

THIẾT KẾ VÀ THI CÔNG MÔ HÌNH BAY ỨNG DỤNG HIỆU ỨNG COANDA

Designing and Constructing an Coanda Effect Flying Saucer

Đặng Thái Sơn,
Trường Đại học Lạc Hồng
Email: dangthaison1993@gmail.com
Đỗ Bình Nguyên
Trường Đại học Lạc Hồng
Email: dobinhnguyen@lhu.edu.vn

Tóm tắt

Bài báo mô tả quá trình thiết kế thi công một mô hình bay dạng đĩa ứng dụng hiệu ứng Coanda. Quá trình thực nghiệm cho thấy mô hình thực tế có khả năng cất cánh theo phương thẳng đứng, cân bằng và di chuyển theo nhiều hướng trên không.

Từ khoá: Máy bay mô hình, máy bay Coanda, hiệu ứng Coanda

Abstract: This paper describes an flying saucer base on Coanda effect. The experiments show that the saucer has the ability to take off vertically, balance and move in different directions in the air.

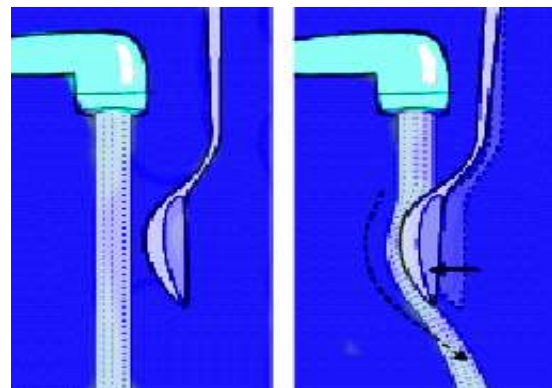
Keyword: Flying object, Coanda effect flying saucer, Coanda effect

Ký hiệu

Ký hiệu	Đơn vị	Ý nghĩa
p		áp suất tại điểm đó
v	m/s	vận tốc của dòng chất lỏng tại điểm trên đường dòng
ρ		mật độ tại mọi điểm trong chất lỏng

1. Giới thiệu

Các thiết bị bay hiện nay đang thu hút được rất nhiều sự quan tâm của giới khoa học. Nhiều loại mô hình bay đã được nghiên cứu và chế tạo thành công như mô hình bay cánh bằng, mô hình bay lên thẳng. Mô hình bay lên thẳng ứng dụng hiệu ứng Coanda là một loại mô hình bay mới lạ lần đầu tiên được chế tạo thành công tại Việt Nam

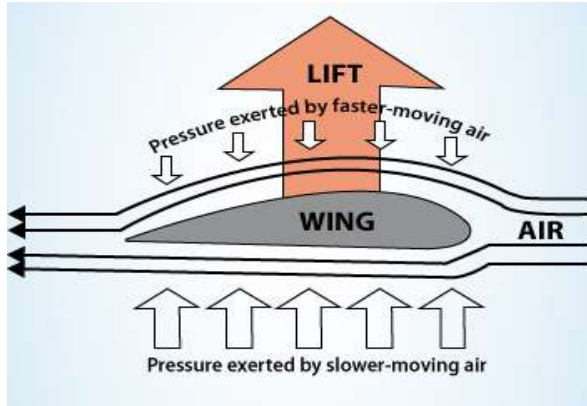


H.1 Hiệu ứng Coanda làm cho dòng nước chuyển động theo biên dạng cong của chiếc muỗng

Hiệu ứng Coanda do nhà bác học Henri Coanda phát hiện. Đó là hiệu ứng xảy ra khi một dòng chất lỏng (hoặc dòng khí) chuyển động trên một bề mặt cong thì dòng chất lỏng (khí) này có xu hướng chuyển động theo biên dạng của bề mặt cong đó thay vì chuyển động theo hướng thẳng.

Một hiệu ứng khác cũng được ứng dụng trong tất cả các mô hình bay, đó là hiệu ứng Bernoulli. Định luật Bernoulli có nội dung: Trong chất lưu lý tưởng, áp suất toàn phần (gồm áp suất động và áp suất tĩnh) luôn bằng nhau đối với tất cả các tiết diện ngang của ống dòng. Định luật Bernoulli được thể hiện bằng công thức (1)

$$p + \frac{1}{2} \rho v^2 = const \quad (1)$$

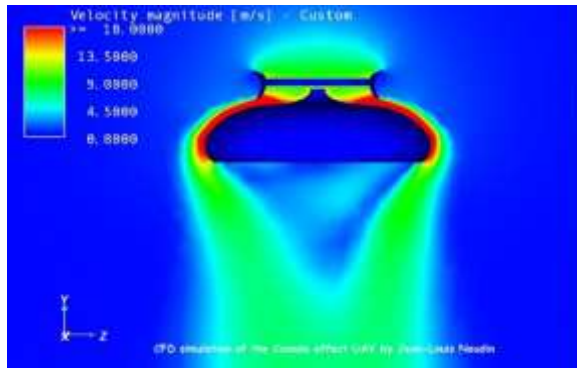


H.2 Hiệu ứng Bernoulli tạo ra lực nâng cánh máy bay

Hai hiệu ứng Coanda và Bernoulli là hai hiệu ứng tạo ra lực nâng cho hầu hết các mô hình bay.

