

以類神經網路模型為基礎 的CNC刀具磨耗預估系統

Neural Network Modeling for CNC Milling Machine Tool Wear Estimation

何昭慶

國立雲林科技大學

關鍵詞

- 類神經網路
neural networks
- 工具機切削刀具的狀態監控
machine tool monitoring
- 刀具磨耗預測
tool wear estimation

摘要

CNC 工具機的刀具切削磨耗，會對成品件的表面粗度和加工工件的尺寸精度、品質有重大的影響。過度磨耗的刀具更會對工件或 CNC 工具機造成損害；因此，設計一個強健的工具機刀具的切削磨耗參數預測系統，不僅可以即時監控加工工件的狀態，並提高加工品質。本篇論文中，使用類神經網路模型來進行工具機刀具的智慧型的預兆診斷。預兆診斷採用：〈一〉動力計(dynamometer)、加速度感測器(accelerometer)、聲響感測器(acoustic emission)的訊號分析監測刀具的加工

狀態；〈二〉刀具設備特徵狀態的擷取；〈三〉使用類神經網路模型來對刀具設備健康狀態進行預測，並可獲得刀具設備壽命的趨勢分析。實驗結果可證明，本系統可以成功的預測出 CNC 工具機所使用的切削刀具的狀態，並可達到切削刀具性能衰退的即時分析和切削刀具的使用壽命預測。

The performance of a machine cutting tool failure has a significant effect on the processing quality. Thus, it is essential to design a robust system for monitoring and predicting the working parameters of a machine tool failure. In this study, a neural network based prediction system has been developed for monitoring the processing state of a machine tool failure. This tool wear estimation system is developed based on prognostic monitoring technology. Dynamometer sensors, accelerometer sensors, and acoustic emission sensors are employed to estimate tool wear; these acquired sensor data is pre-processed and parsed for the feature extraction. The extracted time domain and frequency domain dimensions are then reduced using principal component analysis (PCA),

thereby improving the processing speed. Then, the neural network is designed to fuse the reduced features. The experimental results show that the proposed system successfully predicts tool life in a CNC milling operation.

前言

現今臺灣的機械產業隨著全球化的潮流影響與大陸後起直追的競爭壓力，面臨著技術轉型與服務增值提升的挑戰。為了提升臺灣機械產業的競爭力，機械產業需根植於臺灣本已深具優勢的電子與資訊技術 (ICT, Information and Communication Technology)。ICT 增值機械產業的智慧維護服務稱為 IMS (Intelligent Maintenance System)，該系統是一種全新的商業模式與研究方向，首先是由美國辛辛那提大學的李傑 (Jay Lee) 教授所提出。李傑教授認為：產品製造生產所創造出來的商機是有限的，而服務所帶來的商機才是無窮龐大的。因為過去傳統的製造業向來是以製造導向來看市場，現在則需反向來規劃，從而製造出服務為導向的產品方能支配市場。未來誰能從硬體移轉至軟體、將數據轉化成情報、將銷售產品轉換成銷售服務，誰就會是下一波市場興起的贏家。

本論文研究是將智慧維護服務的概念延伸應用於 CNC 工具機刀具的切削磨耗預估 [1、2]，並開發 CNC 刀具的壽命診斷系統，對傳統的工具機廠商而言，可提供刀具壽命診斷系統的軟體服務於傳統的工具機上，增加工具機的附加價值，並提升產品的競爭力。

CNC 工具機的刀具切削磨耗對加工成品件的表面粗度、加工件的尺寸精度都具有重大的影響，而使用過度磨耗的刀具更會對加工件或 CNC 工具機本身都造成損害，造成不小的財物損失；因此，設計一個強健的工具機刀具切削磨耗的工作參數預測系統，不僅可以即時的監控加工工件的狀態，

並可適時的更換已經過度磨耗的刀具，確保加工件的品質。

本篇論文中，使用類神經網路模型來針對 CNC 工具機所使用的切削刀具進行智慧型的預兆診斷，智慧型的預兆診斷技術中採用了：〈一〉動力計 (dynamometer)、加速度感測器 (accelerometer)、聲響感測器 (acoustic emission) 的訊號來分析監測刀具的加工狀態；〈二〉接著進行刀具設備的特徵訊號進行擷取狀態；〈三〉最後使用類神經網路模型來對刀具設備的健康狀態進行預測診斷，並可獲得刀具設備壽命的趨勢分析。實驗結果並可證明，本系統可以成功的預測及測量出 CNC 工具機所使用的切削刀具的狀態，可達到即時的切削刀具的性能衰退分析和切削刀具的使用壽命預測。

智慧型的預測診斷技術

所謂智慧型的預兆診斷技術方法系統 (Intelligent Maintenance System, IMS)，是採用下列的步驟來進行機器的性能衰退分析和機器的使用壽命預測：

1. 訊號分析/處理：使用軟體來獲得有效的訊號特徵 (Signal Processing & Feature Extraction)，方法有 Principal Component Analysis (PCA) 可將龐大的資料量，轉換成相互獨立的線性組合變數組以減少資料量，可加速系統的運算速度，並可實現於有限運算能力的嵌入式系統。
2. 設備健康狀態的評估：獲得設備健康狀態指標 (Health Assessment)，方法有 Statistical Pattern Recognition 等，透過卡方測定計算 (1-Chisquare) 來計算矩陣之幾何距離，此值稱為 CV (Confidence Value) 值，可用來評估診斷中的機械設備的健康狀態。
3. 設備健康狀態預測：狀態預測主要是要獲得設備運轉的趨勢分析 (Performance Prediction)，狀態預測

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】333期・99年12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