính khả thi của thuật toán nhận dạng áp dụng cho quadrotor bằng cách kiểm chứng phản ứng hệ thống với mô hình mẫu của một loại quadrotor của nước ngoài [7] đã được xác định mô hình toán qua phép nhận dạng riêng. Logic của vấn đề là khẳng định tính khả thi của phương pháp nhận dạng hay nói cách khác là đánh giá tính chính xác của mô hình toán nhận dạng được qua việc so sánh phản ứng của nó trên hệ thống với mô hình toán mẫu. Cụ thể như sau: Mô hình toán mẫu đưa vào mô phỏng, sau đó thu nhận dữ liệu vào ra để tiến hành nhận dạng theo thuật toán đề xuất, kết quả nhận dạng sau đó được đánh giá bằng cách so sánh sự trùng khớp các phản ứng của hệ thống với các dạng tín hiệu đầu vào khác nhau qua mô hình toán mẫu và mô hình toán vừa nhận dạng được. Do mô hình toán mẫu và mô hình toán nhận dạng được xét trong một chế độ làm ví dụ nên nhóm tác giả đã lần lượt mô phỏng đánh giá kết quả với các dạng tín hiệu đầu vào khác nhau và chỉ đưa ra kết quả so sánh phản ứng đầu ra của hệ thống với mô hình toán mẫu và mô hình nhận dạng được. Các tín hiệu được đưa vào mô phỏng bao gồm: tín hiệu đầu vào dạng xung step có nhiều tác động; tín hiệu đầu vào dạng sin có nhiều tác động và tín hiệu đầu vào kết hợp giữa tín hiệu dạng xung step và tín hiệu dạng sin có nhiều tác động. Kết quả mô phỏng được thể hiện trên các hình vẽ sau:

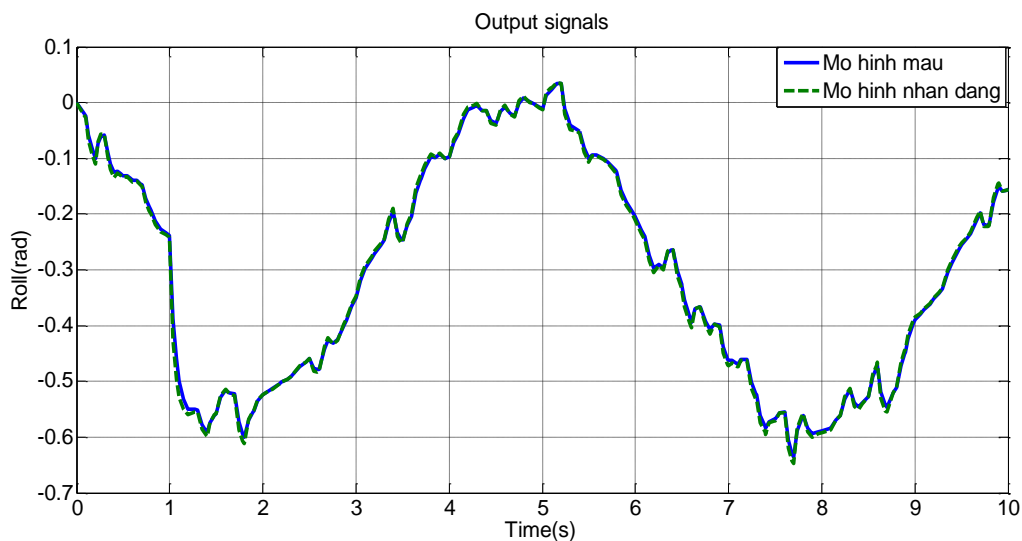
Theo kênh nghiênng:



