



2015 中技社科技研究獎學金

CTCI Science and Technology Research Scholarship



非線性容錯控制設計及其應用

Nonlinear Fault-Tolerant Control Design and Its Applications

國立交通大學 電控工程研究所 博士班五年級 陳智強
指導教授：梁耀文教授

研究重點

隨著科技的快速發展，各種系統之設備規模、複雜程度以及所投注的資金都不斷的提昇，若系統具有不正常之運作或發生故障時將可能導致嚴重的危險及可觀的生命財產損失。本研究採用一種被稱為積分型順滑模控制 (integral sliding mode control, ISMC) 的技術來針對非線性系統進行容錯控制律設計與分析。本研究所提出之容錯控制律 (演算法) 的可實現性相較於傳統設計方法可被大幅地提升，且受控系統更具有響應速度快與抗外在雜訊干擾之強健性。另外，在此研究中我們也探討系統的控制冗餘特性，並透過積分型順滑模控制的特性來設計致動器輸出自動分配機制，使得閉迴路系統在正常運作及發生容許的故障情況下，都能擁有相同的軌跡響應，藉此達到降低設計複雜度及提昇性能表現與安全容錯之目的。

研究成果

1. 車輛防鎖死煞車系統 (anti-lock brake system) 之 ISMC 容錯控制演算法：

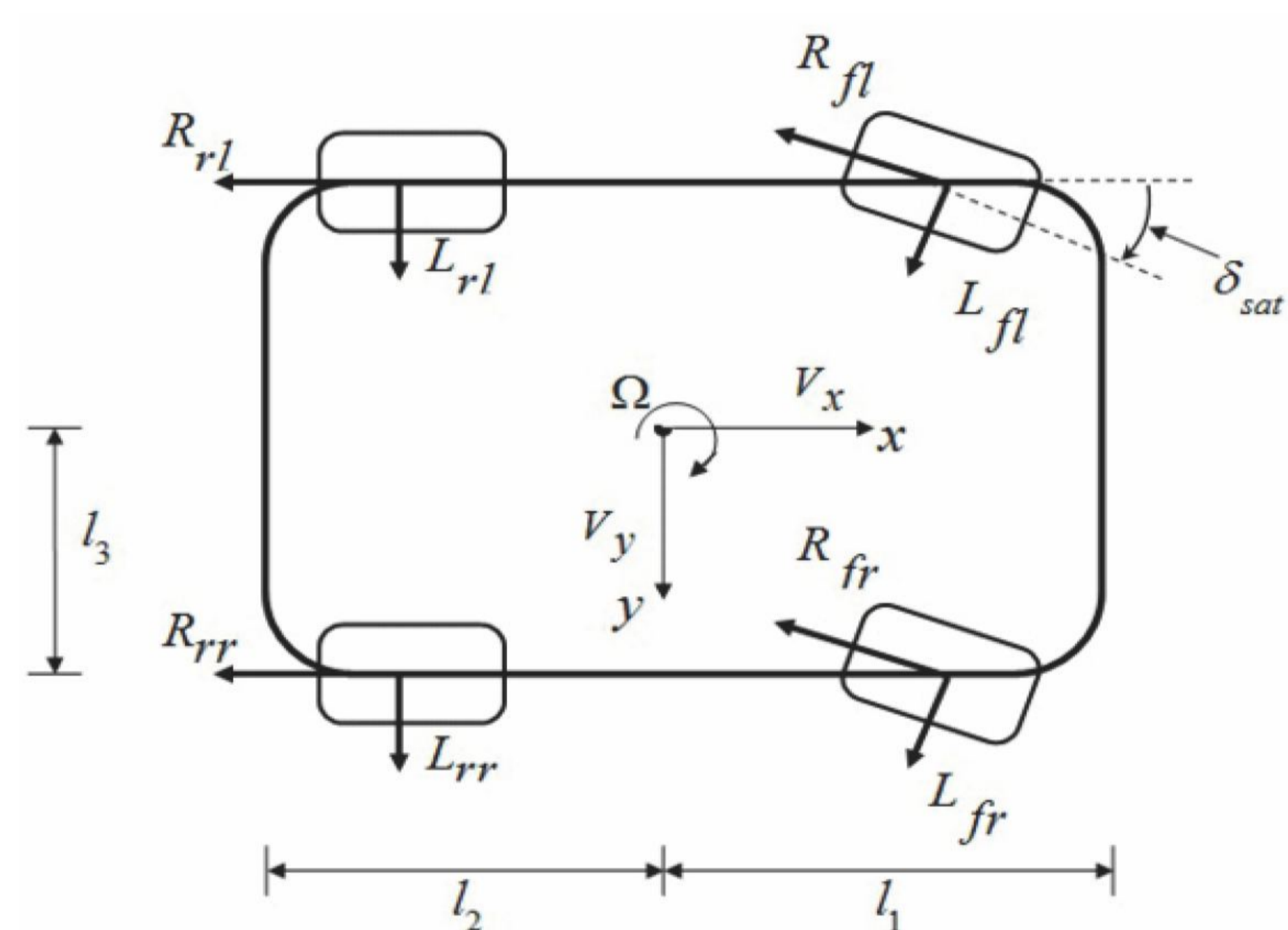


Fig. 1 車輛模型

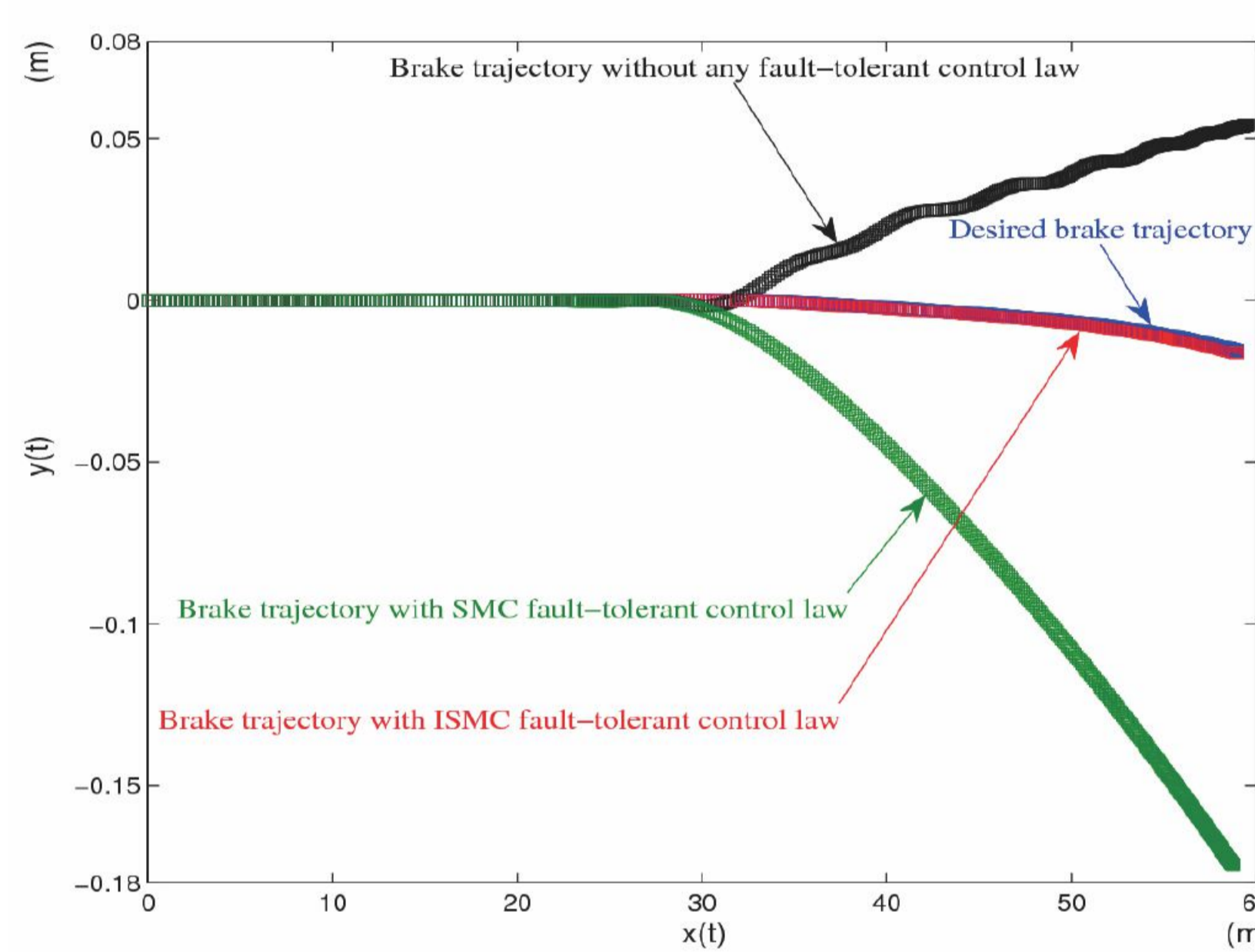


Fig. 2 左後輪煞車制動器損時壞煞車軌跡

