

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

Designing and constructing a coanda effect flying saucer

Đặng Thái Sơn¹, Văn Kông Đức Kha², Đỗ Bình Nguyên³

¹dangthaison1993@gmail.com, ²duckha1410@gmail.com, ³dobinhnguyen@lhu.edu.vn
Khoa Cơ Điện – Điện Tử Trường Đại học Lạc Hồng, Đồng Nai, Việt Nam
Đền tòa soạn 18/1/2015; Chấp nhận đăng: 22/2/2015

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 khóa: Máy bay mô hình; Máy bay Coand; Hiệu ứng Coanda

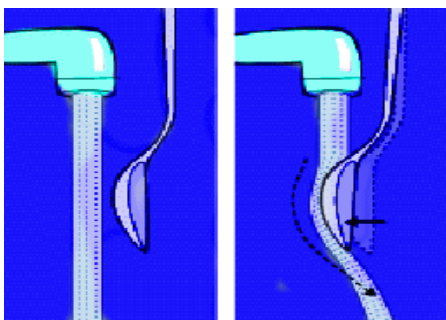
Abstract: This study describes a flying saucer based on the Coanda effect. Experimental results indicate that the saucer can take off vertically, balance itself and move in different directions in the air.

Keywords: Flying object; Flying saucer; Coanda effect

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 máy bay cánh bằng, máy bay lên thẳng, máy bay multicopter. Máy bay lên thẳng ứng dụng hiệu ứng Coanda cũng là một trong số đó.

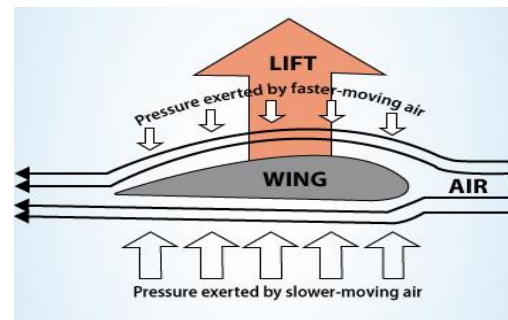
Hiệu ứng Coanda do nhà bác học Henri Coanda phát hiện. Đó là hiệu ứng xảy ra khi một dòng chất lỏng (hoặc dòng khí) chuyển động trên một bề mặt cong thì dòng chất lỏng (khí) này có xu hướng chuyển động theo biên dạng của bề mặt cong đó thay vì chuyển động theo hướng thẳng.



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

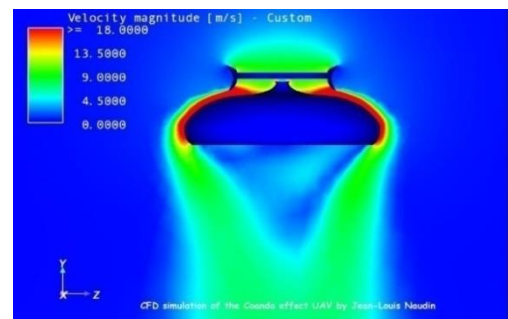
Một hiệu ứng khác cũng được ứng dụng trong tất cả các mô hình bay, đó là hiệu ứng Bernoulli. Định luật Bernoulli có nội dung: Trong chất lưu lý tưởng, áp suất toàn phần (gồm áp suất động và áp suất tĩnh) luôn bằng nhau đối với tất cả các tiết diện ngang của ống dòng. Định luật Bernoulli được thể hiện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

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



Hình 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



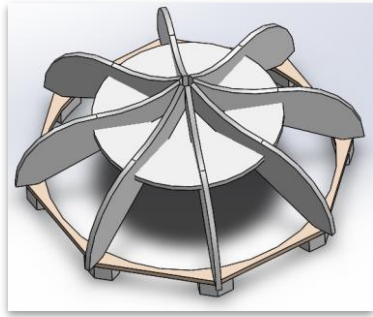
Hình 3. Vận tốc của dòng không khí chuyển động bên trong và ngoài mô hình bay

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.

3. THIẾT KẾ MÔ HÌNH

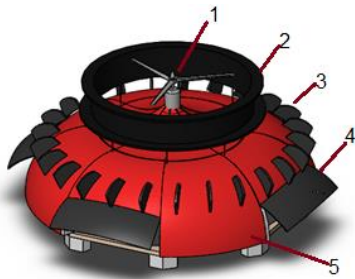
Mô hình được chế tạo bằng vật liệu Depron. Đây là vật liệu chuyên dụng làm mô hình bay, có trọng lượng nhẹ và dễ gia công.

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



Hình 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).

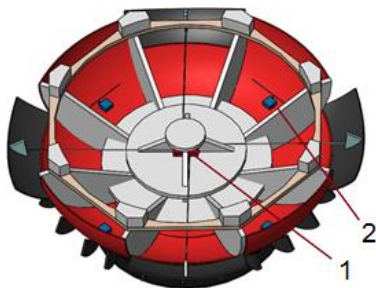


1-Động cơ và cánh quạt, 2-Ống dẫn hướng gió, 3-Cánh xoay, 4-Cánh tà, 5-Vỏ ngoài.

Hình 5. Vỏ ngoài và các cánh

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

Hình 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 di 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 máy bay sẽ bị đẩy lên trên. Vì máy bay được giữ cân bằng nên máy bay sẽ di chuyển tịnh tiến theo phương thẳng đứng.

