

具雙十字型結構之六軸力感測器之設計與最佳化研究

阮志鳴、劉勝安

E-mail: 9126581@mail.dyu.edu.tw

摘要

應變計式力感測器係利用感測彈性體在受力後產生變形，使黏貼其上特定部位的應變計產生伸長或縮短，使得應變計之電阻發生改變，繼而透過由應變計所構成的惠斯登電橋電路，輸出一定之電壓，作為判斷負載大小之依據。本文乃係針對應變計式力感測器進行研究及對力感測彈性體進行設計及其最佳化。應變既是力感測器的輸出靈敏度是否良好主要取決於感測彈性體的變形能力。本文應用了有限元素與最佳化的設計技法對感測彈性體的設計提供一合理的分析程序，並設計出新型的感測彈性體，不但計算出新型感測彈性體在額定負載及其它限制條件下的最佳尺寸參數數值，並詳細指明應變計的最佳黏貼部位與方向，及由應變計所構成的橋式電路之輸出電壓靈敏度。來獲得一性能良好的感測器，使具最佳的感測靈敏度與感測非耦合性外，並改善現今感測器最為欠缺之感測均致性缺失。

關鍵詞：力感測器；應變計；惠斯登電橋

目錄

第一章概論--P1 1.1前言--P1 1.2研究動機與目的--P2 1.3研究目標與內容--P3 第二章理論基礎--P5 2.1分量力感測器之感測原理--P5 2.2有限元素法--P8 2.2.1有限元素模型--P9 2.3賈氏座標轉換矩陣--P11 2.4應力、應變與位移--P14 2.4.1應力與應變之關係--P14 2.4.2應力與位移之關係--P16 2.5電阻式應變計與惠斯登電橋--P17 2.5.1應變與阻抗之關係--P18 2.5.2惠斯登電橋原理--P20 2.6多分量力感測器之偶合效應探討--P21 2.6.1校準矩陣與交錯靈敏度係數--P21 2.6.2條件係數--P23 2.7最佳化設計理論--P24 第三章雙十字型結構之六分量力感測器最佳構形之模擬分析--P29 3.1十字型感測器作為初步設計構想--P31 3.2兩十字型力感測器作為構形設計--P32 3.3感測器之設計考量--P35 3.4雙十字型力感測器初始設計分析--P36 3.5雙十字型力感測器之最佳尺寸模型與結構分析--P39 3.6力感測器之有限元素模擬分析--P54 第四章結論--P66 4.1結論--P66 4.2建議與未來展望--P67 參考文獻--P68

參考文獻

- [1] LU-PING CHAO,CHING-YAN YIN."THE SIX-COMPONENT FORCE SENSOR FOR MEASURING THE FEET IN LOCOMOTION,"MATERIALS AND DESIGN (1999) 237-244.
- [2] E.BAYO AND J. STUBBE,"SIX-AXIS FORCE SENSOR EVALUATION AND A NEW TYPE OF OPTIMAL FRA -ME TRUSS DESIGN FOR ROBOTIC APPLICATIONS".
- [3] W. L. JIN AND C. D. MOTE, "A SIX-COMPONENT SILICON MICRO FORCE SENSOR,"SENSOR AND ACTUATORS A, VO1. 65, PP. 109-115, 1998.
- [4] 曾田郎介, 機械控制的感測器技術入門 夫子出版社, 民國76.
- [5] D. J. DAWE 著, 劉為源譯."結構體的有限元素法,"東華書局,1985.
- [6] R. D. COOK, D. S. MALKUS, AND M. E. PLESHA,"CONCEPTS AND APPLICATIONS OF FINITE ELEMENT ANALYSIS,"JOHN WILEY AND SONS,INC,1984.
- [7] 賴明福, 人體步態週期運動時雙足受力量測, 逢甲大學碩士論文,1996.
- [8] 羅炎陽, 虛擬機器人觸覺能力之研究, 國立交通大學碩士論文, 1995.
- [9] 吳朗, 感測與轉換-原理、元件與應用, 全欣資訊圖書, 1993.
- [10] J. W. DALLY AND W. F. RILEY,"EXPERIMENTAL STRESS ANALYSIS,"MCGRAW-HILL, INC.,1989.
- [11] 卓鴻隆, 金屬應變計式六分量力感測器之研究, 大葉大學碩士論文,民國九十年六月.
- [12] 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.
- [13] 賴育良, 林啟豪, ANSYS電腦輔助工程分析, 儒林出版社.
- [14] VAN BRUSSEL, IR. BELIENAND IR. H. THIELEMANS, "FORCE SENSING FOR ADVANCED ROBOT CONTROL,"ROBOTICS 2(1986).
- [15] GAB-SOON KIM, DAE-IM KANG, SE-HUN RHEE, "DESIGN AND FABRICATION OF A SIX-COMPONENT FORCE MOMENT SENSOR,"SENSORS AND ACTUATORS 77 1999 209-220.
- [16] APARECIDO A. CARVALHO, ROBERT G. RADWIN,"A NEW METHOD FOR EXTENDING THE RANGE OF CONDUCTIVE

- POLYMER SENSORS FOR CONTACT FORCE,"INTERNATIONAL JOURNAL OF INDUSTRIAL ERGO -NOMICS 17 (1996) 285-290.
- [17] CHUL-KANG,"CLOSED-FORM FORCE SENSING OF A 6-AXIS FORCE TRANSDUCER BASED ON THE STEWA -RT PLATFORM,"SENSORS AND ACTUATORS A 90 (2001) 31-37.
- [18] S. W.DAVID, FUNDAMENTALS OF MATRIX COMPUTATIONS, 1991.
- [19] L. S. FRANK, APPLIED FINITE ELEMENT ANALYSIS FOR ENGINEERS, 1985.
- [20] D. K. ALEXANDER, TRANSDUCERS AND THEIR ELEMENT, PTR PRENTICE HALL,1994.
- [21] W. D. JAMES, F. R. WILLIAM, AND G. M. KENNETH,INSTRUMENTATION FOR ENGINEERING MEASUR -EMENTS, 1993.
- [22] 劉惟信, 機械最佳化設計, 清華大學出版社(北京), 1994.
- [23] 何建賢, 機械臂沿不規則表面做順應運動知應用, 國立中央大學碩士論文, 1996.
- [24] 雷文邦,"輪型六分量力感測器於汽車進行車輪受力量測,"逢甲大學碩士論文,1997.
- [25] 張英輝,"觸覺指尖型感測器之設計,"交通大學碩士文,1996.