

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH**



**BÁO CÁO
ĐỒ ÁN MÔN HỌC KỸ THUẬT MÁY TÍNH
PHÁT TRIỂN THƯ VIỆN GIAO DIỆN
CHO MẠCH NHÚNG ESP32
SỬ DỤNG THƯ VIỆN ĐỒ HỌA LVGL**

Ngành: Kỹ thuật máy tính

**HỘI ĐỒNG: HỘI ĐỒNG X KỸ THUẬT MÁY TÍNH
GVHD: TS. LÊ TRỌNG NHÂN
TKHD: TS. LÊ TRỌNG NHÂN**

—o0o—

**SVTH 1: Nguyễn Trọng Vinh (2015070)
SVTH 2: Lê Thanh Dương (MSSV)
SVTH 3: Lê Đỗ Minh Thông (MSSV)**

TP. Hồ Chí Minh, 05/2025

Lời cam đoan

Chúng em xin cam đoan rằng những nội dung trình bày trong báo cáo luận văn này là công trình nghiên cứu của nhóm dưới sự hướng dẫn của thầy Trần Thanh Bình và thầy Lê Trọng Nhân. Nội dung và số liệu trong báo cáo không phải là bản sao chép từ bất kỳ báo cáo, tiểu luận nào có trước. Tất cả những sự giúp đỡ cho việc xây dựng bài báo cáo đều được trích dẫn và ghi nguồn đầy đủ, rõ ràng. Nếu không đúng sự thật, chúng em xin chịu mọi trách nhiệm trước các thầy, cô, và nhà trường.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2024.

Lời cảm ơn

Chúng em xin được gửi lời cảm ơn chân thành nhất đến thầy Trần Thanh Bình và thầy Lê Trọng Nhân, giảng viên hướng dẫn trực tiếp đề tài. Hai thầy là người đã theo dõi, cũng như góp ý, sửa chữa những sai sót cho chúng em và đã tạo điều kiện làm việc tốt cũng như đã không ngừng hỗ trợ cho nhóm chúng em. Sau một học kỳ thực hiện đề tài, bên cạnh sự nỗ lực của các cá nhân, sự hỗ trợ nhiệt tình từ các thầy và anh đã giúp nhóm em rất nhiều trong việc bắt kịp tiến độ đã đề ra và hoàn thiện hơn đề tài của mình.

Chúng em muốn bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đối với những nhận xét và góp ý chân thành của các thầy. Những góp ý của các thầy không chỉ giúp chúng em cải thiện nội dung của luận văn mà còn là nguồn động viên lớn giúp em trở nên tự tin hơn trong việc hoàn thành môn học và bảo vệ đồ án. Em xin kính chúc Trần Thanh Bình và thầy Lê Trọng Nhân sức khỏe dồi dào và thành công trong công tác giảng dạy. Mong hai thầy hãy tiếp tục mang lại sự tích cực cho các sinh viên mai sau.

Cuối cùng, mặc dù đã cố gắng hoàn thành đồ án trong phạm vi và khả năng cho phép, nhưng chúng em chắc chắn không thể tránh khỏi thiếu sót, rất mong nhận được sự góp ý và chỉ bảo của quý thầy cô và các bạn.

Chúng em xin chân thành cảm ơn.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2024.

Tóm tắt đồ án

Đồ án này tập trung vào việc hiện thực một hệ thống cân bằng một loại máy bay không người lái (UAV) được sử dụng rộng rãi trong nhiều ứng dụng từ giám sát đến giao hàng. Mục tiêu của đồ án là phát triển một hệ thống cân bằng cho quadcopter. Trong quá trình nghiên cứu, các thành phần chính của hệ thống đã được xác định gồm:

- **Bộ điều khiển (Controller):** Một thuật toán điều khiển PID (Proportional-Integral-Derivative) đã được áp dụng để điều khiển quadcopter và giữ cho nó ổn định trong không gian.
- **Các cảm biến (Sensors):** Các cảm biến bao gồm mpu6050 và cảm biến áp suất được sử dụng để thu thập dữ liệu về độ cao, các góc xoay và tốc độ của quadcopter.

