

應用 AI 影像技術於刀具紋路之分類

Application of AI Image Technology on Classification of Surface Texture from Cutting Operations

蔡孟勳^{1*}、莊健平²、麥朝創³

¹ 國立臺灣大學機械工程學系 特聘教授

² 國立中正大學 機械工程學系 研究生

³ 工研院智機中心副組長

摘要：工具機加工時，工件表面產生的紋路一般而言可區分為過切、振紋、斜陡坡紋、刀圈紋、拉絲等。在解析紋路時，通常需要有經驗的師傅來加以判讀，而且工件在不同光線、不同角度下所判讀的結果也不盡相同，本文結合 AI (Faster RCNN) 與影像技術來自動分類加工紋路，使用者只要將加工好的標準模具放置於我們所設計的拍攝模組中即能自動標示紋路的類型，未來將結合專家與 IoT 系統，達到自動判讀紋路成因的目標。

Abstract : For CNC machining, surface texture of a workpiece can be generally divided into overcutting, chattering, oblique slope vibration marks, cutting ring, wiring, etc. Analyzing and interpretation of the surface texture usually require an experienced engineer, and the interpretation result for workpiece under different lighting conditions and different angles will also be different. This article described how to combine AI (Faster RCNN) and image technology to classify the surface texture type automatically. Users only need to put the processed standard mould part in the designed camera module then the texture type will be automatically marked. In the future, experts will be combined with Internet of things (IoT) systems to achieve the goal of automatic determination of the cause of surface texture.

關鍵詞：人工智慧、刀具紋路分類

Keywords : Artificial intelligent, Classification of tool cutting mark

前言

在工具機加工時，所可能造成工件表面產生的紋路的原因相當多元，除了加工程式外，也包含如 CNC 參數、結構、傳動、刀具以及加工條件等，各種不同的原因所造成的紋路又大不相同，而所產生的紋路又可區分為過切、振紋、斜陡坡紋、刀圈紋、振紋、拉絲等，這些紋路通常可以用來判讀機台特性、參數設定以及刀具與加工條件是否合適。一般而言，在驗證機台的性能時，常用的方式乃是透過加工四型模以及賓士模來判讀機台的優劣以及參數設定之正確與否等條件。

解析紋路以及改善紋路通常是相當需要經驗的師傅來加以判讀，而且工件在不同光線、不同角度下所判讀的結果也不盡相同。如果無法有效地建立紋路判讀的機制，對於機台的性能將無法有效地提升。

紋路判讀與 AoI 瑕疵檢測有相同的思維，但是由於機台的特性以及加工的複雜度，透過人眼檢測的困難度相對較高。近年來 AI 在影像方面蓬勃發展，以及硬體設備成本日益降低。許多產業開始導入影像辨識系統用作於產品瑕疵的檢測，諸如半導體業的晶圓裂痕、PCB 場的焊點檢測、

包裝場的缺件檢測等等。因此在工具機的高速高精下的加工，工件表面品質的檢驗，必須有不同的思維來進行。本文將首先將透過特定模具，透過 Faster RCNN 的架構以 ResNet50 做特徵擷取網路，訓練用於辨識工件表面紋路的 AI 模型。

所謂的 object detection，就是在給定的圖片中精確找到紋路所在位置，並標註出紋路的類別。Object detection 的問題，可以區分為 1. 傳統的目標檢測法，如透過區域選擇，採用滑動窗口，且設置不同的大小，不同的長寬比對圖像進行遍歷，並經由特徵提取如 SIFT、HOG 等，最後進行非分類器分類如 SVM、Adaboost 等），

第二類乃是選取區域 / 框之後透過深度學習分類來進行分類，如 R-CNN、SPP-net、Fast R-CNN 等，第三類乃是透過基於深度學習之回歸方法，一般如 YOLO/SSD/DenseBox 等方法。由於我們已經有特定的模具進行判讀，因此採用第二類的方法較為迅速而且精準。以下將針對第二類進行說明：

