

加工刀具損耗監測預警APP開發

隊伍名稱：單刀直入

指導教授：林克默 教授

隊員姓名：周承學、林祐得、吳宗杰、黃暉淇

大綱

一.設計概念與應用

二.系統架構/關鍵技術

三.使用情境

四.製作成本概估與未來產業價值

五.結論

CNC加工中，刀具的材質及加工長度是影響加工工件產品良率的重要關鍵因子

在切削時經由摩擦引起的機械擦傷是刀具磨損的主要原因。

較大的刀具有較便利的磨耗檢測模式，低於5mm以下刀具較不容易檢測。

機械磨損

切削時，由於金屬的劇烈塑性變形和摩擦所產生的切削熱。

刀具的尺寸

熱磨損



高溫高壓或因加工排屑不良，在刀具與工件間會出現粘結磨損現象。

刀具進給時，不同材料、進給參數及最佳配置，皆造成刀具快速磨耗。

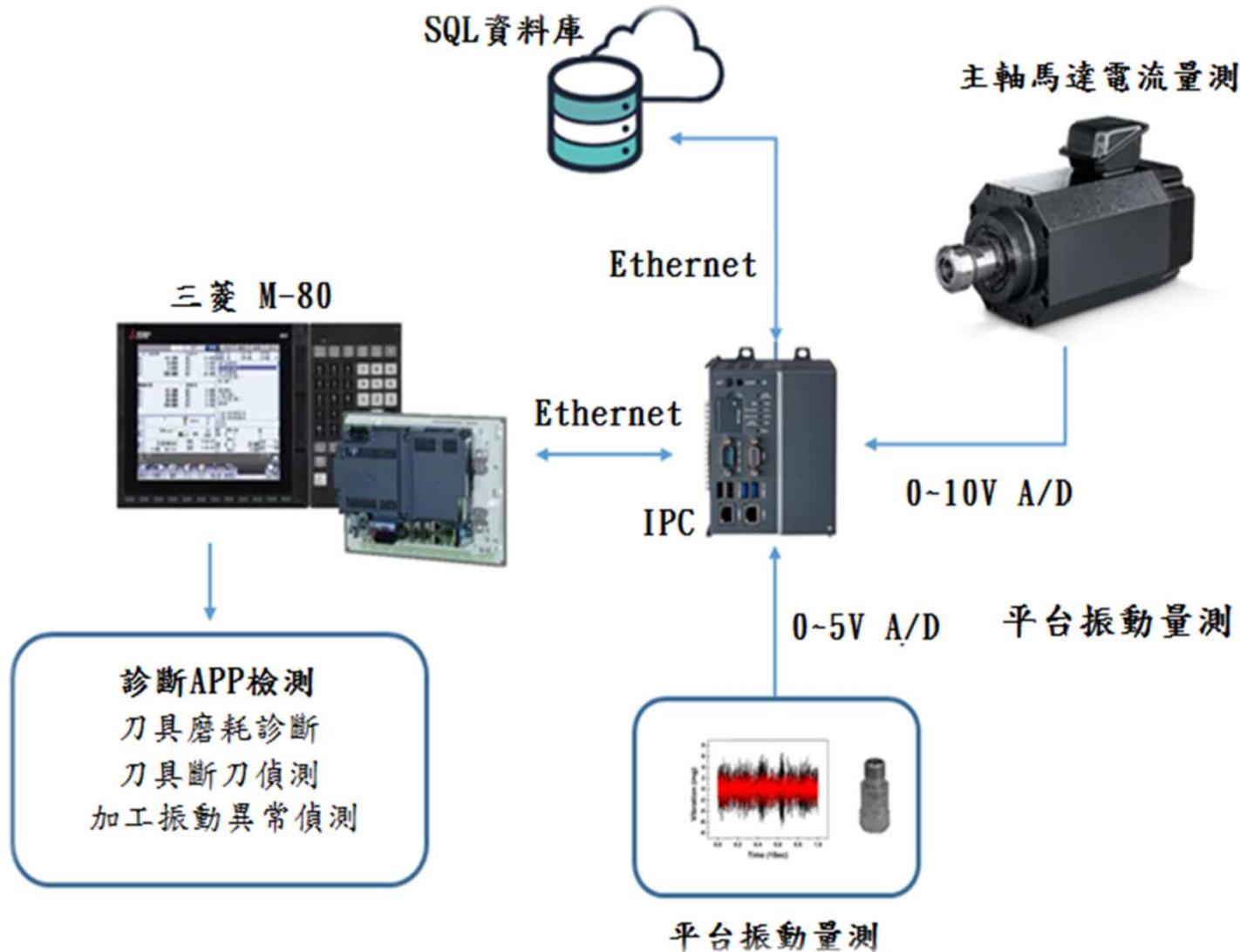
粘結現象

進給速率

刀具檢測方法	應用方面	使用情況	檢測刀具範圍		
			10mm以上	5mm~10mm之間	5mm以下
光學測量			*		
發聲測檢測	容易因加工環境因素誤差	測試或開發階段	*	*	
加工溫度檢測					
電阻測量等					*
刀具與工件距離測量					*
功率信號測量	硬體因素限制	有實際應用	*	*	
電流百分比檢測					*
振動信號檢測	檢測較為精準，設置不易		*	*	

此APP開發構想，能有效診斷5mm以下刀具，並可實際商品化並能讓操作人員便利設定及維護。

系統架構



診斷流程



診斷判定

異常狀態	分析訊號	異常警示	APP處理對策	設備控制器對應
磨耗	1.主軸馬達電流偵測 2.平台振動偵測 3.主軸轉速 4.主軸進給速率 5.主軸正反轉訊號	警報	1.繼續加工 2.測試程序啟動	1.更換刀具
斷刀	1.主軸馬達電流偵測 2.平台振動偵測 3.主軸轉速 4.主軸進給速率	警報	1.停機訊號	1.更換刀具 2.設備停機排除
異常振動	1.主軸振動偵測 2.平台振動偵測 3.主軸轉速 4.主軸進給速率 5.主軸正反轉訊號	警報	1.停機訊號	1.設備停機排除
主軸異常	1.主軸馬達電流偵測 2.平台振動偵測 3.主軸振動偵測 4.主軸轉速 5.主軸進給速率	警報	1.停機訊號	1.設備停機排除
進給異常	1.主軸馬達電流偵測 2.平台振動偵測 3.主軸轉速 4.主軸進給速率 5.主軸正反轉訊號	警報	1.繼續加工 2.測試程序啟動	1.進給速率自動 降速調整 2.進給參數補償 修正

即時監控主畫面

使用情境

- (1) 功能切換區：用於各項功能頁，切操作切換使用。
- (2) 即時訊息：當診斷異常訊號發生時，可透過此區域得知異常訊息。
- (3) 設備資訊：用於讀取設備相關資訊。
- (4) 加工資訊：用於讀取加工時設備移動座標及相關資訊
- (5) 監測區：即時振動量測及運轉資訊讀取顯示，以便於操作人員快速辨識。

The screenshot shows the 'CNC 加工震動檢測' (CNC Machining Vibration Detection) software interface. The window title is 'CNC 加工震動檢測'. The interface includes a top status bar with the date and time '2020-07-07 下午 08:06:23', the machine ID 'EXIN', and the program number '\$1'. A '警報確認' (Alarm Confirmation) button is located in the top right corner.