Sau khi hiện thực, hệ thống đã được kiểm tra và đánh giá thông qua một loạt các thử nghiệm mô phỏng và thực tế. Kết quả cho thấy rằng hệ thống đề xuất có khả năng duy trì cân bằng ở một mức độ nhất định, đồng thời cung cấp khả năng điều khiển linh hoạt và ổn định cho quadcopter. Những kết quả này không chỉ mang lại đóng góp cho lĩnh vực nghiên cứu về UAV mà còn có thể được áp dụng trong nhiều ứng dụng thực tế khác, bao gồm giám sát môi trường, giao hàng, và giải cứu khẩn cấp.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 12 năm 2024.

Mục lục

Lời cam đoan	I
Lời cảm ơn	II
Tóm tắt đồ án	III
Danh sách bảng	IV
Danh sách hình vẽ	V
1 Tổng quan về đề tài	1
1.1 Giới thiệu	1
1.2 Mục tiêu	1
1.3 Thực trạng	2
1.4 Phạm vi dự án	3
1.5 Ý nghĩa thực tiễn	3

Danh sách bảng

Danh sách hình vẽ

Chương 1

Tổng quan về đề tài

1.1 Giới thiệu

Trong thời đại hiện nay, drone (thiết bị bay không người lái) đang trở thành một công nghệ ngày càng phổ biến và quan trọng trong nhiều lĩnh vực, từ giám sát đến giao hàng và cứu hộ. Sức mạnh của chúng không chỉ là khả năng tiếp cận các khu vực khó tiếp cận mà còn là sự linh hoạt và hiệu quả trong thực hiện các nhiệm vụ.

Tuy nhiên, việc điều khiển drone trong môi trường đa dạng và không gian hạn chế đặt ra nhiều thách thức. Một trong những thách thức chính là việc duy trì cân bằng và tránh vật cản trong quá trình di chuyển.

Hệ thống tự cân bằng không chỉ tăng cường an toàn mà còn mở ra nhiều cơ hội ứng dụng mới trong các ngành công nghiệp khác nhau. Từ giao hàng hàng hóa đến giám sát môi trường và nông nghiệp, drone có thể phục vụ một loạt các mục đích với sự hỗ trợ của hệ thống cân bằng.

Chính vì vậy, nhóm chúng em đã chọn đề tài **Hệ thống cân bằng cho thiết bị bay không người lái**, nhằm nghiên cứu và phát triển các giải pháp để giải quyết những thách thức này. Đồng thời, chúng em hy vọng rằng việc thành công trong dự án này sẽ mang lại những đóng góp quan trọng cho sự phát triển của công nghệ drone trong tương lai.

1.2 Mục tiêu

Mục tiêu của nhóm chúng em trong dự án này là: Phát triển một hệ thống cân bằng tự động cho drone, nhằm đảm bảo khả năng hoạt động ổn định và chính xác trong quá trình bay để giúp người điều khiển có thể dễ dàng điều khiển drone. Hệ thống này sẽ sử dụng các thuật toán điều khiển tiên tiến, kết hợp với các cảm biến hiện đại để đọc và xử

lý dữ liệu về trạng thái của drone, từ đó đưa ra các tín hiệu điều khiển động cơ phù hợp, giúp duy trì trạng thái cân bằng theo thời gian thực. Cụ thể, mục tiêu của dự án bao gồm:

- **Xây dựng hệ thống phần cứng:** Thiết kế và tích hợp các thành phần chính của drone, bao gồm vi điều khiển (Teensy), mô-đun kết nối không dây (ESP8266), cảm biến (MPU6050 và barometer), và các bộ điều khiển động cơ (ESC). Đảm bảo sự phối hợp mượt mà giữa các thành phần để tạo thành một hệ thống hoàn chỉnh.
- **Phát triển thuật toán điều khiển cân bằng:** Ứng dụng thuật toán PID (Proportional-Integral-Derivative) để tính toán các tín hiệu điều khiển dựa trên dữ liệu từ cảm biến. Thuật toán sẽ liên tục điều chỉnh tốc độ quay của động cơ, nhằm giữ drone cân bằng và thực hiện các thao tác bay chính xác theo mong muốn của người điều khiển.
- **Tăng cường khả năng ổn định và tin cậy:** Sử dụng bộ lọc Kalman để loại bỏ nhiễu trong dữ liệu cảm biến, cải thiện độ chính xác của hệ thống. Đồng thời, tích hợp cơ chế kiểm tra và giám sát tính toàn vẹn của dữ liệu, đảm bảo sự ổn định và an toàn khi vận hành.
- **Kết nối và điều khiển từ xa:** Phát triển giao diện kết nối giữa drone và ứng dụng desktop thông qua Wi-Fi, giúp người dùng dễ dàng cấu hình thông số và theo dõi trạng thái của drone theo thời gian thực.

