

國立成功大學  
機械工程學系

儀器與量測期末報告書

微機電式麥克風應用於小型五軸加工機轉速聲音分析

學生：劉樺、許竣幃

指導助教：鄭宥菁

指教教授：陳國聲

## (一) 摘要

本計畫旨在探討微機電式麥克風在小型五軸加工機上應用的可能性，以感測器採集在不同轉速下的聲音特性，並利用數據分析技術，如頻譜分析和波形分析，評估聲音變化的趨勢。同時，我們計劃採用統計學方法，如統計分析函數(RMS、Kurtosis、Standard Deviation...等等)，和亂度分析函數(Entropy)等函數進行特徵擷取以驗證轉速與聲音之間的相互作用。以工具機的健康狀態訊號擷取特徵作為參考，對比擷取運作機台特徵，透過機械設備內部各種不同故障原因所引起的特定訊號特徵，進行機械設備健康狀況和故障原因的診斷。期望藉由此計畫之完成結果能夠滿足未來智慧製造工廠的狀態監控之需求，當訊號異常時，便及時修復機台，避免機台停機產生更大的損失。

**關鍵字：**小型五軸加工機、轉速聲音分析、訊號特徵擷取、智慧製造、狀態監控

## (二) 研究動機與研究問題

### 2.1 研究動機

在當今工業領域，工業 4.0 的概念和智慧製造的興起正迅速改變製造業的格局。隨著各種先進技術的蓬勃發展，提高製造效能、降低成本伴隨著產業的競爭更加激烈。在這個背景下，智慧製造的實施，成為了一個極具挑戰性且具有重要意義的議題。

狀態監控是工業 4.0 的關鍵元素之一，它使製造商能夠即時而全面地監測機械設備的運作狀態。透過收集、分析和解釋各種感測器和設備產生的數據，我們能夠實現對機械設備的實時監控，從而預測和預防潛在的故障。因此，若能夠實現使用者對機台健康狀況的即時掌握，透過擷取機台狀態訊號中的多樣特徵，進而預測機械設備可能受損的部位，便能夠實現快速而精確的保養。這種方法不僅有助於減少不必要的保養和更換零部件，同時能夠延長設備的使用壽命。故而，發展智慧設備健康監測系統變得極為關鍵，以確保產線的穩定運作並提升生產良率。

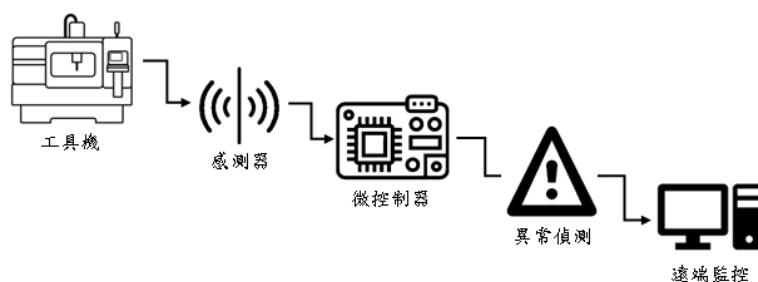


圖 2.1、機台健康狀態監測流程

## 2.2 研究問題

近年來，工業領域中五軸加工機的智慧狀態監控技術逐漸實現，而這其中主軸智慧化技術成為尤為重要的研究項目。在實驗過程中，我們計劃使用微機電式麥克風來感測五軸加工機的轉速等重要參數。並使用 LabVIEW 搭配 DAQ(訊號擷取器)以實時監測和擷取來自加工機的各種訊號，DAQ 硬體可以接收、處理和轉換這些訊號，而 LabVIEW 的程式設計工具則使得對這些訊號進行即時分析和可視化成為可能。

透過這種整合，我們可以精確且實時地監測加工機的狀態，捕捉運行過程中的變化。這不僅有助於故障的早期檢測，也提供了寶貴的數據資料，用於後續的分析和優化。最終，LabVIEW NI 與 DAQ 的結合為機台的監控和控制提供了一個強大且靈活的解決方案，有助於提高製造過程的可靠性和效率。

## (三) 研究方法及步驟

本計畫旨在應用感測器及控制系統，結合 LabVIEW 與 DAQ 技術，進行小型五軸加工機轉速聲音分析及優化。我們使用微機電式麥克風作為聲音感測器，連接至 DAQ 硬體，同時透過 LabVIEW 進行程式化控制與數據擷取。主要關注轉速等參數，以實現對加工機運行時產生的聲音訊號的全面監測。