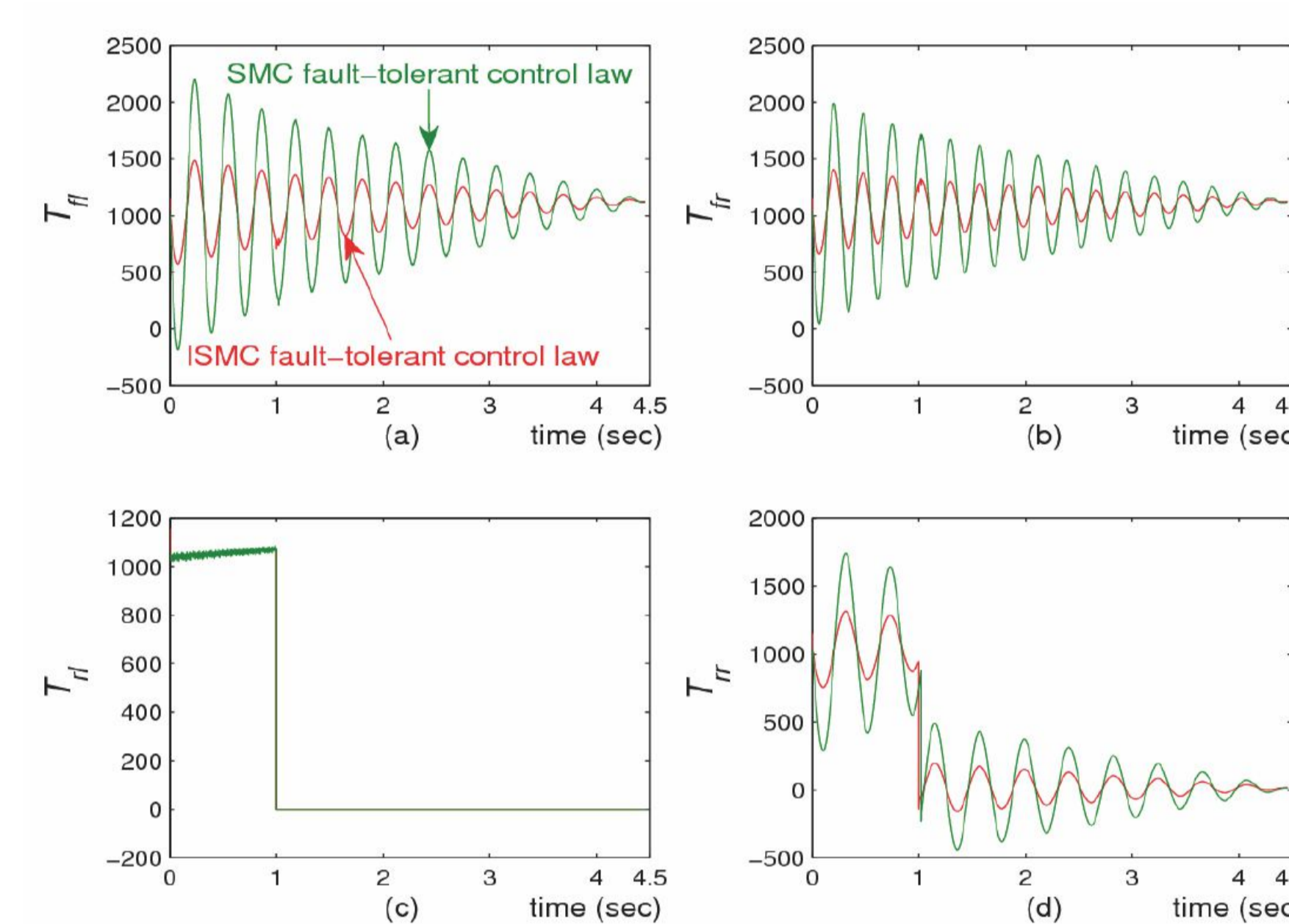


Fig. 3 煞車力矩

在所設計的容錯控制演算法之下，當車輛左後輪煞車制動器 (actuator) 發生故障時，車輛仍能夠保持穩定煞車性能；此外，煞車軌跡亦能夠保持與最佳煞車軌跡一致。

2. 具響應軌跡預測之新型 ISMC 容錯控制演算法 - 應用於衛星姿態穩定化控制：

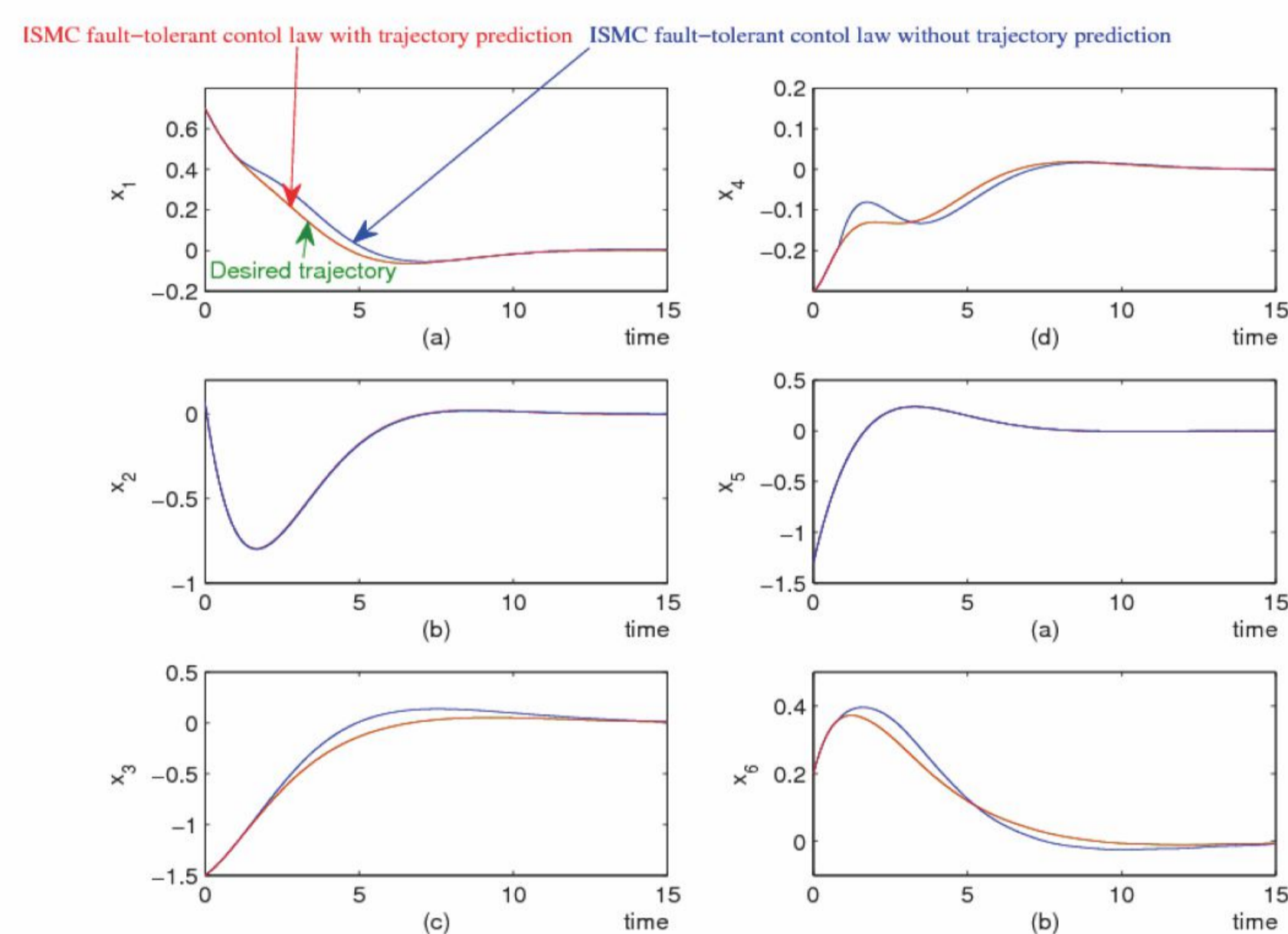


Fig. 4 衛星尤拉角(x1, x2, x3)與角速率(x4, x5, x6)

