

金屬應變計式六分量力感測器之研究

卓鴻隆、劉勝安

E-mail: 9612392@mail.dyu.edu.tw

摘要

中文摘要 金屬應變計式六分量力感測器係利用在特定位置貼有應變計而能感受互相垂直的三軸方向的三個力及三個力偶之彈性體的變形來改變應變計的電阻值，配合惠斯登電橋(Wheatstone Bridge)及其控制電路，能使其依感測彈性體的變形量比例得到輸出電壓，因此能精確得知所承受的各方向的負載。六分量力感測器依其對各方向負載的交互影響程度分為耦合型與非耦合型。本研究將就所設計的耦合型與非耦合型兩種感測彈性體，利用電腦輔助工程分析套裝軟體(Cosmos/M)之有限元素法及最佳化法作模擬分析，以了解應力、應變分布情形及位移量，作為應變計黏貼位置與方向的參考及預期感測器之各項特性。利用各負載產生之應變，推導出力與應變的關係矩陣，以期模擬六分量感測器所能感測外力大小。本文內容共分成四章：第一章概論，對金屬應變計式六分量力感測器作一簡介及敘述本研究之動機及目的。第二章基本理論，本單元將對六分量力感測器理論基礎作一闡述及推導，包括六分量力感測器之感測原理、有限元素法之元素及座標轉換、彈性力學理論、最佳化法及六分量力感測器特性等。第三章設計實例分析與結果，在本章裡將針對所設計之耦合型與非耦合型兩款六分量力感測器運用有限元素法及最佳化法執行分析模擬，此外亦對改善六分量力感測器之輸出信號均致的方法作一探討。第四章結論，對本研究之結果作一總結與建議。

關鍵詞：感測器；力感測器；最佳化設計

目錄

第一章 概論.....	1	1.1前言.....	1	1.2研究動機與目的.....	3	1.3研究目標與內容.....	4
第二章 基本理論.....	5	2.1電阻式應變計原理.....	5	2.2惠斯登電橋.....	6	2.2.1定電壓驅動之惠斯登電橋.....	7
2.2.2定電流驅動之惠斯登電橋.....	7	2.3六分量力感測器感測原理.....	9	2.4有限元素法概要.....	11	2.5元素型式及座標轉換.....	12
2.6彈性力學理論.....	20	2.6.1彈性條件.....	20	2.6.2平衡條件.....	22	2.6.3相容條件.....	23
2.7最佳化設計理論.....	24	2.7.1數學模式的建立.....	24	2.7.2數值方法的選取.....	25	2.8感測器特性指標.....	27
2.8.1校準矩陣.....	27	2.8.2條件係數.....	28	第三章 設計實例分析與結果.....	29	3.1 偶合型六分量力感測器.....	31
3.2 非偶合型六分量力感測器.....	46	3.3 改善條件係數之研究.....	62	3.4六分量力感測器設計原型.....	74	第四章 結論.....	78
4.1結論.....	78	4.2.建議.....	78	參考文獻.....	79		80

參考文獻

- [1] 許書務, 感測器規格表 電子技術出版社, 民國86.
- [2] D. k. Alexander, Transducers and Their Element, PTR Prentice Hall, 1994.
- [3] W. D. James, F. R. William, and G. M. Kenneth, Instrumentation for Engineering Measurements,1993.
- [4] 盧明智, 盧鵬任, 感測器應用與線路分析 全華科技圖書, 民國88.
- [5] 賴豐言, “應變計式壓力感測器最佳化設計” 大葉大學碩士論文, 1998.
- [6] 吳朗, 感測與轉換-原理、原件與應用, 全欣資訊圖書, 民國83.
- [7] 增田良介, 機械控制的感測器技術入門 夫子出版社, 民國76.
- [8] D. J. Dawe著, 劉為源譯. 結構體的有限元素法, 東華書局, 民國81.
- [9] R. C. Tirupathi, D. B. Ashor, Introduction to Finite Element in Engineer, 1997.
- [10] 陳昆宗, “新型六分量腕關節力感測器之設計” 逢甲大學碩士論文, 民國85.
- [11] L. S. Frank, Applied Finite Element Analysis for Engineers, 1985.
- [12] 劉惟信, 機械最優化設計, 清華大學出版社(北京), 1994.

- [13] P. Papalambros, D. J. Wilde, Principles of Optimal Design, 1988.
- [14] 徐業良, " 工程最佳化設計 " 宏明圖書,民國84.
- [15] H. V. Brussel, I. H. Belien, and I. H. Thielemans, " Force Sensing for Advanced Robot Control, " Robotics, Vol.2, pp.139-148, 1986.
- [16] M. Uchiyama, E. Baya, and E. Palma-villalon, " A Systematic Design Procedure to Minimize a Performance Index for Robot Force Sensors " Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, Vol.113, pp388-394, 1991.
- [17] S. W. David, Fundamentals of Matrix Computations, 1991.
- [18] E. Bayo, J. R. Stubbe, " Six-Axis Force Sensor Evaluation and a New Type of Optimal Frame truss Design for robotic Application, " Journal of robotic System, Vol.6, No2, pp.191-208, 1989.
- [19] G. B. Thomas, D. M. Roy, and H. L. V. John, mechanical Measurement, 1993.