The main interface is divided into several sections:

- 1. 功能切換區 (Function Switching Area):** A horizontal menu at the top with tabs: '即時監控畫面' (Real-time Monitoring Screen), '即時監測參數設定' (Real-time Monitoring Parameter Settings), '主軸振動感知設定' (Spindle Vibration Sensing Settings), '平台振動感知設定' (Platform Vibration Sensing Settings), and '主軸電壓電流檢測設定' (Spindle Voltage/Current Detection Settings).
- 2. 即時訊息 (Real-time Message):** A red box at the top left of the main content area displaying '2020-07-07 下午 08:06:23EMG'.
- 3. 設備資訊 (Equipment Information):** A section on the left containing a red 'EMG' status indicator, 'NC連線' (NC Connection) and 'NC離線' (NC Disconnected) buttons, and input fields for '設備型號' (Equipment Model), '設備IP' (Equipment IP: 192.168.100.1), '設備版本' (Equipment Version: BND-2007W000-D8), and '主軸待機刀具' (Spindle Standby Tool: 0).
- 4. 加工資訊 (Machining Information):** A central area with a large empty box labeled '加工程式' (Machining Program) and coordinate input fields for '相對位置' (Relative Position) and '機械位置' (Mechanical Position) in X, Y, and Z axes.
- 5. 監測區 (Monitoring Area):** A section on the right displaying real-time data for '主軸轉速' (Spindle Speed: 0 rev/min), '主軸功率峰值' (Spindle Power Peak: 0.00), '主軸頻率峰值' (Spindle Frequency Peak: 0.00), '主軸電壓' (Spindle Voltage), '主軸電流' (Spindle Current), '主軸平均功率' (Spindle Average Power), and '主軸消耗總功率' (Spindle Total Power Consumption). Below this are fields for '切削速度' (Cutting Speed: 0.000 mm/min), '平台功率峰值' (Platform Power Peak: 0.00), '進給速度' (Feed Rate: 0.000 mm/min), and '平台頻率峰值' (Platform Frequency Peak: 0.00).