2. Tác động của hiệu ứng Coanda và Bernoulli vào mô hình

Với mô hình bay Coanda, khi động cơ làm xoay cánh quạt sẽ tạo ra một dòng khí tác dụng lên mô hình. Vì biên dạng trên bề mặt mô hình là biên dạng cong nên dòng khí cũng sẽ đi theo biên dạng cong này, cộng thêm ống dẫn hướng gió nên dòng khí sẽ đi sát bề mặt mô hình bay (hình 3). Luồng gió này có tốc độ cao, theo định luật Bernoulli, áp suất phía trên mô hình sẽ giảm và làm cho mô hình bay lên.

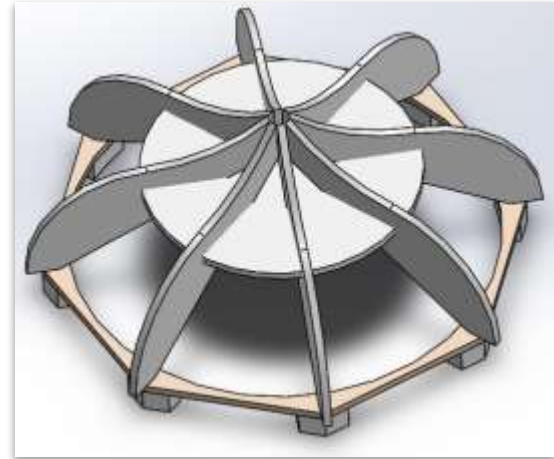


H.3 Vận tốc của dòng không khí chuyển động bên trong và ngoài mô hình bay

3. Thiết kế mô hình

Mô hình được chế tạo bằng vật liệu Depron. Đây là vật liệu chuyên dụng làm mô hình bay, có trọng lượng nhẹ và dễ gia công.

Khung mô hình, cánh lái và cánh tà sử dụng tấm Depron dày 5mm.



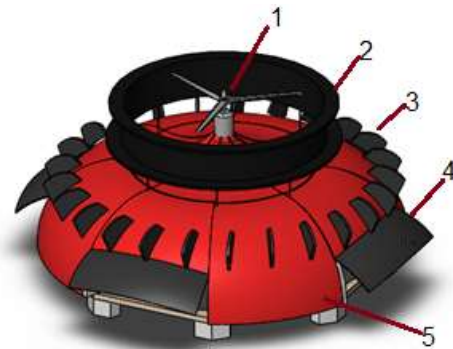
H.4 Khung mô hình

Các cánh tà và cánh xoay được gắn lên phần vỏ mô hình. Phần vỏ ngoài được thi công bằng các tấm Depron có độ dày 3mm (Hình 5).

Bên trong thân mô hình được dùng để bố trí hai động cơ điều khiển cánh tà và bốn động cơ điều khiển cánh xoay (Hình 6)

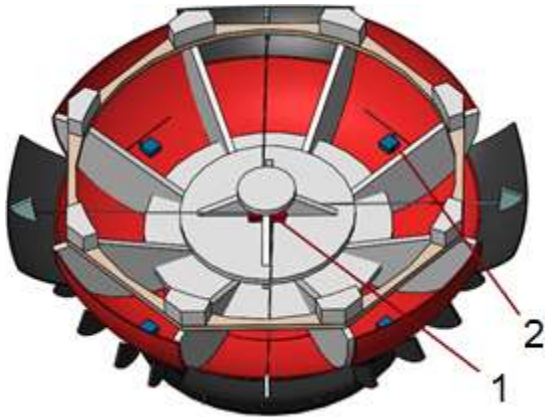
Mô hình gồm 4 cánh tà được bố trí thành 2 cặp đặt đối xứng nhau và liên động với nhau qua một động cơ RC-Servo đặt ở trọng tâm mô hình. Khi cánh này giương lên thì cánh ở phía đối diện sẽ sụp xuống.

Cánh xoay gồm có 12 cánh động và 12 cánh tĩnh đặt xen kẽ nhau. Cứ mỗi 3 cánh động được điều khiển bằng một động cơ RC-Servo.



1-Động cơ và cánh quạt, 2-Ống dẫn hướng gió, 3-Cánh xoay, 4-Cánh tà, 5-Vỏ ngoài.

