

Sistemas de diagnósticos de fallos en vehículos aéreos no tripulados

Fault diagnosis systems in unmanned aerial vehicles

Guillermo Valencia-Palomo¹, Francisco-Ronay López-Estrada², Gerardo Flores³, Joaquín Domínguez-Zenteno² y José-Antonio Hoyo-Montaño¹

¹ Tecnológico Nacional de México, IT Hermosillo (México)

² Tecnológico Nacional de México, IT Tuxtla Gutiérrez (México)

³ Laboratorio de Percepción y Robótica, Centro de Investigaciones en Óptica, A.C. (México)

DOI: <http://dx.doi.org/10.6036/9672>

Los vehículos aéreos no tripulados (VANTs) son pequeñas naves que vuelan sin piloto, ya sea operadas de forma remota por un ser humano o de forma autónoma. Los VANTs autónomos son controlados por una computadora a bordo (tarjeta electrónica) que es programada para realizar una o varias tareas específicas. El área de vehículos aéreos no tripulados ha experimentado un rápido crecimiento, principalmente por su capacidad de para llevar a cabo una amplia gama de aplicaciones a bajo costo y sin poner en riesgo los recursos humanos. Sus aplicaciones en el área civil y militar son diversas e imponen nuevas demandas en las áreas de control y navegación con el fin de diseñar los sistemas no tripulados, capaces de operar en ambientes hostiles y hacer frente a las misiones complejas. Dentro de los VANTs, los de tipo multirrotor han demostrado ser una de las mejores soluciones debido a sus características de maniobrabilidad y su capacidad de despegue y aterrizaje vertical. Sin embargo, plantean problemas científicos y de ingeniería importantes que deben ser abordados con el fin de ser capaz de volar de forma autónoma, eficiente y segura. Estas máquinas se caracterizan por su dinámica compleja debido a sus momentos de baja inercia y están sujetos a efectos aerodinámicos que afectan a su desplazamiento.

Los VANTs, como cualquier otro sistema, son propensos a fallos. Una falla se puede definir generalmente como una desviación no permitida de al menos una propiedad característica o parámetro, que cambia el comportamiento del sistema degradando su desempeño; por ejemplo, un mal funcionamiento en un sensor o en un actuador. Una falla en un VANT pue-

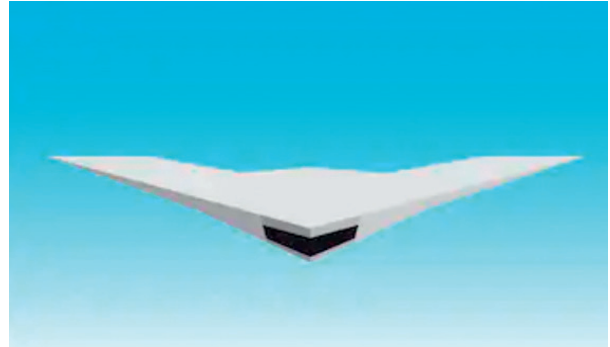
de resultar en una colisión o que la aeronave se desplome causando pérdidas económicas e incluso daño a personas. Por ejemplo, un caso icónico en la aeronáutica es el vuelo de Air France AF447 en donde falló el sensor de velocidad del viento ocasionando que el avión se desplomara y provocando la muerte de 216 pasajeros y 12 tripulantes.

Este suceso demuestra que en ciertos casos no solo es importante detectar que un elemento ha fallado, sino además realizar acciones que garanticen cierto nivel de tolerancia a las fallos. En relación con el ejemplo, lograr que el avión aterrice de forma segura aún bajo regímenes de fallos [1].

Las fallos pueden prevenirse aplicando mantenimiento preventivo minimizando la posibilidad de una ocurrencia de una falla durante la operación de la aeronave. Pero, a pesar de los esfuerzos en tener mantenimientos periódicos y programados, las fallos pueden ocurrir durante el vuelo, es por ello que se requieren de sistemas de diagnóstico de fallos durante la operación del VANT.

Un sistema de diagnóstico de fallos realiza acciones con el fin de detectar localizar y diagnosticar algún fenómeno anormal del sistema. Cuando un fenómeno anormal existe, es probable que alguno de los elementos este fallando, un sensor que da lecturas erróneas, un motor que no está dando el número de revoluciones requerida, un elemento que sufrió algún daño por desgaste, entre otros. En la literatura existen muchos enfoques que proponen soluciones al problema de diagnóstico de fallos, por ejemplo, los basados en datos o en modelo.

Para el caso de VANTs el sistema de diagnóstico monitorea el comportamiento de la aeronave generando señales que son sensibles a la ocurrencia de fallos (residuos), que cambian cuando el sistema falla. De tal forma que la información contenida en esta señal puede ser analizada con el fin de detectar, localizar y determinar la evolución de la falla. La detección rápida de una falla permite tomar acciones co-



rectivas [2]. Por ejemplo, en caso de no tener las mediciones de las lecturas de un sensor físico utilizar estimaciones provenientes de un sensor virtual; en caso de fallos en un motor, desplegar un paracaídas para evitar una caída a gran velocidad o maniobrar con un número de motores reducido [3] para poder seguir volando y lograr un aterrizaje de emergencia a pesar de no tener el control total de la aeronave. Todo ello con el fin de garantizar la seguridad de las personas, la infraestructura presente en el entorno y la aeronave misma.

REFERENCIAS

- [1] J. A. Guzmán-Rabasa, F.R. López-Estrada, B.M. González-Contreras, G. Valencia-Palomo, M. Chadli, and M. Pérez-Patricio, "Actuator fault detection and isolation on a quadrotor unmanned aerial vehicle modeled as a linear parameter-varying system". *Measurement and Control*, vol. 52 no. 9-10, pp.1228-1239, 2019. (doi: <http://dx.doi.org/10.1177/0020294018824764>)
- [2] P. Xie, R. Liang, and H. Zhang, "Fault Tolerant Control of Unmanned Aerial Vehicle Based on Adaptive Algorithm". *IEEE International Conference on Smart Grid and Electrical Automation*, pp. 128-131, 2019. (doi: <https://doi.org/10.1109/ICSGEA.2019.00037>)
- [3] F.R. López-Estrada, G. Valencia-Palomo, J.A. Hoyo-Montaño, G. Aquino-Santiago, G. Flores, and J. Domínguez-Zenteno, "Emergency landing system of an unmanned aerial vehicle by means of conversion from quadrotor to birotor, *DYNA New Technologies*, vol 7, no 1, p[16p], 2020 (doi: <http://dx.doi.org/10.6036/NT9345>).