

應用類神經網路於刀具磨耗估測

Tool Life Prediction using Neural Network

程冠倫^{1*}、梁碩梵²

¹ 工研院智慧機械科技中心 智慧製造技術組 智能化軟體技術部 副工程師

² 工研院智慧機械科技中心 智慧製造技術組 智能化軟體技術部 經理

摘要：刀具磨耗是機械產業的重要議題。近年來主要是使用公式計算或以資料庫紀錄使用時間，以在磨耗到達特定條件時處理刀具。由於計算公式或紀錄使用時間較適用於大量相同工件的情形，面對未來多變且少量的生產趨勢，可能造成估測結果的誤差增加。

類神經網路適用於辨識多樣變化的特徵，或可用於不同工法下刀具磨耗的估測。由於技術演進與計算能力的改良，類神經網路能被應用於工業界，如決策系統或瑕疵檢測等。本文將介紹類神經網路技術簡介，以及應用在刀具磨耗估測的成效。

Abstract : Tool life is an important issue in machinery industry. In recent years, the cutting tool usage is usually tracked with formula or using database. Actions will be taken only when the wear reaches a certain limit. Formula calculation and database query are suitable for mass production, it may not fit for small-volume, large-variety production in the future.

Neural networks are suitable for identifying features of varying patterns, or estimating the tool life under different usage. Due to the evolution of technology and the improvement of the computing power, neural networks can be applied to industries such as decision making or defect detection. This article gives an introduction to the neural network and its application in tool life estimation.

關鍵詞：刀具磨耗、類神經網路、機器學習

Keywords : Tool Life, Neural network, Machine learning

前言

刀具磨耗是 CNC 加工常見的現象。當 CNC 開始加工，刀具開始接觸工件的那一刻起，無論刀具和工件本身的材質硬度，或是刀鋸切削的深淺等加工參數，磨耗即開始產生。如何預防過度磨耗所帶來的損失是加工業者必須面對的問題。

現代機械加工的生產形式，傾向於一次製造大量相同的零件，因此可以沿用先前紀錄的刀具使用時間和公式計算出來的結果，以判斷刀具磨耗的程度。在可預見的未來，更多的商品將會為消費者量身打造，生產鏈上將隨時會有不同樣式的產品在生產，亦可以用「少量多樣」來稱呼這

樣的生產形式。由於加工樣式的快速變化，一般使用人為紀錄的方法可參考度降低，因此需要一個能適應變化、準確度高且減少人為介入的判斷刀具磨耗方法。

類神經網路在近年來因新技術逐漸成熟、硬體的計算能力大幅增強而再次受到研發人員矚目，其中卷積類神經網路 (Convolutional Neural Network, CNN) 近年來成功的應用在圖片分類上和物體識別上，許多研究人員開始探討其用於工業自動化的可能性。本文會使用刀具磨耗的訊號資料轉化為圖形資料，輸入 CNN 進行實驗，檢視其在少量多樣的生產形式上判斷刀具磨耗的合適程度。

應用類神經網路於刀具磨耗估測

刀具磨耗定義與影響

依據論文 [1] 的定義，磨耗等級可分為：未切削 (Good State)、輕微磨耗 (Slight Wear)、嚴重磨耗 (Severe Wear) 三個階段。未切削狀態下，刀具表面形狀完整；輕微磨耗的狀態下，此時刀具邊緣出現輕微的缺口，但是對工件品質不造成影響；最後則是嚴重磨耗的狀態，此時刀具邊緣的缺口變大，並出現崩裂的現象，也將導致被切削的工件公差變大、品質不佳，此時會更換刀具或對刀具作適當處理，以確保工件的品質在誤差範圍內。嚴重的刀具磨耗主要有以下影響，從物理上來說：

1. 工件品質不佳，公差超出容許範圍。
2. 表面品質不佳。
3. 磨耗變嚴重時，其磨擦面積也隨之跟著變大，因此造成切削溫度上升，然後高切削溫度又導致磨擦加劇、面積增加，成為一個惡性循環。
4. 刀具斷裂時，除了需要立即換刀外，也可能導致工件本身受損。

而從成本上來說，則是：

1. 因為刀具磨耗使得工件品質超出容許範圍，此時需要換刀，使其能再次對工件進行加工，若工件上已造成無法回復的破壞，必須重新花時間使用新工件進行切削。
2. 然而過早更換刀具會增加更換時間以及刀具成本。

因此若能較準確的估測刀具目前的狀態，有助於加工業者在較低的刀具、時間成本下，維持加工工件的品質，避免工件品質不佳造成的浪費。

刀具磨耗程度的量測方法

欲獲得較精密的磨耗程度，可以透過測量工件的公差和表面粗糙度獲得：

公差：可以透過量尺測量每個工件的尺寸獲得，當工件尺寸超出要求時，表示刀具磨耗程度可能較為嚴重。

表面粗糙度：使用如圖 1 所示之表面粗糙度量測儀，將工件擺放於平台上，探針放置於工件



圖 1 表面粗糙度量測儀

上欲測量的位置，行走一段距離後可獲得粗糙度數值，當粗糙度超出要求時，則認定刀具磨耗至不符合要求的程度 [5]。

以上的數值能間接的得知磨耗程度，若要直接取得刀具的磨耗程度，則可直接使用光學測量，將刀具固定於夾具上，使用光學顯微鏡拍攝照片以進行磨耗程度的計算。

這些方法適用於在實驗環境下，可將工件或刀具取出機台，放置於測試器材上進行測量，再將其放回機台上繼續加工的情形。實際在產線上進行生產時，在沒有大量自動化的器材輔助下，很難進行如此繁複的檢驗工作。

刀具磨耗的估測

即使不使用測量器材對工件或刀具量測，仍然可以使用估測的方式判斷磨耗程度，並根據此依據決定是否要更換刀具。

估測的方法通常有以下幾種：

1. 根據加工人員自身的經驗，憑聲音或其它跡象的異常判斷是否要檢查刀具的磨耗狀態。
2. 先進行加工，並紀錄該刀具的可使用時間，之後在同樣的加工手法下，可以重複的依據紀錄的時間更換刀具。

更完整的內容

詳見 ■ 機械工業雜誌 ■ · 428 期 · 107 年 11 月號

機械工業雜誌 · 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

匯款帳號：兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)，帳號/ 203-07-02288-0

訂書專線：03-591-9339

傳 真：03-582-2011

機械工業雜誌 · 官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌 · 信箱：jmi@itri.org.tw