Thông qua việc đạt được các mục tiêu trên, đề tài không chỉ tập trung vào việc tạo ra một hệ thống cân bằng tự động cho drone, mà còn hướng tới việc xây dựng nền tảng công nghệ có thể được mở rộng cho các ứng dụng khác trong tương lai, như quay phim, khảo sát địa hình, và vận chuyển hàng hóa.

1.3 Thực trạng

Bây giờ nền công nghiệp về drone đã phát triển vượt bậc, vẫn còn tồn tại một số hạn chế trong các hệ thống điều khiển hiện tại. Đặc biệt, khả năng cân bằng của drone trong môi trường đa dạng vẫn còn hạn chế, đặc biệt là khi di chuyển theo quỹ đạo cụ thể hoặc trong điều kiện thời tiết không lý tưởng.

Mặc dù đã có sự tiến bộ đáng kể trong việc phát triển các hệ thống cân bằng cho drone, nhưng vấn đề vẫn còn tồn tại và đòi hỏi sự nghiên cứu và phát triển tiếp tục để tối ưu hóa hiệu suất và độ chính xác của chúng trong các ứng dụng thực tế. Có thể kể đến một số thách thức như:

- Độ chính xác của cảm biến: Các hệ thống cân bằng phụ thuộc nhiều vào độ chính xác của cảm biến, như cảm biến gia tốc, cảm biến áp suất, và cảm biến khoảng cách. Sự không chính xác hoặc nhiễu từ các cảm biến này có thể dẫn đến sai lệch trong việc đo lường và điều khiển.
- Xử lý dữ liệu và thời gian phản ứng: Trong khi cân bằng đòi hỏi phản ứng nhanh chóng từ drone, việc xử lý dữ liệu từ các cảm biến và áp dụng các thuật toán phức tạp có thể gây trễ trong quá trình điều khiển.
- Điều kiện môi trường biến đổi: Drone thường phải hoạt động trong các điều kiện môi trường biến đổi, từ thời tiết không ổn định đến ánh sáng yếu và môi trường địa hình khác nghiệt. Điều này làm tăng thêm độ khó trong việc cân bằng.

1.4 Phạm vi dự án

Trước những khó khăn khi thực hiện dự án, chúng em đã giới hạn những tính năng của hệ thống nhằm đảm bảo dự án nằm trong khả năng kiến thức cũng như đảm bảo dự án được hoàn thành đúng tiến độ. Loại thiết bị bay không người lái nhóm em chọn là loại có 4 cánh (quadcopter) hình chữ X. Hệ thống cân bằng sẽ được triển khai trên bốn bậc tự do là độ cao và ba góc xoay pitch, roll yaw trong đó quan trọng nhất là tập trung vào hai góc pitch và roll để giữ cho drone nằm yên trên mặt phẳng. khi hoạt động drone có thể duy trì cân bằng ổn định, các góc nghiêng không lệch quá lớn, độ cao được giữ ổn định.

Vì thời gian thực hiện hạn chế và tránh các tác động ngẫu nhiên của thời tiết để nghiên cứu và thực hiện đề tài này, trước tiên nhóm em sẽ tiến hành trong môi trường phòng thí nghiệm trước, từ đó sẽ mở rộng, thêm các yếu tố ngoại vi gắn liền hơn với thực tế nếu còn đủ thời gian.

1.5 Ý nghĩa thực tiễn

Hệ thống cân bằng góp phần là cơ sở nền tảng để phát triển những ứng dụng của drone vào trong thực tiễn. Trong thời đại công nghệ 4.0, drone ngày càng xuất hiện phổ biến và rộng rãi. Hiện tại có rất nhiều thứ để con người tận dụng drone trong công việc và cả giải trí, ví dụ như:

1. Chụp ảnh và quay phim: Drone được sử dụng rộng rãi trong lĩnh vực chụp ảnh và quay phim, giúp ghi lại những hình ảnh và thước phim độc đáo từ trên cao.

