



CNC之網路即時 線性馬達動態模式鑑別 及智慧型伺服調機

Real-Time System Identification
and Intelligent Servo Tuning Technique
for Linear Motor-Based CNC

黃榮興

逢甲大學
自動控制工程系
教授

徐丞信

逢甲大學
自動控制工程系

林俊良

國立中興大學
電機工程系
講座教授

關鍵詞(Keywords)

- 線性馬達 linear motor
- 系統識別 system identification
- 伺服調機 servo tuning
- 控制 control

摘要

本研究之目的在於如何透過網路即時地執行 CNC 線性馬達動態模式鑑別以及智慧型 Fuzzy-PID 伺服調機。在線性馬達動態模式之即時鑑別方面，我們自行研發一套鑑別法，使用逆向離散傅立葉轉換(IDFT)及平衡實現合成法完成線性馬達動態模式之系統鑑別。此實用之系統鑑別

法包括輸入不同頻率之正弦波信號與量測輸出信號以計算系統轉移函數之大小及相位，利用此所算得之結果再進行逆向離散傅立葉轉換，運用平衡實現法將脈衝響應合成最後之轉移函數。以此所鑑別出來之轉移函數來當性能追蹤指標。

智慧型伺服調機使用動態同步追蹤機制，以加入模糊推論(Fuzzy Inference)即時地調整線性馬達硬品迴路中之控制增益，使得其動態輸出響應逼近性能指標之動態輸出響應。實務上，若 CNC 工作時負載產生變化，可採用此性能追蹤機制來即時調機。

本研究透過 RTLinux 硬即時(Hard-Real-Time)多工運作系統以及 TCP/IP 即時網路傳輸機制建立一套智慧型網路即時伺服調機系統。此系統之運作主要是進行即時線上模式鑑別、動態追蹤與伺服調機之工作。



This research intends to conduct system identification for a linear motor-based five-axis CNC machine and establish a servo tuning mechanism for fuzzy-PID control gains. For linear motor identification, a method is developed using the inverse discrete Fourier transform (DFT) and balanced realization. For intelligent tuning of the servo system, the fuzzy inference mechanism adjusts servo control gains in a real-time manner which drives the targeted system's response to track an ideal reference output. This makes it able to counter the load changes while ensuring manufacturing accuracy. Our design is to be realized via an RTLinux based multi-task data acquisition system and TCP/IP network transmission protocol for intelligent tuning of the servo system.

1. 前言

五軸複合加工機由於機構與製程複雜，因此除了機台結構的高剛性與熱誤差穩定性設計外，必須再利用一些智能化功能來協助客戶端的使用者，例如旋轉軸誤差校正補償、智慧型伺服調機與碰撞監控等智能化技術(intelligent machine)，才能確保機台的加工效能、精度與可靠度。另外，近來線性馬達(linear motor)的精確快速與反應特性，也逐漸引起工具機業的高度重視，並由國際上許多知名廠商開發應用在工具機的精密加工上，例如國內慶鴻公司已經將線性馬達應用在精密模具加工的線切割機上，而德國 DMG 公司則

將線性馬達應用在高速高精度的五軸綜合加工機，其應用包括精密機械元件、醫療器材與精密模具等。

本研究係與計畫配合廠商-慶鴻機電股份有限公司，以該公司開發的 CNC 控制器，開發本土化的線馬五軸工具機所需的 CNC 軟體核心與增值軟體技術。

過往線性馬達存在較大的氣隙及效率較低等問題，雖然其起源與傳統旋轉式馬達幾乎同時，但發展的進度卻遠遠落後於旋轉式馬達。但是工業上有許多需要快速、線性運動的場所，傳統旋轉式馬達透過齒輪、導螺桿、皮帶等機械傳動裝置來達成目的，但這類馬達卻存在傳動效率低、機構複雜、非線性、噪音高、速度慢等缺點。這些都是目前半導體製造業和工具機業在提高產能目標上亟需解決的問題。以一般傳統放電加工機為例，其 Z 軸傳動裝置皆使用滾珠螺桿搭配線性滑軌，而螺桿移動的速度一般為 2 m/min~5 m/min，但採用滾珠螺桿驅動時，因螺桿、聯軸器及斜角預壓軸承等傳遞機構，導致實際到達位置的時間滯後，影響伺服精度與速度。相較於這些缺點，線性伺服馬達的最大優點是高速位移、大推力、高精度定位及高可靠度、高長效使用壽命，特別適用於高速輸送及加工用工具機械，也因為這些優勢，目前逐漸有 CNC 製造廠商開發線性馬達為基礎的 CNC 機台。

實務上，為達到良好的馬達定位或轉速控制效果，且具有好的性能強健性以對抗負載改變或耦合因素導致的精度下降問題，已是高精度 CNC 加工機必備的功能，至於如何透過網路即時地執行 CNC 驅動馬達動態模式鑑別以及高效率調機

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】379期・103年11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