H.5 Vỏ ngoài và các cánh



1-Động cơ điều khiển cánh tà, 2-Động cơ điều khiển cánh xoay

H.6 Bố trí động cơ

4. Nguyên lý di chuyển và cân bằng

4.1. Nguyên lý di chuyển theo phương thẳng đứng

Khi tốc độ xoay của động cơ tăng tốc độ của dòng khí đi chuyển trên bề mặt máy bay cũng tăng theo tỉ lệ thuận. Lúc này áp suất bên trong máy bay nằm ở phía dưới sẽ lớn hơn bên ngoài nằm ở phía trên, nên mô hình bay sẽ bị đẩy lên trên. Vì mô hình bay được giữ cân bằng nên mô hình sẽ di chuyển tịnh tiến theo phương thẳng đứng.

4.2. Nguyên lý di chuyển theo phương ngang

Việc di chuyển theo phương ngang phụ thuộc vào bốn cánh tà của mô hình bay. Một cặp cánh sẽ làm cho mô hình bay di chuyển theo trục X cặp còn lại sẽ làm cho mô hình bay di chuyển theo trục Y.

Mô hình bay Coanda hoạt động với dòng khí đi chuyển từ trên xuống dưới, nên việc di chuyển của mô hình bay sẽ phụ thuộc vào hướng nghiêng của các cánh tà. Như đã nói ở trên hai cánh tà được gắn liền động với nhau, nên khi một cánh dang ra thì cánh đối diện sẽ gập lại. Khi cánh đối diện gập lại sẽ làm tăng lực nâng và lực cản ở phía đó.

Do chênh lệch về lực nâng, nên mô hình bay sẽ bị nghiêng về hướng dang cánh, và di chuyển theo hướng đó.



H.7 Nguyên lý di chuyển theo phương ngang

4.3. Nguyên lý xoay tại chỗ

Mô hình sử dụng các vây lái để chống xoay và giúp người sử dụng điều khiển theo ý muốn.

Các vây lái đứng yên sẽ giúp dòng khí đi dọc trên bề mặt của mô hình theo phương thẳng đứng, không tạo ra các dòng khí đi chuyển ngang, hoặc di chuyển hỗn loạn giúp mô hình bay ổn định hơn.



H.8 Nguyên lý xoay tại chỗ

Các vây lái di chuyển sẽ được điều chỉnh góc nghiêng tăng hoặc giảm để hướng dòng khí đi ngược chiều với chiều xoay của động cơ. Việc điều chỉnh dòng khí đi ngược chiều xoay với động cơ (cùng chiều với máy bay) sẽ làm cho mô hình xoay ngược lại, nếu lực xoay của động cơ và lực xoay của mô hình bằng nhau thì mô hình sẽ được cân bằng (Hình 8).

5. Mạch điều khiển

Mạch điện có sơ đồ khối như hình 10 đã được thiết kế để điều khiển mô hình.

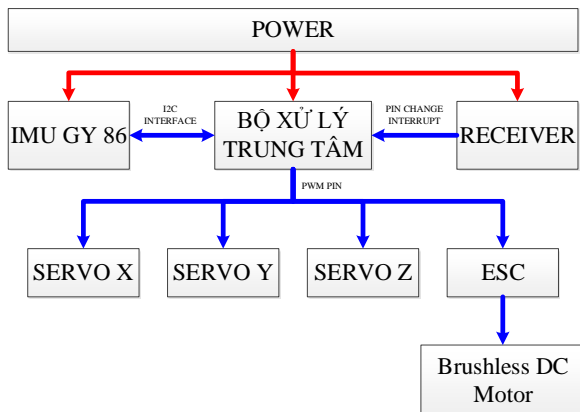
Mạch điều khiển sử dụng chip ARM 32 bit với tốc độ xử lý 72MHz giúp bộ xử lý trung tâm làm việc nhanh và chính xác.



H.9 Mạch điều khiển

Module cảm biến GY86 được sử dụng để đo góc nghiêng của mô hình. GY 86 được tích hợp cảm biến Gyro / Gia tốc MPU6050, cảm biến từ trường HCM5883 và cảm biến áp suất khí quyển MS5611.

Tín hiệu thu nhận từ cảm biến Gyro và Cảm biến gia tốc được kết hợp với nhau thông qua các bộ lọc như lọc bỏ phụ, Kalman để thu được thông tin về góc nghiêng. Lý do phải sử dụng bộ lọc là do tín hiệu từ hai cảm biến này rất dễ bị nhiễu do môi trường và sai số tính toán tác động. Bên trong cảm biến MPU6050 cũng đã được tích hợp sẵn một bộ lọc dành cho mục đích này.