H. 3 Kết quả mô phỏng với đầu vào có dạng xung step có nhiễu tác động

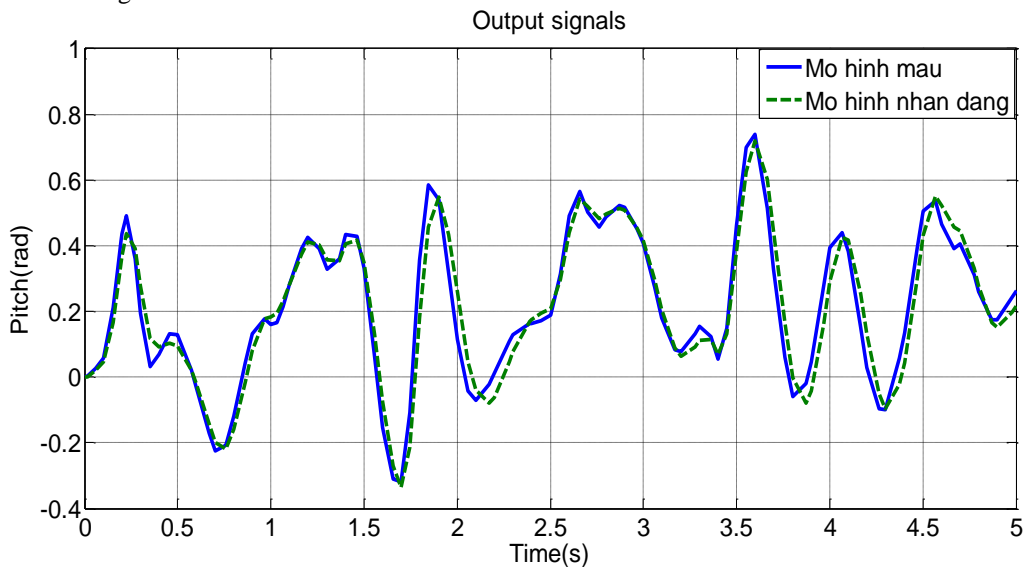


H. 4 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào dạng hình sin có nhiễu tác động

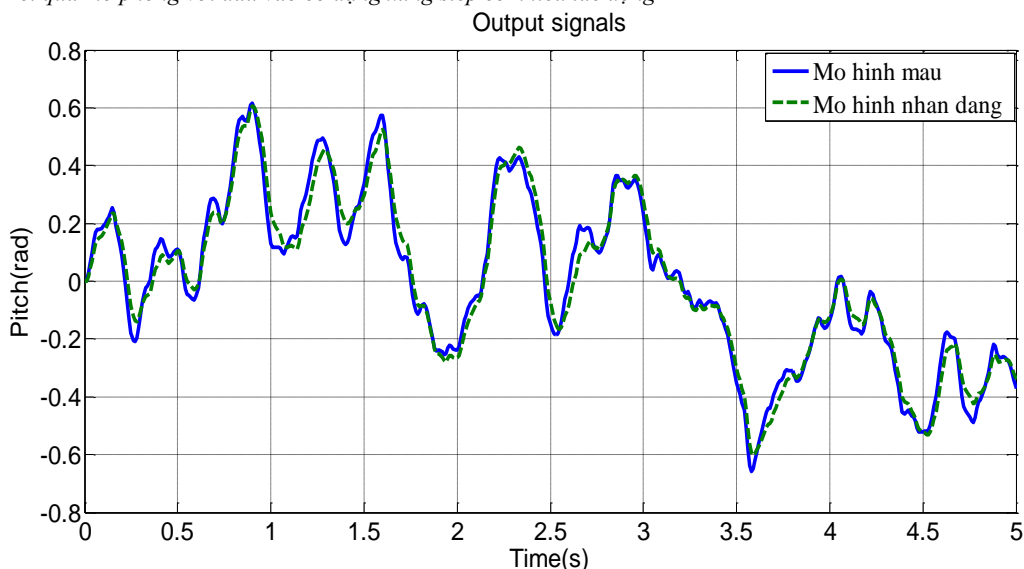


H. 5 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào hỗn hợp dạng hình sin và xung step có nhiễu tác động

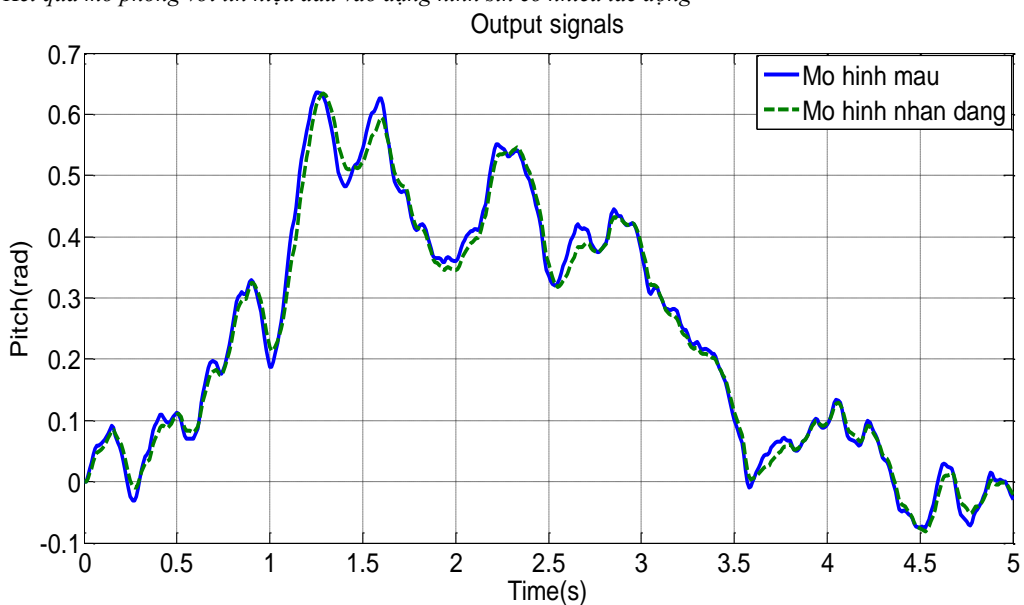
Theo kênh chức năng:



