

順滑模態控制於衛星姿態與太陽能板減振效果之研究

李居翰、陳志鏗、陳俊達

E-mail: 322071@mail.dyu.edu.tw

摘要

本研究主要是以航太衛星模擬做為研究對象，使用繪圖軟體Solid Works建立電腦模型，其中繪製元件包含衛星本體(內含三軸之動量飛輪)、兩端掛載太陽能板與三角支架。為了達到更加精確的模擬成效，我們將實際所得到之各部位質量與相關參數匯入欲使用的動態模擬軟體中，藉以探討衛星在外太空無重力的環境下其姿態控制成效與太陽能板振動傳至本體之情形。由於衛星運作的環境較為特殊，其結構複雜且元件精密，導致在維修方面並不容易，因此為避免維修時所帶來的困難與衝擊，以及經費上的損失，在狀況發生前若能預先提高其自身控制效能與抑制外力因素所導致的振動現象，便能夠降低執行上的風險，以上問題便顯得相當重要。本研究即針對這兩方面做探討，使用順滑模態控制 (Sliding Mode Control, SMC) 其強健性的優勢做為衛星姿態控制的主要設計依據；另外將太陽能板做彈性體(Flexible-Body)之處理，觀察當衛星姿態改變時，其誤差跟隨之情形，與振動波由太陽能板尾端傳至本體時之影響。進而對於衛星姿態控制方面能更具有效益和減振目標之實現。

關鍵詞：衛星姿態控制、減振、順滑模態控制、彈性體

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 博碩士論文暨電子檔案上網授權書iii 中文摘要iv ABSTRACTv 誌謝iv 目錄v 圖目錄iv 表目錄iv 第一章 緒論1 1.1 前言1 1.2 文獻回顧2 1.3 研究動機與目的4 1.4 論文架構7 第二章 衛星機械結構、動力學與姿態理論11 2.1 衛星基本機械結構介紹與我國衛星發展11 2.2 座標定義15 2.2.1 慣性座標系16 2.2.2 本體座標系17 2.2.3 尤拉角之座標系轉換法18 2.3 運動學數學模型20 2.3.1 慣性矩20 2.3.2 體座標與慣性座標於重心、中心和角速度21 2.3.3 運動方程式23 2.4 姿態控制理論27 第三章 順滑模態控制器之設計與介紹30 3.1 順滑模態介紹30 3.2 順滑模態控制器設計與介紹31 第四章 衛星姿態控制減振模擬成效38 4.1 衛星本體未搭載太陽能板模擬結果44 4.2 衛星兩端搭載太陽能板模擬結果47 4.3 衛星兩端搭載太陽能板並給予干擾力模擬結果51 4.3.1 太陽能板尾端施予正向干擾力模擬結果53 4.3.2 衛星本體內部給予干擾力矩模擬結果55 4.4 衛星太陽能板材料置換彈性體後模擬結果58 4.4.1 彈性體材料性質與物理意義59 4.4.2 彈性體模擬條件設定60 4.5 彈性體模擬條件設定63 4.6 兩端太陽能板更改為彈性體給予干擾力模擬結果65 4.6.1 太陽能板尾端施予正向干擾力模擬結果66 4.6.2 太陽能板尾端施予干擾力矩模擬結果69 4.7 正向力振動模擬結果72 第五章 結論與未來展望76 參考文獻78

參考文獻

- [1] 張崇偉, “順滑模態控制器於空氣彈力系統之應用,” 國立成功大學航空太空工程學系研究所碩士論文, 2008.
- [2] 吳文傑, “強健控制器設計及其於水位控制之應用,” 國立成功大學航空太空工程學系研究所碩士論文, 2008.
- [3] Hyochoong Bang, Cheol-Keun Ha and Jin Hyoung Kim, “Flexible spacecraft attitude maneuver by application of sliding mode control,” Acta Astronautica, Elsevier Journal, pp.841–850, 2005. Vol. 24m, No.1, January-February 2001.
- [4] Panagiotis Tsiotras, Haijun Shen and Chris Hall, “Satellite Attitude Control and Power Tracking with Energy/Momentum Wheels,” Journal of Guidance, Control, and Dynamics. Vol.24, No.1, January-February 2001.
- [5] K. Benjamin., Henderson, and K Keith., Denoyer, “Recent Transitions of Smart Structures Technologies through Flight Experiments,” Air Force Research Laboratory, Kirtland AFB, NM 87117-5776. CSA Engineering, Inc., Albuquerque, NM 87106.
- [6] Dan Quenon, Jim Boyd, Paul Buchele, Rick Self, Torey Davis, Tim Hintz and Jack Jacobs “Miniature Vibration Isolation System for Space Applications,” Honeywell Satellite Systems Operation, Glendale A.Z.
- [7] Ma Kougen., N. Mehrdad, and Ghasemi-Nejhad “MIMO Adaptive Control of Thruster-Firing-Induced Vibration of Satellites Using Multifunctional Platforms,” Intelligent and Composite Materials Laboratory, Department of Mechanical Engineering University of Hawaii at Manoa (UHM), Honolulu, HI 96822.
- [8] S. Varma and K.D. Kumar “Fault tolerant satellite attitude control using solar radiation pressure based on nonlinear adaptive sliding mode,” Acta Astronautica, Elsevier Journal, pp.486–500, 2010.
- [9] Segen, Tsukuba-shi, Ibaraki-ken, “Motion Control of the Satellite Mounted Robot Arm which Assures Satellite Attitude Stability,” Acta Astronautica, Elsevier Journal, Vol. 41, No. 11, pp.739–750, 1997.
- [10] Alexey Bobtsov, Nikolay Nikolaev and Olga Slita “Adaptive control of libration angle of a satellite,” Mechatronics, Elsevier

Journal,pp.271~276, 2007.

[11] Ping Guan, Xiang-Jie Liu and Ji-Zhen Liu “ Adaptive fuzzy sliding mode control for flexible satellite, ” Engineering Application of Artificial Intelligence,pp.451~459, 2005.

[12]B.J. Kim, H. Lee and S.D. Choi “ Three-axis Reaction Wheel Attitude Control System for KITSAT-3 Microsatellite, ” Space Techno, Vol.16, No.5/6 ,pp.291~296, 1996.

[13] 鄭建榮, “ 虛擬樣機技術入門與提高, ” 機械工業出版社.

[14] 傅增隸, “ 電腦輔助工程設計:ADAMS基礎應用手冊, ” 高立圖書有限公司.