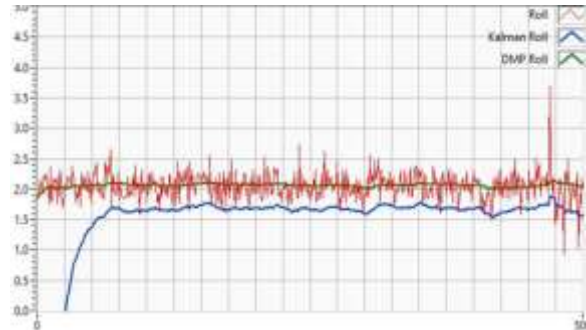


H.10 Sơ đồ khối mạch điều khiển

Một thử nghiệm đã được tiến hành để so sánh hiệu quả giữa hai bộ lọc Kalman và DMP. Kết quả thu

được (Hình 10) cho thấy bộ lọc DMP có khả năng xử lý tốt hơn bộ lọc Kalman. Ngoài ra, do bộ lọc DMP được tích hợp bên trong cảm biến MPU6050 nên sẽ không yêu cầu bộ xử lý trung tâm phải có năng lực xử lý lớn. Vì hai lý do trên, bộ lọc DMP đã được sử dụng trong đề tài này.

Trong hình 11, đường biểu diễn bộ lọc Kalman đã được dời trục xuống phía dưới để dễ quan sát.



H.11 So sánh kết quả bộ lọc Kalman và DMP [4]

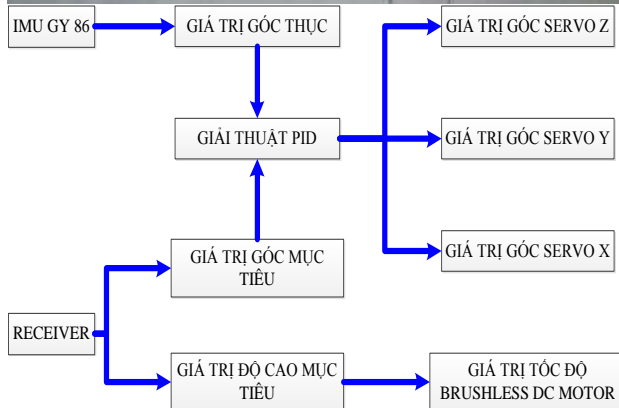
6. Giải thuật cân bằng

Dựa trên nền tảng của thuật toán điều khiển PID, giải thuật cân bằng và điều khiển trên mô hình bay được xây dựng theo lưu đồ cho trong hình 12.

Giá trị đầu vào của thuật toán điều khiển PID là góc nghiêng của mô hình thu được từ cảm biến IMU, và giá trị góc mà người điều khiển mong muốn thông qua thiết bị điều khiển. Giải thuật PID sẽ tính toán và cho ra các giá trị là vị trí góc của các động cơ Servo làm cho các cánh lái xòe ra hay gập vào một góc thích hợp giúp cho mô hình giữ được thăng bằng và di chuyển theo ý muốn của người điều khiển.

Độ cao trong khi bay của mô hình sẽ do người dùng tự điều khiển mà không thông qua bộ PID. Thông tin về độ cao sẽ được đưa trực tiếp đến động cơ

Điều chỉnh thông số PID theo phương pháp điều chỉnh thủ công và phương pháp Ziegler – Nichols.



H.12 Giải thuật cân bằng và điều khiển

7. Kết quả

Mô hình có khả năng bay đã được thực hiện thành công (Hình 13). Mô hình có thể cân bằng và di chuyển trên không với độ cao 20m, thời gian bay 1 phút.

H.13 Mô hình cân bằng tại một vị trí

Ưu điểm: là một mô hình bay hoàn toàn mới lạ lần đầu tiên được chế tạo thành công tại Việt Nam.

Chi phí chế tạo thấp. Mô hình ứng dụng các định luật vật lý giúp ta có thể giải thích các định luật.

Cần trang bị thêm các thiết bị như GPS, Camera, các thiết bị đo đạc khác v.v... để nâng cao tính ứng dụng cho mô hình.



H.14 Mô hình thực tế

8. Tài liệu tham khảo

- [1] Jean-Louis Naudi, How to build a Coanda Effect Saucer, 25/2/2007.
- [2] R J Collins, COANDA – A NEW AIRSPACE PLATFORM FOR UAVS, 28/2/2002.
- [3] David Anderson, A physical description of Flightterry day, THE COANDA EFFECT AND LIFT, 2008.



Đặng Thái Sơn, sinh năm 1992, Bà Rịa Vũng Tàu, kỹ sư ngành Điện tử viễn thông - khoa Cơ Điện Điện Tử trường đại học Lạc Hồng



Đỗ Bình Nguyên, sinh năm 1984. Tốt nghiệp Thạc sỹ chuyên ngành Kỹ thuật điện tử tại trường đại học Sư phạm kỹ thuật năm 2011. Lĩnh vực nghiên cứu: Điều khiển tự động, vi điều khiển, hệ thống nhúng