H. 6 Kết quả mô phỏng với đầu vào có dạng xung step có nhiễu tác động

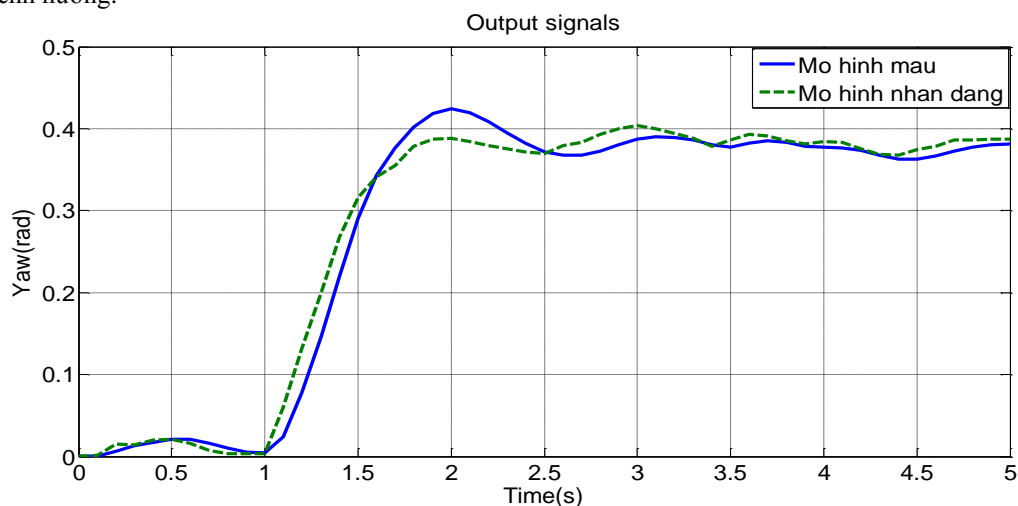


H. 7 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào dạng hình sin có nhiễu tác động

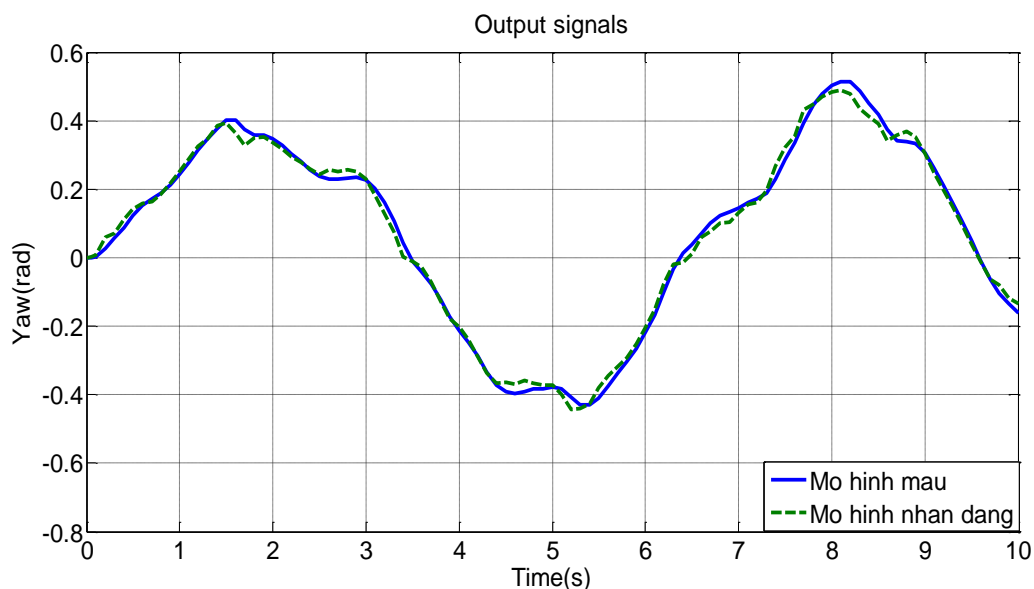


H. 8 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào hỗn hợp dạng hình sin và xung step có nhiễu tác động

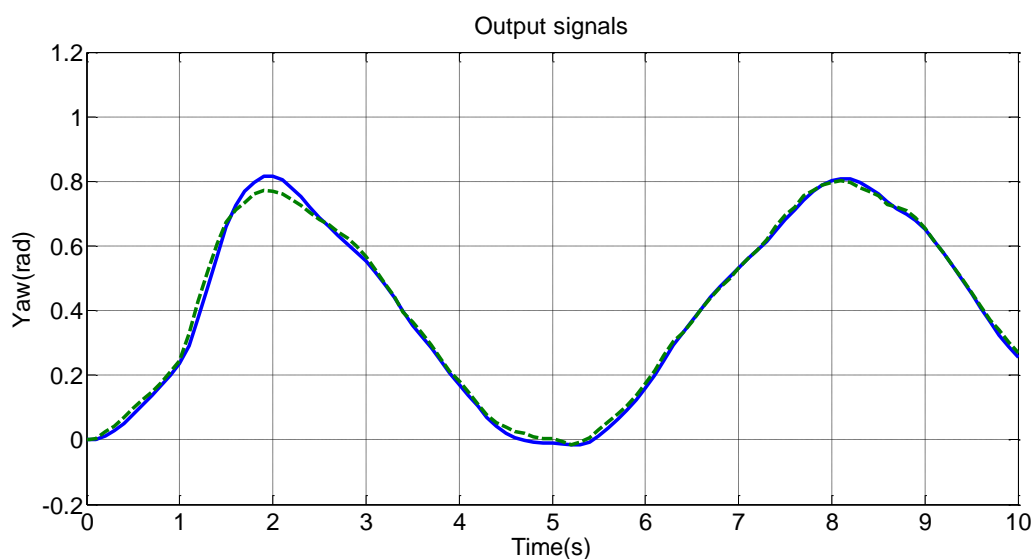
Theo kênh hướng:



H.9 Kết quả mô phỏng với đầu vào có dạng xung step có nhiễu tác động



H.10 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào dạng hình sin có nhiễu tác động



H.11 Kết quả mô phỏng với tín hiệu đầu vào hỗn hợp dạng hình sin và xung step có nhiễu tác động

5. Kết luận

Qua việc mô phỏng tín hiệu ra của mô hình mẫu và mô hình nhận dạng được theo các kênh của quadrotor cho thấy rằng, mặc dù các tín hiệu đầu vào thay đổi với nhiều dạng tín hiệu khác nhau cùng với sự tác động của nhiễu nhưng tín hiệu đầu ra của mô hình nhận dạng được luôn bám sát với tín hiệu đầu ra của mô hình mẫu, nghĩa là có được sự đồng nhất phản ứng của hệ thống với mô hình toán nhận dạng được và mô hình toán mẫu theo các kênh.

Với cơ sở phân tích và kết quả mô phỏng ta có thể hoàn toàn khẳng định được rằng, thuật toán nhận dạng đã chọn áp dụng tốt cho đối tượng là quadrotor. Khi nghiên cứu nhận dạng ở nhiều điều kiện và chế độ khác nhau, ta sẽ có bộ các mô hình toán và chúng có thể được sử dụng để tổng hợp hệ thống điều khiển có chất lượng cao hơn.

Do điều kiện về thiết bị và phương tiện thu thập xử lý thông tin chưa được trang bị đầy đủ nên nội dung bài báo mới chỉ dừng lại ở việc mô phỏng để chứng minh tính khả thi của thuật toán nhận dạng áp dụng cho quadrotor, việc chứng minh tính chính xác của thuật toán thông qua thực nghiệm sẽ tiếp tục được nghiên cứu và công bố trong thời gian gần nhất.

