

XXI Colóquio Brasileiro de Dinâmica Orbital - CBDO 2022

LIVRO DE RESUMOS



Satélite Amazônia 1

12 a 16 de dezembro de 2022

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE
São José dos Campos, SP, Brasil

A Eficiência Computacional Dos Filtros De Kalman Não-Lineares Sob A Perspectiva Da Estimação De Atitude

Roberta V. Garcia¹, Helio Koiti Kuga², William R Silva³, Leandro Baroni⁴, Maria Cecília Zanardi⁵, Paula C. P. M. Pardal⁶

¹ Universidade de São Paulo, USP, Lorena (SP), Brasil

² Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE, São José dos Campos (SP), Brasil

³ Universidade de Brasília, UNB, Brasília (DF), Brasil

⁴ Universidade Federal do ABC, UFABC, Santo André (SP), Brasil

⁵ Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Guaratinguetá (SP), Brasil (Aposentada)

⁶ Pesquisadora Independente

robertagarcia@usp.br, hkakinha@hotmail.com, william.reis@unb.br, ufmg.br,
 leandro.baroni@ufabc.edu.br, mc.zanardi@unesp.br, paulacristiane@gmail.com

Uma missão espacial envolve diversos requisitos que devem ser levados em conta para que o seu objetivo seja cumprido com excelência. Um dos requisitos fundamentais é a definição de como a estimação de atitude será realizada, para que o subsistema de determinação e controle de atitude possa estabilizar o veículo e orientá-lo nas direções desejadas durante a missão. Neste sentido, o objetivo deste trabalho é realizar uma análise do desempenho computacional (tempo de processamento e precisão dos resultados) obtido pelos Filtros de Kalman não-lineares durante o processo de estimação de atitude, quando dados simulados de telemetria e efemérides são levados em conta no processo. Nas últimas décadas muito se tem estudado sobre novos estimadores ou mesmo versões reformuladas de filtros já existentes aplicáveis ao problema de estimação de atitude com a premissa de resultados mais precisos e aplicáveis em tempo real. Desde as missões Apolo até os dias atuais, o *Extended Kalman Filter* (EKF) é amplamente utilizado no setor aeroespacial. Algumas desvantagens podem ser apontadas no uso do EKF como, em alguns casos, a linearização exigida pode oferecer uma representação com pouca precisão, o que pode levar a problemas de divergência, além da própria implementação do algoritmo que requer o cálculo de matrizes Jacobianas, podendo ser elas bastante complexas. Para superar os problemas consequentes da linearização e do cálculo das matrizes jacobianas necessários no EKF, outros estimadores foram desenvolvidos como, por exemplo, a família de algoritmos do Filtro de Kalman Sigma-Ponto em que, dentre eles, destacam-se neste trabalho o *Unscented Kalman Filter* (UKF) (Julier, S. J. *et al.*, 2004), o *Cubature Kalman Filter* (CKF) (Arasaratnam, I. *et al.*, 2009) e o *Central Difference Kalman Filter* (CDKF) (Van Der Merwe, R., 2004). Das comparações dos resultados da atitude estimada, observou-se que os estimadores UKF, CKF e CDKF são competitivos com o EKF, pois oferecem maior eficiência quando são submetidos a situações indesejadas, mantendo ainda um tempo de processamento adequado para aplicações reais.

Referências

- Julier, S. J. *et al.*, "Unscented filtering and nonlinear estimation". Proc. IEEE. v.92, 2004.
- Arasaratnam, I. *et al.*, "Cubature Kalman Filter", IEEE Trans. Autom. Control, v.6, 2009.
- Van Der Merwe, R., "Sigma-point Kalman filters for probabilistic inference in dynamic state-space models", Oregon Health & Science University, 2004.