

應用 RBF 類神經網路於綜合加工機主軸溫升變形之預測

吳國安、紀華偉

E-mail: 9501015@mail.dyu.edu.tw

摘要

影響工具機加工精度的主要誤差來源為工具機本身的幾何誤差以及切削過程中所產生的熱誤差。雖然有大部份的溫升補償技術對於熱誤差有明顯的改善，但卻沒有廣泛使用，主要原因之一在於使用溫度點作為熱變形預測模型輸入，建構預測模型時須耗費大量成本與時間，且預測模型對於輸入資料十分敏感，易因遺失或錯誤的溫度資料導致溫升變形預測誤差。本研究利用RENISHAW的TS27R 刀具磨耗量測儀在工具機上架設一線上即時量測熱誤差系統，在從切削過程中獲得主軸溫升熱變形的資料，結合RBF類神經網路來建立一套熱誤差預測模型。此模型是以切削參數為模型預測輸入，所以能有效改善上述等問題，而達到經濟、準確、快速等效果。

關鍵詞：熱誤差，工具機，補償，RBF類神經網路

目錄

目錄 封面內頁 簽名頁 授權書 iii 中文摘要 iv ABSTRACT v 誌謝 vi 目錄 vii 圖目錄 ix 表目錄 xi 第一章 緒論 1 1.1 前言 1 1.2 文獻回顧 4 1.3 研究目的 9 1.4 論文大綱 10 第二章 工具機熱變形行為及補償方法 12 2.1 工具機熱源分析 12 2.2 綜合加工機之熱變形 16 2.3 溫升熱變形之補償 17 2.3.1 硬體設備改良方法 18 2.3.2 軟體誤差補償方法 19 第三章 實驗方法與架構 22 3.1 實驗架構 22 3.2 溫升熱變形量測系統 23 3.2.1 TS27R量測原理 27 3.2.2 熱變形量測方法 28 3.2.3 定位精度及重覆精度 29 3.3 類神經網路 31 3.3.1 類神經網路的學習機制 33 3.3.2 輻射基底函數網路 34 3.3.3 網路學習 36 第四章 綜合加工機之溫升變形與建立模型 41 4.1 綜合加工機主軸之實際溫升變形 41 4.1.1 靜態分析 41 4.1.2 動態分析 46 4.2 熱誤差模型之建立 53 第五章 結論 60 參考文獻 62

參考文獻

- [1]. 陳啟松, “工具機誤差與檢驗,” 全華科技圖書股份有限公司, 1994.
- [2]. J. Bryan, “International status of thermal error research,” Annals of the CIRP, Vol.39, NO.2, 645-656, 1990.
- [3]. The Machine Tool Industry Research Association, “The Thermal Distortion of Machine Tools: General Information and Data” November 1982.
- [4]. J. Jedrzejewski, J. Kaczmarek and Z. kowal, “Numerical optimization of thermal behaviour of machine tools,” Annals of the CIRP, Vol.39, NO.1, 379-382, 1990.
- [5]. 江雨龍, “平面磨床結構溫度分佈與熱變形,” 台灣科技大學, 1985.
- [6]. 楊宏智, 王榮邦, “CNC車床熱誤差分析,” 機械月刊, 第272期, 3月號, 266-274, 1998.
- [7]. S. K. Kim, D. W. Cho, “Real-time estimation of temperature distribution in a ball-screw system,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.37, NO.4, 451-464, 1997.
- [8]. C. H. Lo, “An application of real-time error compensation on a turning center,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.35, NO.12, 1669-1682, 1995.
- [9]. S. C. Huang, “Analysis of a model to forecast thermal deformation of ball screw feed drive systems,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.35, NO.8, 1099-1104, 1995.
- [10]. S. Li, “A study of pre-compensation for thermal errors of NC machine tools,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.37, NO.12, 1715-1719, 1997.
- [11]. J. Yuan, “The real-time error compensation technique for CNC machining systems,” Mechatronica, 8:359-380, 1998.
- [12]. R. Ramesh, “Error compensation in machine tools—review Part 1: thermal error,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.40, 1257-1284, 2000.
- [13]. T. J. Ko, “Particular behavior of spindle thermal deformation by thermal bending,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.43, 17-23, 2003.
- [14]. R. Ramesh, “Thermal error measurement and modeling in machine tools. Part 2. Influence of varying operating conditions,” International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.43, 391-404, 2003.
- [15]. 孟令人, “高精度工具機熱變形補償控制技術,” 台灣大學機械系, 1998.

- [16].林進福,“工具機熱誤差的量測與補償,”台灣大學機械系,1991.
- [17].苗新元,“CNC立式綜合加工機之熱誤差補償技術,”中興大學機械系,1995.
- [18].范光照,葛禎璋,嚴之揚,“數控工具機主軸熱誤差單板補償器的開發,”機械月刊,第272期,3月號,275-286,1998.
- [19].范光照,“工具機熱誤差補償技術,”機械月刊,第272期,3月號,490-502,1999.
- [20].范光照,邱奕鈞,“國產平面磨床變形與補償技術,”中國機械工程學會第十六屆學術研討會論文集,5-12,1998.
- [21].J. S. Chen,“A study of thermally induced machine tool errors in real cutting conditions,”International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.36,NO.12,1401-1411,1996.
- [22].J. S. Chen,“Fast calibration and modeling of thermally-induced machine tool errors in real machining,”International Journal of Machine Tools and Manufacturing, Vol.37,NO.2,159-169,1996.
- [23].衛建宇,“五軸工具機之主軸熱誤差即時量測與誤差模型,”清華大學機械系,1999.
- [24].楊志鈞,“五軸工具機整機熱誤差即時補償研究,”清華大學機械系,2000.
- [25].丘國勤,“綜合加工機熱誤差之量測與即時補償,”中正大學機械系,1993.
- [26].李鈞澤,“切削刀具學,”新文京開發出版有限公司,2001.
- [27].賴文信,“工具機實切削熱誤差之研究,”中正大學機械系,1995.
- [28].謝宗哲,“高精度工具機熱誤差補償技術,”中興大學機械系,1998.
- [29].傅心家,“神經網路導論,”第三波資訊股份有限公司,1991.
- [30].林宥任,“適應性RBF類神經網路於CNC車床即時溫升變形熱補償之研究,”大葉大學機械系,2005.