



速度伺服迴路 與前饋控制器設計

The Design of Velocity Servo Loop
and Feedforward Controller

陳金聖

台北科技大學
自動化科技研究所
副教授

李峰吉

工研院機械所
智慧機械技術組
機電控制整合部

陳建旭

台北科技大學
自動化科技研究所

關鍵詞

- 速度迴路控制器 velocity loop controller
- 前饋控制器 feedforward controller
- 參數自動調整 parameters tuning
- 智慧運動控制平台 Intelligent Motion control Platform

摘要

運動控制系統一般為串聯式控制架構，傳統各層迴路的調整均仰賴經驗的調整，耗費人力與時間。本文提出一 PDFF (Pseudo Derivative Feedback with Feedforward Gain) 速度控制器與一修正型前饋控制器(Modified feedforward

controller)，並針對速度迴路與前饋控制提出一個容易實現的個別自動調整參數之演算法。文章中提出之速度迴路控制型態可包含目前市面上所使用的任何一種速度迴路控制器；提出之修正型前饋控制器可強化系統的追蹤性能。最後，上述演算法則將使用工研院的智慧型運動控制平台(Intelligent Motion control Platform, IMP)運動控制卡進行驗證。

The cascaded control structure is most applied in industrial motion control applications. However, the parameters tuning in the servo controllers are almost depended on experts' experience, and it is time consuming. We propose an integral servo controller including the Pseudo Derivative Feedback with Feedforward Gain (PDFF) controller and a modified feedforward controller. The proposed velocity loop controller involves most typical



velocity loop control scheme; and the feedforward controller can be designed to improve the tracking performance. The parameters tuning of PDFF velocity controller, position controller and feedforward controller are based on the disturbance rejection and tracking performance. Finally, the above algorithms will be implemented in ITRI's IMP platform to control a servo system and the experimental results are verified performance assessment.

一、前言

近年來，PC 工業技術快速地發展已經深深影響到機械製造業，而目前國內雖有中、小型廠商設計研發 CNC 運動控制器，但受限於國內市場狹小與資金不足，不易提升工具機之技術層面，僅開發出相關的週邊控制板或簡易的工具機；另外，國內當前學術界與產業界從事運動控制器的研發工作，在軟、硬體設計上均較缺乏深入的學理探討和實務技術根基，目前雖有自行研發的 CNC 運動控制器上市，但其軟體使用者介面、加工精度以及加工速度一直未能足與日系產品競爭。另外，在伺服迴路的控制參數調整方面，以往均採手動、半手動的方式來調適參數，不僅調適時間較長，且需要擁有專業經驗的人才可做到。

二、研究目的

本文之重點為速度迴路與前饋控制器設計

[1~3]。在已知的馬達參數模型下，本研究中為轉動慣量 (System Inertia) 及黏滯係數 (Viscous Coefficient) 已知，速度迴路採用 PDFF 控制器的架構與改變 γ 、 K_{vp} 與 K_{vi} 的數值，來形成不同的控制器並達成使用者所需求的響應特性。目前工業界廣泛使用的速度迴路控制架構大部分仍為傳統 PID 控制，而本文中所設計的速度迴路控制器為 PDFF 型控制器，此控制型態可包含目前市面上所使用的任何一種速度迴路控制器 [4, 5]。當改變 γ 、 K_{vp} 與 K_{vi} 的數值，將形成不同的控制器並達成使用者所需求的響應特性。同時考慮干擾抑制能力與追蹤響應暫態規格作為速度控制器設計的依據，即干擾抑制能力規格將決定文中提出之速度控制器初始控制器參數 (K_{vp} 與 K_{vi})，隨後追蹤響應暫態規格將決定 γ 之大小，進而完成整體速度迴路控制器設計，達成使用者所需求的響應特性。

另外，增加伺服系統能力消除追蹤誤差 (Tracking Error) 以提高機械系統之精密程度，一直是產業與學界持續努力的目標 [6~8]。目前，前饋控制器對於提升伺服能力擁有顯著的強化作用，加入速度與加速度前饋控制器，增加系統的伺服與追蹤能力。一般而言，設計控制器均依使用者對於性能的要求做控制器的參數調整，不過絕大多數的控制器調整方式均仰賴手動方式調適，但是採用手動的方式調適不僅調適時間過長，且須擁有專業經驗的人才方能做到。本文中，將以自動調整參數的方式調整前饋控制器以滿足追蹤性能與降低追蹤誤差，滿足加工的需求。提出之速度控制器與前饋控制器架構如圖 1 所示。

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】349期・101年4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