



Universidad
Tecnológica
de Pereira



DOCTORADO EN CIENCIAS

Biología, Química, Física, Matemáticas y Geología

Convenio

Universidad del Quindío – Universidad Tecnológica de Pereira – Universidad de Caldas

Universidad Tecnológica de Pereira

Facultad de Ciencias Básicas

Seminario de Investigación II

Avances en el modelo matemático basado en grupos de Lie para la aplicación en UAV.

Presentado por: Rafael Augusto Castañeda Vanegas. Tecnólogo e Ing. Industrial. Magíster en Matemáticas. Candidato a Doctor en Ciencias – Matemáticas.

Director: Dr. Octavio García Salazar. Doctor en Control de Sistemas, Universidad de Tecnología de Compiègne (UTC), Compiègne, Francia.

Codirector: Dr. Diego Fernando Devia Narváez. Doctor en Ingeniería Automática - Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales.

Fecha y hora: jueves, 30 de julio de 2026. Hora 3:00 p.m.

Sala presencial: Edificio de Formación Avanzada – Salón 15C – 312.

Sala virtual: <https://renata.zoom.us/j/87609121032>

Resumen

Los Vehículos Aéreos No Tripulados (VANTS) han experimentado un crecimiento significativo debido a sus aplicaciones en agricultura de precisión, monitoreo ambiental, logística, vigilancia y sistemas de rescate. En particular, la coordinación de múltiples vehículos constituye un problema de investigación relevante debido a la naturaleza no lineal de su dinámica y a los desafíos asociados con el mantenimiento de formaciones y el seguimiento de trayectorias. En este trabajo se propone una estrategia de control cooperativo basada en herramientas geométricas fundamentadas en los grupos de Lie $SO(3)$ y $SE(3)$. El objetivo principal consiste en desarrollar modelos dinámicos y leyes de control capaces de garantizar estabilidad, seguimiento de trayectorias y robustez frente a perturbaciones externas. El enfoque propuesto utiliza las ecuaciones de Newton–Euler para describir la dinámica de los vehículos y emplea técnicas de control geométrico que preservan la estructura intrínseca del sistema. Se espera que los resultados obtenidos contribuyan al diseño de algoritmos de coordinación para enjambres de drones con aplicaciones en sistemas autónomos modernos.

DOCTORADO EN CIENCIAS

Biología, Química, Física, Matemáticas y Geología

Convenio

Universidad del Quindío – Universidad Tecnológica de Pereira – Universidad de Caldas

Progress on the mathematical model based on Lie groups for application in UAVs.

Abstract

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) have seen significant growth due to their applications in precision agriculture, environmental monitoring, logistics, surveillance and rescue systems. In particular, the coordination of multiple vehicles constitutes a significant research problem due to the non-linear nature of their dynamics and the challenges associated with maintaining formations and following trajectories. This paper proposes a cooperative control strategy based on geometric tools grounded in the Lie groups $SO(3)$ and $SE(3)$. The main objective is to develop dynamic models and control laws capable of ensuring stability, trajectory tracking and robustness against external disturbances. The proposed approach uses the Newton–Euler equations to describe the dynamics of the vehicles and employs geometric control techniques that preserve the intrinsic structure of the system. It is hoped that the results obtained will contribute to the design of coordination algorithms for drone swarms with applications in modern autonomous systems.

DOCTORADO EN CIENCIAS

Biología, Química, Física, Matemáticas y Geología

Convenio

Universidad del Quindío – Universidad Tecnológica de Pereira – Universidad de Caldas

Referencias

1. Bullo, F., Lewis, A. D. Geometric Control of Mechanical Systems. Springer, 2005.
2. Lozano, R. Unmanned Aerial Vehicles: Embedded Control. Wiley-ISTE, 2010.
3. Stengel, R. F. Flight Dynamics. Princeton University Press, 2004.
4. Garcia, O. et al. “Robust Geometric Navigation of a Quadrotor UAV on SE(3)”. Robotica, Cambridge University Press, 2019.
5. Olfati-Saber, R., Murray, R. M. “Graph Rigidity and Distributed Formation Stabilization of Multi-Vehicle Systems”. IEEE Conference on Decision and Control, 2002.
6. Cruz, L. et al. “Formation Control as a Classical Decentralized Multivariable Problem”. Journal of the Franklin Institute, 2023.
7. Leishman, J. G. Principles of Helicopter Aerodynamics. Cambridge University Press, 2006.