在文獻 [1] 中 faster-rcnn 模型被提出，其特色在於提出了一種新的網路：RPN (region proposal network)，其與功用在於相較於先前的 rcnn 模型，提升了辨識的速度。在文獻 [2] 中 ResNet 被提出其獲得了 2015 ImageNet 競賽的冠軍，其特色在於提出了殘差結構，透過此一結構網路可以達大很深的深度也不會出現梯度消失與深度退化的問題。此種模型在本文後續會來做為 faster-rcnn 中的特徵擷取網路所用。在文獻 [3] 中期應用深度學習的方式來辨識表面的瑕疵，其應用影像前處理的方式擷取部分影像作為辨識網路的輸入，其使用的特徵擷取網路為 AlexNet，後面配合 SVM 來做出類別的識別，本文將透過 faster-rcnn 的模型來取代此文獻中的模型，達到擷取部分影像與類別辨識的目標。在文獻 [4] 中應用深度學習做手機螢幕的瑕疵檢測，該文中有使用到 faster-rcnn 來做辨識，並且提出了透過 DCGAN 網路來生成數據，以在有限的真實數據下，提高模型的辨識率，為後續可以嘗試的方法。

實驗方法：

本研究的實驗方法主要是探討不同控制參數下所產生的紋路問題，所以整個問題可以較為簡化。透過在不同的控制器參數下，重複切削相同的工件，經過檢驗我們發現工件上常出現的紋路主要可以分成三種類型，由於機台相同，所以紋路的呈現較為簡單，如果透過不同的機台，則紋路將呈現各種不同的多樣性。首先我們對工件進行拍攝，並於相片上標註目標位置與所屬類別，並用此資料訓練模型。接著以測試集來檢視模型的效果。以下將列舉加工後所發現的主要三種紋路類型：

A. 過切：發生位置多發生於轉角處，外觀上可以看到在轉角處有特別粗、長（深）的刀痕，如圖 1 所示。

B. 陡斜面紋路：發生位置多發生在高度有顯著變化的地方，陡坡的邊緣可以看到明顯的弧線痕跡，如圖 2 所示。

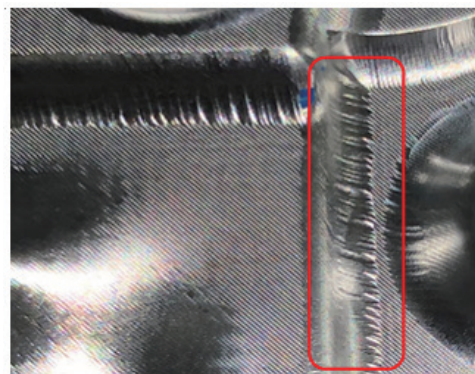


圖 1 過切紋路

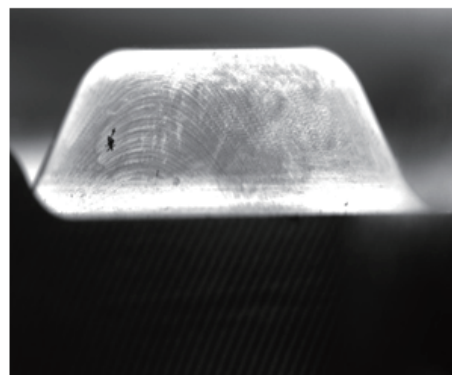


圖 2 陡斜面紋路

更完整的內容

詳見 | 機械工業雜誌 | • 444 期 • 109 年 3 月號

機械工業雜誌·每期 **220** 元·一年 **12** 期 **2200** 元

線上訂購網址：<https://www.automan.tw/magazine/orderMag.aspx>

付款方式

1. 郵局劃撥—戶名：財團法人工業技術研究院機械所 帳號：07188562
請於劃撥單的通訊欄寫明：購買期數、金額等
2. 匯款資料—兆豐國際商業銀行新竹分行(代號 017)
帳號：203-07-02288-0 戶名：財團法人工業技術研究院
3. 信用卡—請填寫信用卡 [訂購單](#)

麻煩您將 [繳款收執](#) 或 [信用卡刷卡單](#) 傳真至 (03)582-2011，我們會盡快處理您的訂單並開通權限，再次感謝您的支持與愛護。

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

機械工業雜誌 優惠訂購單

訂閱一年 **12** 期

\$ 2200 / 續訂戶 \$ 2000

好禮二選一

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)

訂閱紙本+電子雜誌

\$ 3000 原價 \$ 4400

一年12期

贈送

- A** 史欽泰墨寶帆布袋

訂閱二年 **24** 期

\$ 4000 / 續訂戶 \$ 3600

好禮四選二

- A** 史欽泰墨寶帆布袋
- B** 工研院機械所無人車USB (8G)
- C** 工具機叢書任一本
- D** 智慧機械人叢書任一本

限量專屬精品送給您



A



B



C



D