2. Kiểm tra và giám sát: Drone được sử dụng để kiểm tra và giám sát các công trình xây dựng, đường dây điện, đường ống, cánh đồng, v.v., giúp phát hiện sớm các vấn đề và đưa ra giải pháp kịp thời.
3. Giao hàng: Drone được sử dụng để giao hàng ở những khu vực khó tiếp cận, giúp rút ngắn thời gian giao hàng và tiết kiệm chi phí vận chuyển.
4. Tìm kiếm cứu nạn: Drone được sử dụng để tìm kiếm người mất tích, nạn nhân trong các thảm họa thiên tai, giúp cứu trợ kịp thời và hiệu quả.
5. Nông nghiệp: Drone được sử dụng để phun thuốc trừ sâu, bón phân, tưới nước cho cây trồng, giúp nâng cao năng suất và hiệu quả sản xuất nông nghiệp.
6. Khảo sát địa hình: Drone được sử dụng để khảo sát địa hình ở những nơi con người khó tiếp cận, lập bản đồ, cung cấp dữ liệu cho các dự án xây dựng, quy hoạch đô thị, v.v.
7. Giải trí: Drone được sử dụng cho các hoạt động giải trí như đua drone, biểu diễn drone và nhiều hoạt động giải trí khác.

Tài liệu tham khảo

- [1] Karl Johan Astrom, Richard M. Murray, *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*, Princeton University Press, 2012.
- [2] A Joukhadar, I Hasan, A Alsabbagh, M Alkouzbary, *Integral Lqr-Based 6dof Autonomous Quadcopter Balancing System Control*, International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Vol. 4, No.5, 2015.
- [3] Nur Hayati Sahrir, Mohd Ariffanan Mohd Basri, *Modelling and Manual Tuning PID Control of Quadcopter*, Control, Instrumentation and Mechatronics: Theory and Practice (pp.346-357).
- [4] Nguyễn Đình Huy, *Giáo trình giải tích 1*, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2020.
- [5] Faisal Iqbal, Hussamud Din, Byeungleul Lee, *Single Drive Multi-Axis Gyroscope with High Dynamic Range, High Linearity and Wide Bandwidth*, Micromachines 2019, 10(6), 410.
- [6] Heja Cengiz, *Quadcopter Modeling and Linear Quadratic Regulator Design Using Simulink*, Uppsala Universitet, 2024.
- [7] Ha Quang Thinh Ngo, Thanh Phuong Nguyen, Hung Nguyen, "A COMPLETE COMPARISON TO DESIGN COMPLEMENTARY FILTER AND KALMAN FILTER FOR AERIAL VEHICLE", *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018.
- [8] Rio Ikhsan Alfian, Alfian Ma'arif, Sunardi Sunardi, "Noise Reduction in the Accelerometer and Gyroscope Sensor with the Kalman Filter Algorithm", *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2021.
- [9] Luis E. Romero, David F. Pozo, Jorge A. Rosales, "Quadcopter Stabilization by Using PID Controllers", *ACADEMIA*, 2014.

- [10] Yan Michalevsky, Dan Boneh, "Gyrophone: Recognizing Speech from Gyroscope Signals", *Proceedings of the 23rd USENIX Security Symposium*, 2014.
- [11] Dennis Freeman, Kevin Chen "Linear quadratic regulator (LQR) control" Source: https://introcontrol.mit.edu/_static/spring23/lectures/lec08a-handout.pdf.
- [12] "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4", 2013. Source: www.invensense.com.
- [13] "Hướng dẫn sử dụng cảm biến gia tốc MPU6050 với Arduino", 2023. Source: <https://arduino.vn/huong-dan-su-dung-cam-bien-gia-toc-mpu6050-voi-arduino/>.
- [14] "tkinter — Python interface to Tcl/Tk". Source: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>.
- [15] "socket — Low-level networking interface". Source: <https://docs.python.org/3/library/socket.html>.
- [16] "Arduino Documentation". Source: <https://docs.arduino.cc/>.
- [17] "Distance Measurement with an Ultrasonic Sensor HY-SRF05", 2017. Source: https://projecthub.arduino.cc/Nicholas_N/distance-measurement-with-an-ultrasonic-sensor-hy-srf05-bf2923.
- [18] "ESC Calibration". Source: <https://ardupilot.org/plane/docs/common-esc-calibration.html>.
- [19] Wikipedia, "Quadcopter". Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter>.
- [20] STMicroelectronics, "Everything about STMicroelectronics' 3-axis digital MEMS gyroscopes". Source: <https://www.elecrow.com/download/TA0343.pdf>.
- [21] Teppo Luukkonen, "Modelling and control of quadcopter". Source: https://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf.
- [22] "Accelerometer and Gyroscopes Sensors: Operation, Sensing, and Applications". Source: <https://www.analog.com/en/resources/technical-articles/accelerometer-and-gyroscopes-sensors-operation-sensing-and-applications.html>.
- [23] "Single Drive Multi-Axis Gyroscope with High Dynamic Range, High Linearity and Wide Bandwidth". Source: <https://www.mdpi.com/2072-666X/10/6/410>.