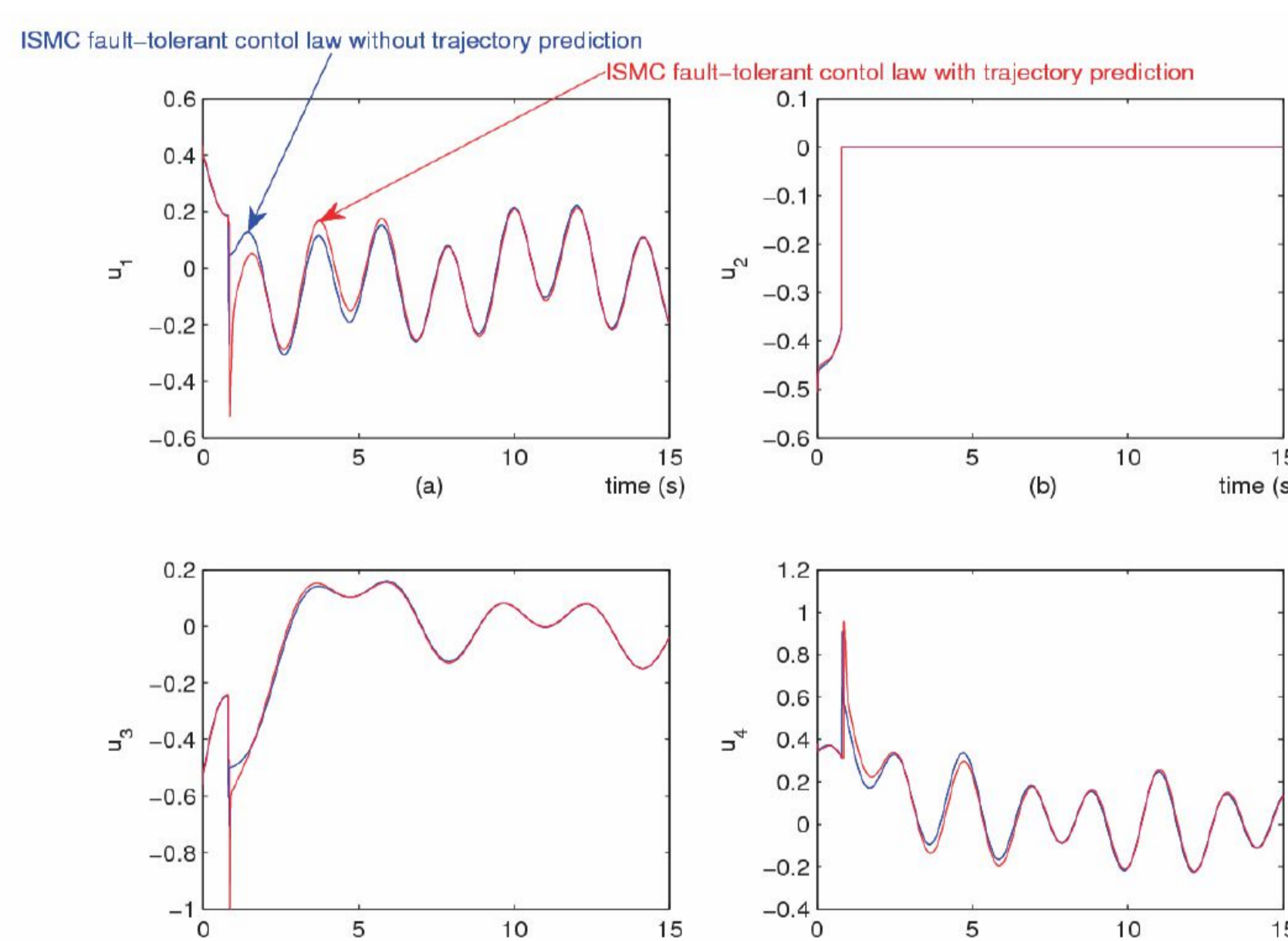


Fig. 5 衛星四個反應輪之力矩

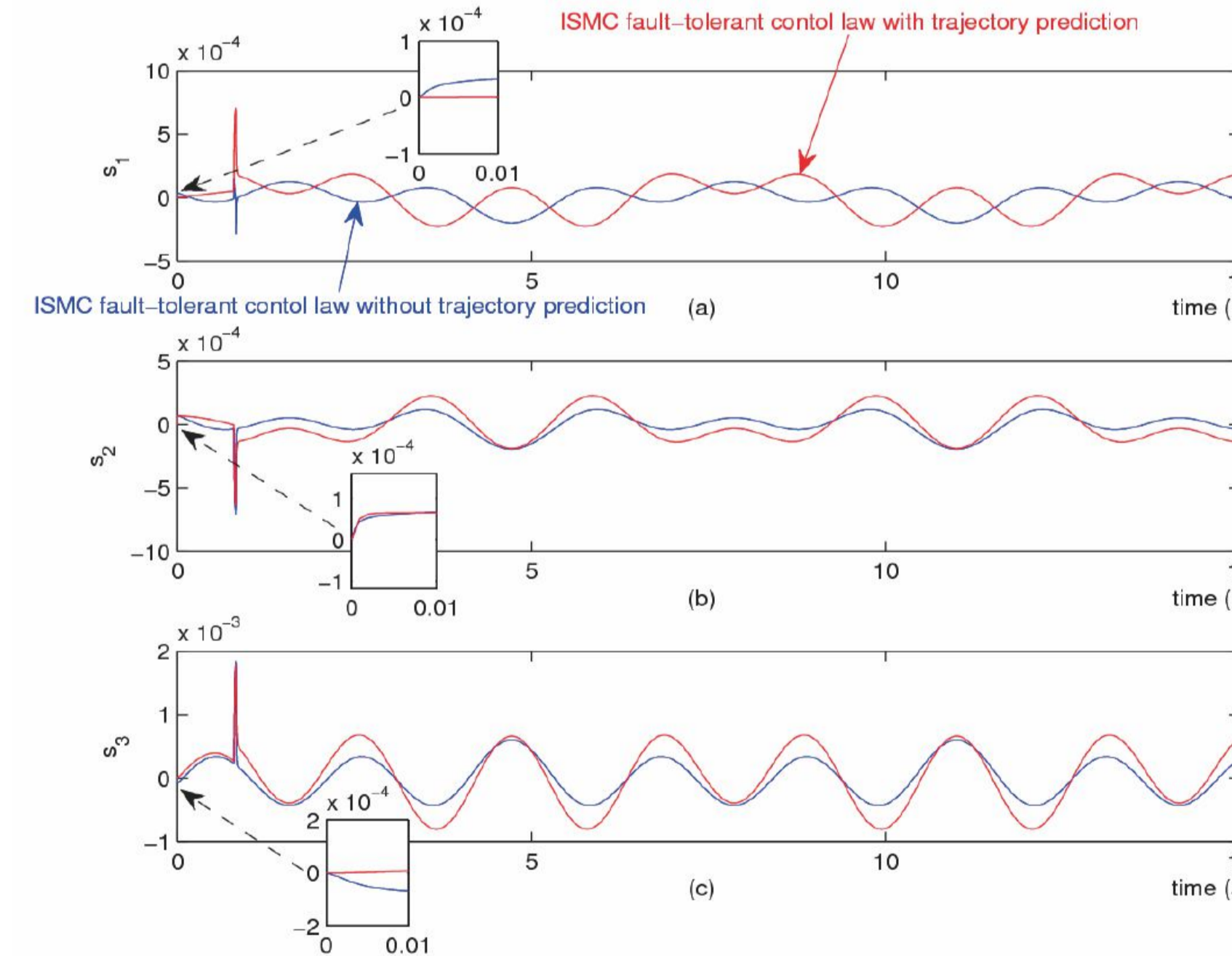


Fig. 6 順滑變數

在此新型容錯控制演算法下，衛星系統在第二個反應輪 (reaction wheel) 發生故障時，其姿態穩定化任務仍可被成功執行，且其軌跡 (響應) 會與工程師事先設計的無干擾系統 (nominal system) 軌跡一致。

研生活與心得

衷心地感謝梁耀文教授將我領入了控制研究領域的大門，讓我能有機會獲得些許的研究成果。同時，感謝中技社及所有評審委員對於我的肯定。身為學術理論的研究者，獲得研究成果時的喜悅難以用言語形容。四年多的博士班時光只是研究生涯的開端，勤奮、努力、保持熱情！自勉，共勉之。