

Resumen de la tesis que presenta Miguel Angel Sidón Ayala como requisito parcial para la obtención del grado de Doctor en Ciencias en Electrónica y Telecomunicaciones con orientación en Instrumentación y Control.

Sincronización y consenso de orientación de un enjambre de cuerpos rígidos

Resumen aprobado por:

Dr. Javier Pliego Jiménez

Codirector de tesis

Dr. César Cruz Hernández

Codirector de tesis

En los últimos años, la robótica ha tenido un gran impacto en los campos de la ingeniería, la investigación científica y el sector aeroespacial. Entre los proyectos e investigaciones realizados en el sector privado, se destaca el caso de la empresa Starlink, cuyo objetivo es establecer una constelación de satélites para proporcionar servicios de internet, entre otros. A lo largo de la historia, los proyectos de investigación han evolucionado considerablemente; anteriormente, se desarrollaban equipos únicos capaces de llevar a cabo múltiples tareas, pero en la actualidad, el uso de enjambres robóticos o la colaboración de varios equipos en proyectos ha permitido alcanzar un mayor alcance y efectividad. El problema de sincronizar el movimiento de un grupo de vehículos o robots autónomos para realizar una tarea específica ha sido objeto de estudio en las últimas décadas, e involucra el movimiento coordinado de los elementos del grupo, con la mayoría de los esquemas propuestos centrándose en coordinar la posición y velocidad lineal relativa entre ellos. En este trabajo de investigación, se aborda el desafío de sincronizar la orientación de un enjambre de cuerpos rígidos, que pueden ser satélites artificiales, robots móviles o robots manipuladores. Coordinar la orientación de un cuerpo rígido en el espacio tridimensional es un problema más complejo que coordinar su posición, dado que generalmente implica trabajar en espacios no euclidianos y algunas parametrizaciones de la orientación presentan singularidades. Esta tesis doctoral tiene como objetivo proponer nuevos algoritmos de consenso y sincronización de orientación. Se exploran diferentes parametrizaciones y representaciones de la orientación, como matrices de rotación, coordenadas exponenciales y la representación de eje-ángulo. Se desarrollan controladores de regulación y seguimiento de orientación en el grupo Ortogonal Especial $SO(3)$, así como de orientación reducida en la 2-esfera para cuerpos rígidos completamente actuados. El diseño de la ley de control se realiza utilizando matrices de rotación y la velocidad angular como estados. Para el caso de la orientación reducida, solo se controlan dos grados de libertad del grupo especial ortogonal $SO(3)$, lo que resulta en un espacio de estados compuesto por un vector de dirección unitaria y la velocidad angular del cuerpo rígido. En ambos casos, se aprovecha la estructura en cascada del modelo cinemático y dinámico. La validación de los controladores diseñados en esta tesis se lleva a cabo teóricamente, mediante simulaciones y experimentos utilizando un banco de pruebas diseñado y construido en el Laboratorio de Sincronización y Sistemas Complejos, con el fin de evaluar el comportamiento del cuerpo rígido y los controladores implementados.

Palabras clave: Cuadricóptero, Consenso, Cuerpos rígidos, Enjambres robóticos, Sincronización