4.2 Nguyên lý di chuyển theo phương ngang



Bay tới

Bay lui



Bay sang trái

Bay sang phải

Hình 7. Nguyên lý di chuyển theo phương ngang

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

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

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

4.3 Nguyên lý xoay tại chỗ

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

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



Xoay sang trái

Xoay sang phải

Hình 8. Nguyên lý xoay tại chỗ

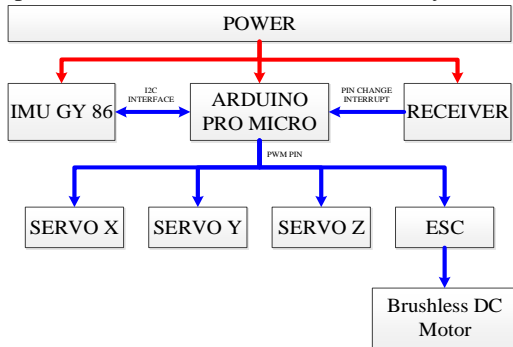
Các vẩy lái di chuyển sẽ được điều chỉnh góc nghiêng tăng hoặc giảm để hướng dòng khí đi ngược chiều với chiều xoay của động cơ. Việc điều chỉnh dòng khí đi ngược chiều xoay với động cơ (cùng chiều với máy bay) sẽ làm cho máy bay xoay ngược lại, nếu lực xoay của động cơ và lực xoay của máy bay bằng nhau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

5. MẠCH ĐIỀU KHIỂN

Mạch điện có sơ đồ khối như Hình 9 đã được thiết kế để điều khiển mô hình.

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

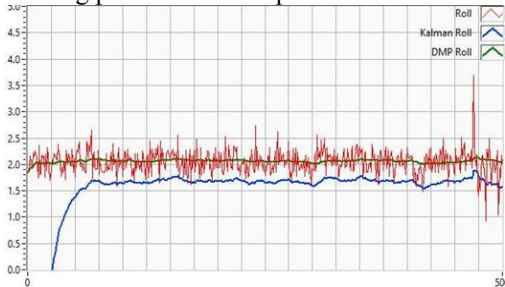
suất khí quyển MS5611. Tín hiệu thu nhận từ cảm biến Gyro và Cảm biến gia tốc được kết hợp với nhau thông qua các bộ lọc như lọc bổ phụ, Kalman để thu được thông tin về góc nghiêng. Lý do phải sử dụng bộ lọc là do tín hiệu từ hai cảm biến này rất dễ bị nhiễu do môi trường và sai số tính toán tác động. Bên trong cảm biến MPU6050 cũng đã được tích hợp sẵn một bộ lọc dành cho mục đích này.



Hình 9. 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 10, đường biểu diễn bộ lọc Kalman đã được dời trục xuống phía dưới để dễ quan sát.



Hình 10. So sánh kết quả bộ lọc Kalman và DMP [4]

6. GIẢI THUẬT CÂN BẰNG

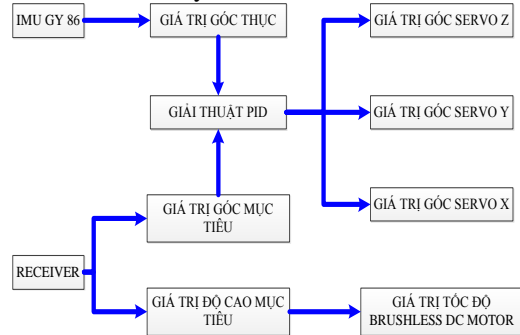
Dựa trên nền tảng của thuật toán điều khiển PID, giải thuật cân bằng và điều khiển trên mô hình bay được xây dựng theo lưu đồ cho trong Hình 11.

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 xoay ra hay cụp 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.

7. KẾT QUẢ

Một mô hình có khả năng bay đã được thực hiện thành công (Hình 12). Mô hình có thể cân bằng và di chuyển trên không với độ cao 20m, thời gian bay 30 giây. Trong tương lai, mô hình còn cần được cải tiến thêm về mặt giải thuật điều khiển để có thể bay ổn định hơn.



Hình 11. Giải thuật cân bằng và điều khiển



Hình 12. Mô hình thực tế

Vấn đề năng lượng cho mô hình cũng cần được cải tiến hơn nữa để có thể bay trong thời gian dài hơn. 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.

8. TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Jean-Louis Naudi, "How to build a Coanda effect saucer", https://ardupilotdev.googlecode.com/files/How_to_build_a_Coanda_Effect_Saucer.pdf, 25/2/2007
- [2] R J Collins, "Coanda – A new airspace platform for UAVs", Seventeenth international conference at Bristol University, 28/2/2002.
- [3] David Anderson, "A physical description of flightttery day", the Coanda effect and lift, 2008.
- [4] Nguyễn Hùng Thái Sơn, Võ Nguyên Phúc, "Thiết kế và thi công mô hình bay Quadcopter", 2014.

TIỂU SỬ TÁC GIẢ



Đặng Thái Sơn

Sinh năm 1992, Bà Rịa Vũng Tàu, sinh viên năm cuối ngành Điện tử Viễn thông khoa Cơ điện – Điện tử tại Trường Đại học Lạc Hồng.



Văn Kông Đức Kha

Sinh năm 1992, Ninh Thuận, sinh viên năm cuối ngành Điện – Điện tử Khoa Cơ điện – Điện tử tại 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.