即時監測參數設定

- (1)主軸振動設定：用於量測主軸振動頻率峰值，並設定上下限警報範圍。
- (2)XY軸振動設定：用於量測XY軸振動頻率峰值，並設定上下限警報範圍。
- (3)主軸電流量測設定：用於量測主軸電流峰值，並設定上下限警報範圍。
- (4)加工刀具功能設定：讀取加工切換刀具，選取警報方式及設備中斷或警報方式。

The screenshot displays the 'CNC 加工震動檢測' (CNC Machining Vibration Detection) software interface. The window title is 'CNC 加工震動檢測' and the timestamp is '2020-07-04 下午 07:58:41'. There is a '警報確認' (Alarm Confirmation) button in the top right.

The interface is divided into several sections:

- 加工刀具功能設定 (Tool Function Settings):** Labeled with a red circle '4'. It includes a '刀具編號選擇' (Tool Number Selection) field with '1' and buttons for '上一編號' (Previous Number) and '下一編號' (Next Number). There are checkboxes for '刀具磨耗檢測' (Tool Wear Detection), '加工斷刀檢測' (Tool Breakage Detection), '平台振動異常檢測' (Platform Vibration Abnormality Detection), '主軸振動異常檢測' (Main Spindle Vibration Abnormality Detection), and '進給異常檢測' (Feed Abnormality Detection). Buttons for '設定儲存' (Save Settings), '新增刀具' (Add Tool), and '刪除刀具' (Delete Tool) are present. A '刀具警報測試' (Tool Alarm Test) field with '1' and a '檢測切換' (Test Switch) button are also visible.
- 主軸加工電流量測設定 (Main Spindle Current Measurement Settings):** Labeled with a red circle '3'. It shows '主軸電流: 0.33 A' (Main Spindle Current: 0.33 A) and '警報上限: 50.80' (Alarm Upper Limit: 50.80) and '警報下限: 14.25' (Alarm Lower Limit: 14.25). Below this is a graph titled '主軸電流數據' (Main Spindle Current Data) showing 'Current/A' vs 'Time' from 7:55:30 PM to 7:58:50 PM.
- 主軸加工振動量測設定 (Main Spindle Vibration Measurement Settings):** Labeled with a red circle '1'. It shows '頻率峰值: 2603.43' (Frequency Peak: 2603.43), '警報上限: 123.45' (Alarm Upper Limit: 123.45), and '警報下限: 52.04' (Alarm Lower Limit: 52.04). Below is a graph titled '主軸頻譜數據' (Main Spindle Spectrum Data) showing 'Yrms' vs 'Hertz' from 0 to 6000.
- 平台加工振動量測設定 (Platform Vibration Measurement Settings):** Labeled with a red circle '2'. It shows '頻率峰值: 631.33' (Frequency Peak: 631.33), '警報上限: 410.50' (Alarm Upper Limit: 410.50), and '警報下限: 5.02' (Alarm Lower Limit: 5.02). Below is a graph titled '平台頻譜數據' (Platform Spectrum Data) showing 'Yrms' vs 'Hertz' from 0 to 6000.

主軸振動感知設定

使用情境

- (1)取樣通道設定：用於NI-DAQ模組輸入訊號通道選擇，包含取樣數值。
- (2)取樣設備參數：用於NI-DAQ模組加速規輸入訊號配置。
- (3)視窗設定：用於量測顯示畫面，數據輸出模式選擇。
- (4)加速度計參數設定：可依照使用不同廠牌加速規出廠設定，調整靈敏度設定值。
- (5)採集數據：透過加速規參數設定後取得加速度輸入訊號並顯示。
- (6)頻譜數據：透過加速度輸入訊號計算，轉換為振動頻率並顯示。

The screenshot shows the 'CNC 加工震動檢測' (CNC Machining Vibration Detection) software interface. The interface is divided into several sections, each highlighted with a red circle and a number:

- 1**: 取樣通道設定 (Sampling Channel Settings). Fields include: 取樣物理通道 (Dev1/ai0), 取樣頻率範圍 (Hz) (25000), 取樣的樣本數 (25000), 取樣最小值 (V) (-5.00), 取樣最大值 (V) (5.00).
- 2**: 取樣設備參數 (Sampling Equipment Parameters). Fields include: 耦合訊號類型 (AC), 終端配置 (Pseudodifferential), 觸發源 (Internal), 觸發值 (0.004).
- 3**: 視窗設定 (Window Settings). Fields include: 設定視窗類型 (FlatTop), 單位 (Vrms), 比例選擇 (Linear).
- 4**: 加速度計參數設定 (Accelerometer Parameters). Fields include: 靈敏度 (10.70), 靈敏度單位 (mVolts/G), 過載檢測 (unchecked).
- 5**: 主軸採集數據 (Main Axis Sampling Data). A graph showing Vrms vs. Hertz (0-10).
- 6**: 主軸頻譜數據 (Main Axis Spectrum Data). A graph showing Vrms vs. Hertz (0-10).

Additional interface elements include: 警報確認 (Alarm Confirmation) button, 2020-07-05 下午 11:01:50 timestamp, 即時監控畫面 (Real-time Monitoring Screen) tab, 即時監測參數設定 (Real-time Monitoring Parameter Settings) tab, 平台振動感知設定 (Platform Vibration Perception Settings) tab, 主軸電壓電流檢測設定 (Main Axis Voltage/Current Detection Settings) tab, 功率峰值 (Power Peak) 0.00, and 頻率峰值 (Frequency Peak) 0.00.

主軸電壓電流檢測設定

使用情境

- (1)讀取功能碼：此模組使用RS-485通訊功能，在設定時需選擇正確讀取功能區域。
- (2)串列埠參數：如使用於不同電腦設備時，由於通訊串列埠不同可快速選取。
- (3)功能選取設定：此模組可依照操作者選擇使用功能。
- (4)讀取操作：用於模組取樣數值輸出測試。
- (5)寫入操作：用於模組輸入數值驗證測試。
- (6)顯示數據：可顯示讀取或輸入數值正確性。

製作成本概估

製作成本概估與未來產業價值

APP初期投入成本		數量	人力	開發時數	單位成本	花費成本
硬體	NI-DAQ 模組	1			\$35,000.00	\$35,000.00
	加速規	2			\$45,000.00	\$90,000.00
	電壓電流模組	1			\$800.00	\$800.00
軟體	C# 軟體學生版	1			\$0.00	\$0.00
	三菱測試軟體	1			\$0.00	\$0.00
	SQL軟體	1			\$0.00	\$0.00
人員開發成本						
人力	老師指導訓練		1	20	\$925.00	\$18,500.00
	學生開發測試		4	450	\$158.00	\$71,100.00
交通	測試差旅費		2		\$1,500.00	\$3,000.00
其他	雜項支出	1			\$5,000.00	\$5,000.00
開發成本總計						\$223,400.00

對於此加工刀具損耗監測預警APP開發，其商業價值在於能有效輔助操作人員面對刀具相關問題診斷及產能提升，為此APP主要關鍵功能，也因此預計此APP實質效益所述價值

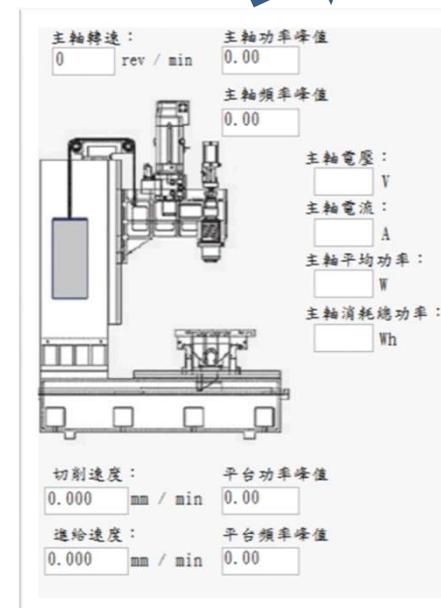
提升設備競爭力

設備資訊雲端化

產品良率提升

減少刀具磨耗

快速異常診斷



結論

當CNC加工設備在步入商品成熟期時，各家廠商差異化縮小所產生相互競爭，大大減少設備銷售業績，如何提升產品差異化價值是研發人員所需突破關鍵因素，因此透過增加產品附加價值，並藉由此加工刀具損耗監測預警APP開發，達到有效提升設備製程良率、減少刀具磨耗、減少人員操作異常排除時程及提升設備產業附加價值。

透過新價值性功能提升，在未來結合智慧化生產時，增加商品在雲端整合能力，達到雲端資訊整合應用便利性及可靠性。在後續研究開發中，本團隊將利用加工即時數據導入AI系統架構，作為更精準的系統診斷及預測。