

Determinación precisa de posición y orientación relativa en satélites de arquitectura segmentada

Precise determination of relative position and orientation in segmented architecture satellites

Presentación: 07/10/2020

Doctorando:

Marco Alvarez Reyna

Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Córdoba, Argentina
malvarez@frc.utn.edu.ar

Director/es:

Julián Pucheta

Co-director/es:

Luís Canali

Juan Fraire

Resumen

El tema general de esta Tesis Doctoral es navegación, guiado y control para Sistemas Aeroespaciales Distribuidos (SAD). Los Satélites de Arquitectura Segmentada (SAS) son un tipo de SAD, donde dos o más satélites pequeños y simples, denominados segmentos, cumplen una función similar a la de un satélite monolítico tradicional. Algunos términos relacionados con SAS son: vuelo en formación, redes espaciales, instrumentos partidos y navegación en clúster, siendo éste último el tema particular de la presente investigación. Ésta propone centrarse en aspectos relacionados con la navegación relativa entre los segmentos, y su uso para el guiado y control de forma autónoma.

Palabras clave: navegación en clúster, órbita, orientación, procesamiento a bordo, guiado y control automático.

Abstract

The general topic of this PhD Thesis is about navigation, guidance and control for Distributed Aerospace Systems (DAS). Segmented Architecture Satellites (SAS) are an example of DAS, where a couple or more small and simple satellites (named segments) do a similar work than a traditional monolithic satellite. Terms related to SAS are: formation flying, space networks, parted instruments and cluster navigation, the latter being the particular topic of this Doctoral research. It proposes to focus on aspects related to the relative navigation (onboard precise determination of relative orbit and orientation) between the segments and their use in guiding and controlling them autonomously.

Keywords: cluster navigation, orbit, attitude, onboard processing, autonomous guidance and control.

Introducción

La presente investigación Doctoral aborda las Misiones Espaciales Satelitales a partir de un nuevo paradigma: Satélites de Arquitectura Segmentada (SAS) como parte de un Sistema Aeroespacial Distribuido (SAD).

Una misión espacial-satelital de arquitectura segmentada propone distribuir las funciones tanto de la plataforma de servicio como del módulo de carga útil en distintos satélites que se agrupan formando un clúster.

Cada uno de los satélites que conforman el clúster es llamado segmento. Cabe aclarar que si bien en general se hace referencia a los segmentos como segmentos de vuelo, en el paradigma de arquitectura segmentada una estación terrena también puede ser considerada como un segmento mas del sistema. Así mismo, un segmento puede estar constituido por dos o mas nodos.

El vuelo en clúster conlleva un gran esfuerzo de coordinación en la operación de los segmentos, por lo que la tendencia es a automatizar procesos vinculados a la prevención de colisiones, acoplamiento, reposicionamiento dentro de la constelación y posicionamiento preciso del instrumento distribuido.

Esto último implica un desafío tecnológico muy importante: controlar la posición relativa de los segmentos con extrema precisión.

Una de las principales tecnologías habilitantes asociada a este desafío tecnológico es la navegación en clúster.

La presente investigación Doctoral propone centrarse en aspectos referentes a la navegación relativa entre los segmentos y su utilización en el guiado y control de los mismos.

Los sistemas de guiado y control son consumidores de los datos generados por el sistema de navegación, por lo que modernamente se abordan las tres áreas como una sola temática general, permitiendo adquirir una visión sistémica del problema. De esta manera, introducirse en las disciplinas de guiado y control resulta fundamental para el desarrollo de la presente propuesta de Tesis Doctoral.

La navegación relativa típicamente se sirve de filtros para combinar diferentes fuentes de información y tipos de datos provenientes de sensores con niveles de precisión muy diferentes, para estimar los vectores de estado de los vehículos en tiempo real, por lo que se implementará la fusión de sensores a fin de obtener algoritmos de navegación con performance tal que contribuyan al estado del arte en la presente temática.

Para misiones de vuelo en clúster, ya sean cooperativas o no cooperativas, los requerimientos de precisión en los sistemas de navegación son usualmente más altos que para misiones donde un sólo satélite está involucrado. En potenciales aplicaciones como interferometría, o gravimetría, se puede requerir altísima precisión en posición y velocidad relativa. Por ejemplo, si se considera docking entre dos vehículos, los requerimientos pueden definirse en términos centímetros o milímetros de error en posición relativa.

Se espera que la tecnología de navegación en clúster permita ofrecer mejores prestaciones en la determinación precisa del estado del los segmentos y habilitar tanto el desarrollo de instrumentos partidos como también de sistemas aeroespaciales distribuidos. En particular los instrumentos partidos permitirían obtener información de origen espacial que de otra manera sería muy complicada y costosa de lograr con las tecnologías actuales.