



雷射振鏡馬達振動分析及除振技術之研究

Research on Inertial-Sensing-Based Vibration Analysis and Suppression System for Laser Galvanometers

周柏寰¹ 許煜亮² 張興政³ 楊士進⁴ 陳昱態⁵ 朱玉鳳⁶

¹工研院機械所 控制核心技術組 機電控制整合部 研究員

²逢甲大學 自動控制工程學系 助理教授

³逢甲大學 自動控制工程學系 教授

⁴台灣大學 機械工程學系 助理教授

⁵逢甲大學 自動控制工程學系 研究生

⁶工研院機械所 控制核心技術組 機電控制整合部

摘要

本研究旨在開發一套基於慣性感測技術之雷射振鏡馬達振動分析與除振系統並應用於抑制雷射振鏡馬達的扭力共振頻率。我們將針對本研究所需相關硬軟體實現、演算法理論及實際應用之開發與設計，完成下列工作項目：(1)開發一套具輕重量、小體積、低功耗、低成本與高可靠度之振動訊號感測模組；(2)開發高效能之振動分析與除振演算法；(3)建構高效能之梳狀濾波器。最後，本研究將整合所研發之振動訊號感測模組、振動分析與除振演算法及梳狀濾波器為一振鏡馬達振動分析及除振系統平台，來加以抑制雷射振鏡馬達的振動問題，進而改善雷射振鏡系統的精準度及穩定度。

Abstract

The objective of this study is to develop an inertial-sensing-based vibration analysis and suppression system for laser galvanometers. The system is designed to measure and analyze the vibrations during rotation motions of galvanometers. Comb filter is designed to effectively restrain the vibrations of the galvanometers. In order to accomplish the objectives, we firstly develop a light, small size, low power, low cost, and reliable inertial-sensing-based measurement module to measure the vibration signals of the galvanometers. Secondly, an efficient and robust vibration analysis and suppression algorithm is developed to deduce the resonance frequency of the galvanometers. Finally, an efficient comb filter is developed to restrain the vibrations of the galvanometers. The vibration measurement module, vibration analysis, suppression algorithm and comb filter are integrated in a platform to restrain the vibrations of the galvanometers, and improve the accuracy and stability of the laser galvanometer scanning systems.

關鍵詞

振鏡馬達、慣性感測技術、振動分析、振動抑制、梳狀濾波器



Keywords

Galvanometer、Inertial Sensing Technology、Vibration Analysis、Vibration Suppression、Comb Filter

前言

近年來，由於電子產品發展趨勢日益微小化及雷射加工技術的蓬勃發展，雷射加工技術在焊接、切割、雕刻、鑽孔、標記、補模、表面處理等工業應用上已逐漸取代傳統機械加工方式。一般而言，雷射振鏡系統架構主要包含了雷射光源、X 及 Y 掃描鏡、振鏡馬達(galvanometer)及控制器所組成，其工作原理為當雷射光源射入至 X 及 Y 掃描鏡時，電腦會將使用者所設定之圖形轉換為用以驅動振鏡馬達的電壓訊號；接著，振鏡馬達則會依照驅動電壓之改變而改變其轉動角度進而改變 X 及 Y 掃描鏡的反射角度；最後，雷射光源會因 X 及 Y 掃描鏡的反射角度聚焦在特定的位置點上執行使用者所設定之圖形；而振鏡馬達透過控制 X 及 Y 掃描鏡的角度，進而控制雷射光源的行進方向，並藉此調整雷射焦距，主要是影響雷射焦點的準確性[1]。由於振鏡馬達的轉動是屬於高速的擺動運動，因此馬達會因為轉動的不平衡而產生扭力共振頻率，其會使馬達產生高溫且產生尖銳的高頻噪音，進而影響振鏡馬達的精準度及穩定度；若不適時地設計振動濾波器來加以抑制，更可能造成馬達線圈的燒毀[2]。由此可知，在驅動振鏡馬達之前匹配適當的濾波器來加以抑制扭力共振頻率，將有效地提升雷射振鏡系統的精

準度及穩定度。因此，本計畫之目標為利用加速度計來加以有效量測到振鏡馬達振動訊號，透過頻譜分析找到其扭力共振頻率，進而設計梳狀濾波器(comb filter)來加以抑制其振動訊號，使雷射振鏡系統具有高精準度及高穩定度之特性[3-5]。

系統架構

為了準確地量測到振鏡馬達轉動時在三維空間中所產生的振動訊號，本計畫將整合 Arduino 微控制器、慣性感測器(加速度計及陀螺儀)及藍牙無線傳輸模組來實現振鏡馬達振動訊號感測模組，來加以量測振鏡馬達轉動時振動所產生的加速度及角速度訊號；為了有效量測及分析振鏡馬達轉動時所產生的高頻振動，本計畫亦採用德國 MMF 的壓電式加速規(KS95B100)來加以量測高頻振動訊號。

1. 基於 Arduino 微控制器之振動訊號感測模組

本計畫目前已完成開發基於 Arduino 微控制器之振動訊號感測模組，其中包含了 Arduino 微控制器、加速度計、陀螺儀及無線射頻模組，尺寸為 40mm × 50mm × 8mm，如圖 1(a)所示。以下就振動訊號感測模組中的主要元件進行簡述：(1)微控制器(arduino pro mini)：Atmega328 之處理器，除了小體積、工作時脈可達到 16 MHz

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】410期・106年5月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw