



應用於 雷射振鏡掃描畸變補償 之系統控制設計

The System Control Design applied
to Compensating Distortion
of Laser Galvanometer Scanning System

林如錚

交通大學
電機與控制工程研究所
微系統與控制實驗室

邱俊誠

交通大學
電機與控制工程研究所
微系統與控制實驗室
教授

關鍵詞

- 振鏡系統 Galvanometer System
- 系統鑑別 System Identification
- 轉移函數 Transfer Function
- 畸變失真 Distortion
- 補償 Compensation

摘要

現今電子產品為求外型輕小，許多電子產品之製造上都會透過雷射加工技術進行相關製造，因此已逐漸取代傳統機械加工方式。但是由於系統中包含了光學透鏡與轉動掃描振鏡等非線性元件，因此產生了許多的畸變失真的問題。為了解

決畸變失真的問題，本研究針對雷射掃描系統之畸變理論進行分析，透過振鏡系統動態方程式的推導與系統判別的方式完成系統轉移函數，進而設計適當之控制器以抑制產生的桶形或是枕形畸變。其中為了進行系統鑑別，本研究使用 PSD (Position Sensing Diode) 元件建構一個雷射訊號動態量測系統，用以偵測雷射振鏡系統的動態特性，進而求取系統轉移函數的相關係數，建構完整系統模型。

In order to achieve light and small specifications, manufactures of many electronic products were processed through the laser machining technology, therefore the traditional mechanical processing methods have been replaced gradually. In various laser machining, scanning laser processing systems had been widely used in industry



recently. However, the system includes some non-linear components such as optical lens and rotational scanning mirrors, results in a lot of distortion problems. In order to solve the problems of distortion, the laser scanning system analysis, compensation and improvement of distortion are investigated in this project. Distortion analysis are achieved by investigating the system transfer function through system identification method. Then we design a controller to compensate the pincushion barrel distortion. In here, a laser dynamic measure system is completed by PSD sensor. By completing the measured system, we can obtain the experimental dynamic data of laser scanning system. The system coefficient can be decided, so that the model of the laser scanning system can be identified.

前言

在眾多雷射應用，掃描雷射加工系統廣泛的被使用於工業上，但是由於系統中包含了光學透鏡與轉動掃描鏡等非線性元件，因此產生了許多的畸變失真的問題，當畸變產生時就會影響到雷射掃描的成像品質及定位精度。

雷射掃描系統最常發生的畸變包括因為掃描鏡片的偏轉角和平面坐標之間存在著本質的非線性映射關係而產生的枕形畸變、F- θ 透鏡產生的桶型畸變，除此之外，當振鏡系統在高速掃描的情況下，兩軸的振鏡在點到點之間移動的時間非常短暫，此移動時間往往比振鏡轉動到達定點的

穩定時間要小得許多，在每次移動的時間間隔中，振鏡尚未轉動到目標位置，又再度被驅動往下一個位置，導致雷射掃描的成像產生誤差。

畸變分析係透過振鏡系統動態方程式的推導與系統鑑別的方式將實際的動態系統轉換成數學模型，而後設計適當之控制方法縮短振鏡轉動的穩定時間，使其小於轉動時間，此校正機制即為畸變補償。

系統鑑別

系統識別的目的是根據實驗結果，建立起輸入輸出之間的數學關係(亦稱為數學模型)。在連續時間(continuous-time)系統中通常以微分方程式(differential equation)(或拉普拉斯轉換之轉移函數)表示之，而在離散時間系統中以差分方程式(difference equation)(或z轉換之轉移函數)表示之。

個別軸向掃描機制的動態模型將包含振鏡光學角與馬達轉子轉動角的光學方程式及馬達與驅動訊號的機電方程式，將整體光機電模式做一完整的建立。而系統判別在控制系統中是相當重要的一個環節，它是控制系統分析與設計中，相當重要的一項工具。在對實際系統作分析時，雖然利用了機械、電學等理論建立了系統的動態模型，然而對於模型中的參數卻是一無所知。由於不曉得其中的參數值，將無法判斷正確的系統轉移函數，也就無法瞭解系統的特性，因此必須藉由系統判別方法，來找出實際系統的數學模型，之後才能對此系統進行分析與瞭解，最後依照目標對此系統設計補償器或控制器。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】347期・101年2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