- [24] Michel van Biezen, "SPECIAL TOPICS 1 - THE KALMAN FILTER". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=CaCcOwJPYtQ&list=PLX2gX-ftPVXU3oUFNATxGXY90AULiqnWT&index=1>.
- [25] Kevin Jordan, "Self-Stabilizing Quadcopter UAV Using PID Control: Full Control Systems Project Presentation". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=clyusOrMqbU>.
- [26] Curio Res, "How Gyroscope Sensor Works? | 3D Animated". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=HJ-C4Incgpw>.
- [27] Blue Butterfly, "How to design and implement a digital low-pass filter on an Arduino". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=REVP33SwwHE>.
- [28] Dr. KC Craig, "Quadrotor Equations of Motion and Control KCC Final 4 2023 Video". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=REVP33SwwHE>.
- [29] thegioiic, "Tìm hiểu về chuẩn giao tiếp I2C". Source: <https://www.thegioiic.com/tin-tuc/tim-hieu-ve-chuan-giao-tiep-i2c>.
- [30] Timothy Hirzel, "Basics of PWM (Pulse Width Modulation)". Source: <https://docs.arduino.cc/learn/microcontrollers/analog-output/>.
- [31] Carbon Aeronautics, "Carbon Aeronautics Quadcopter Manual". Source: https://github.com/CarbonAeronautics/Manual-Quadcopter-Drone/blob/main/Carbon_Aeronautics_Quadcopter_Manual.pdf.
- [32] LinhKienRC, "Combo điều khiển TX – RX Flysky FS i6". Source: <https://bandochoi.net/combo-dieu-khien-tx-rx-flysky-fs-i6.html>.
- [33] nshopvn, "Module thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua CP2102". Source: <https://nshopvn.com/product/module-thu-phat-wifi-esp8266-nodemcu-lua-cp2102/>.
- [34] Sam Market, "Teensy 4.0 (Headers)". Source: <https://market.samm.com/teensy-4-0-headers-en>.
- [35] hshop, "Cảm biến GY-521 6DOF IMU MPU6050". Source: <https://hshop.vn/cam-bien-6-dof-bac-tu-do-gy-521-mpu6050>.
- [36] nshopvn, "Cảm biến áp suất IIC I2C và nhiệt độ của BMP280 3.3 V". Source: <https://nshopvn.com/product/cam-bien-ap-suat-iic-i2c-va-nhiet-do-cua-bmp280-3-3-v/>.

- [37] Nguyễn Hiền, "Mạch điều khiển tốc độ động cơ không chổi than ESC 30A 4V-16V (Pin 2S-4S) BEC 5V". Source: <https://dientunguyenhien.vn/show/3252>.
- [38] nshopvn, "Động cơ không chổi than A2212". Source: <https://nshopvn.com/product/dong-co-khong-choi-than-a2212/>.
- [39] FPT Jetking, "ESP8266 là gì? Tìm hiểu về module Wi-Fi phổ biến cho IoT". Source: <https://jetking.fpt.edu.vn/esp8266/>.
- [40] pjrc, "Using the Hardware Serial Ports". Source: https://www.pjrc.com/teensy/td_uart.html
- [41] x-engineer, "On-off control system". Source: <https://x-engineer.org/on-off-control-system>
- [42] webOS TV Developer, "Sensor Data for Motion Sensor". Source: <https://webostv.developer.lge.com/develop/guides/motion-sensor-sensor-data>.
- [43] Yahya Tawil, "Towards understanding IMU: Basics of Accelerometer and Gyroscope Sensors and How to Compute Pitch, Roll and Yaw Angles". Source: <https://atadiat.com/en/e-towards-understanding-imu-basics-of-accelerometer-and-gyroscope-sensors/>.
- [44] Nasser M. Abbasi, "Dynamics equations, kinematics, velocity and acceleration diagrams". Source: https://www.12000.org/my_notes/dynamics_cheat_sheet/reportchapter2.htm.