Tài liệu tham khảo

- [1]. Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh, *Nhận dạng hệ thống điều khiển*, NXB KH&KT, Hà Nội 2005.
- [2]. DERAGA, L.; MADANI, T.; BENALLEGUE, *Dynamic Modelling and Experimental Identification of Four Rotors Helicopter Parameters*. In: Industrial Technology, 2006. ICIT 2006. IEEE International Conference on. IEEE, 2006. p. 1834-1839.
- [3]. Семенов А. Д., Артамонов Д. В., Брюхачев А. В. *Идентификация объектов управления: Учебн. пособие*. - Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2003.- 211 с.
- [4]. Erik Weyer, The University of Queensland and Robert C. Williamson, Iven M. Y. Mareels, Australian National University, *Sample complexity of stochastic least squares system identification*, November 1995.
- [5]. Marion Gilson, Hugues Garnier, Paul Van den Hof, *Instrumental variable methods for continuous-time model identification in closed-loop*, Proceeding of the 2004 American Control Conference, Boston, Massachusetts June 30 – July 2, 2004.
- [6]. Nguyễn Thị Hồng Huệ, Hoàng Minh, Nguyễn Ngọc San, *Tổng quan về các phương pháp mô tả động học*, Tạp chí khoa học và công nghệ, Tập 46, số 1, 2008, Tr. 25-58.
- [7]. “*Guidance and Trajectory Following of an Autonomous Vision-Guided Micro QuadRotor*”, Universidade Tecnica de Lisboa, 2011.
- [8]. Paul Pounds, Robert Mahony, Peter Corke, “*Modelling and Control of a Quad-rotor*

Robot”, Australian National University, Canberra, Australia.

- [9]. Tommaso Bresciani, *Modelling, Identification and Control of a Quadrotor Helicopter*, Department of Automatic Control, Lund University, October 2008, ISSN 0280-5316.
- [10]. Xiaodong Zhang, Xiaoli Li, Kang Wang, and Yanjun Lu, *A Survey of Modelling and Identification of Quadrotor Robot*, School of Automation and Electrical Engineering, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083, China.
- [11]. Phạm Công Ngô, *Lý thuyết điều khiển tự động*, NXB KH&KT, Hà Nội 2005.



Nguyễn Đình Dũng sinh năm 1980. Anh nhận bằng thạc sỹ về Điều khiển các thiết bị bay của trường Học viện Phòng Không – Không Quân năm 2012. Từ năm 2006 đến 2013 anh là giảng viên bộ môn Thiết bị hàng không, khoa Kỹ thuật hàng không. Từ năm 2013 đến nay anh là giảng viên khoa Hàng

không vũ trụ, học viện Kỹ thuật quân sự. Hướng nghiên cứu chính là động lực học và điều khiển các thiết bị bay, thiết kế hệ thống và kết cấu thiết bị bay.



Đỗ Quốc Tuấn sinh năm 1979. Anh nhận bằng thạc sỹ về chuyên ngành “Thiết bị hàng không” của trường Đại học hàng không quốc gia (NAU) Ucraina năm 2006 và nhận bằng tiến sỹ về chuyên ngành “Các hệ thống và quá trình điều khiển phương tiện bay” của trường Đại học hàng không Kharkov - Ucraina năm 2010. Từ năm 2011 đến nay là giảng viên Bộ môn Thiết bị hàng không, khoa Kỹ thuật hàng không, Học viện PK – KQ. Hướng nghiên cứu chính là thiết kế hệ thống điều khiển tự động thiết bị bay.



Phạm Hữu Ưông sinh năm 1979. Anh học thạc sỹ về Kỹ thuật Ra đa dẫn đường. Từ năm 2013 đến tháng 8 năm 2014 anh là Phó chủ nhiệm kỹ thuật Lữ Đoàn Tác chiến điện tử 84- Cục tác chiến điện tử-BTTM. Từ tháng 9 năm 2014 đến nay anh học thạc sỹ về Kỹ thuật Ra đa dẫn đường- học viện Kỹ thuật quân sự.

Hướng nghiên cứu chính là động lực học và điều khiển các thiết bị bay, thiết kế hệ thống và kết cấu thiết bị bay.