在訊號擷取與數據處理階段，我們利用 LabVIEW 進行實時數據擷取，同時進行數據的預處理，包括濾波和降噪等步驟，以確保後續分析的可靠性，接著進行時域和頻域的分析，評估轉速變化對聲音訊號的影響，同時提取與轉速相關的頻率特徵。

後我們進一步探討優化方法，應用邊緣運算技術以提高實時數據處理效能，同時建立模型探討轉速與聲音特徵之間的關聯性，進行相應的優化。最終，透過結果的評估，我們將確認所擷取的聲音特徵是否能夠準確反映五軸加工機的轉速狀態，並驗證優化方法在實務應用中的有效性。這種綜合的研究方法旨在深入了解 LabVIEW NI 與 DAQ 技術在小型五軸加工機上的應用，以提高機台監控效能及生產品質，這項研究有望為小型五軸加工機的運作提供新的洞察，同時突顯微機電技術在製造業的應用潛力。

## (四) 困難與挑戰

**軟體程式的學習與應用：**

實驗中會使用 Labview、Matlab 程式語言，因不熟悉 Labview 語法，因此需多花時間在上面學習。

**萃取合理的特徵指標及特徵擷取之準確度：**

如何確保所選的特徵是真正反映機台狀態的關鍵因素，此外特徵擷取的準確度也受到噪音、環境等因素的影響，需要透過數據預處理，提高準確度並減少對系統的影響。

### 統計方法應用及誤差分析：

在統計方法的應用上，可能需要面對實驗數據的複雜性，包括大量的多變數數據和時間序列數據。這可能需要深入理解統計模型的選擇與應用，同時考慮不同條件下的變異性。

## (五) 預期結果

本計畫為提升產品良率且避免停機狀況發生，期望完成之項目：

1. 檢測不同轉速下的機台擷取訊號
2. 檢測機械行為異常

## (六) 實驗結果

本計畫使用小型五軸加工機搭配微機電式麥克風 ICS-40180 作為感測器，透過 cDAQ-9171 以每 1000rpm 的轉速間隔擷取 1000rpm 至 10000rpm 的轉速。在擷取到轉速後，我們利用 Matlab 進行時域上的訊號處理，主要的處理步驟包括使用低通濾波器（1000Hz）過濾掉部分雜訊，然後進行傅立葉轉換。

本計畫的目標之一是瞭解不同轉速下訊號的頻譜特徵。從 1000 轉、5000 轉、10000 轉的頻譜圖中，觀察到當轉速增加時，高頻的訊號特徵值更加明顯。這可能表示在高轉速下，訊號中包含了更多的高頻成分，這些成分可能來自於機台的振動或其他動態變化。

透過頻譜分析，我們可以更深入地瞭解機台運轉時的訊號特性，這對於故障檢測、效能監控以及設備健康狀態的評估都具有重要的意義。因此，本計畫的方法提供了一個全面的方式，從實驗數據中獲取轉速相關的訊息，並且透過濾波和頻譜分析進一步深入挖掘這些資訊的潛在特徵。



圖 6.1、ICS-40180 示意圖



圖 6.2、cDAQ-9171 示意圖



圖 6.3、五軸加工機展示圖

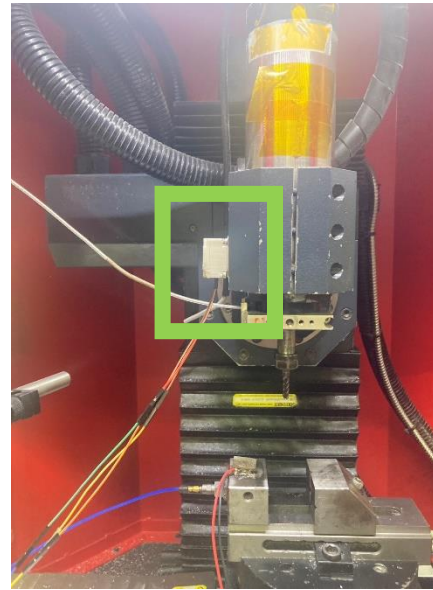


圖 6.4、麥克風黏至加工機展示圖

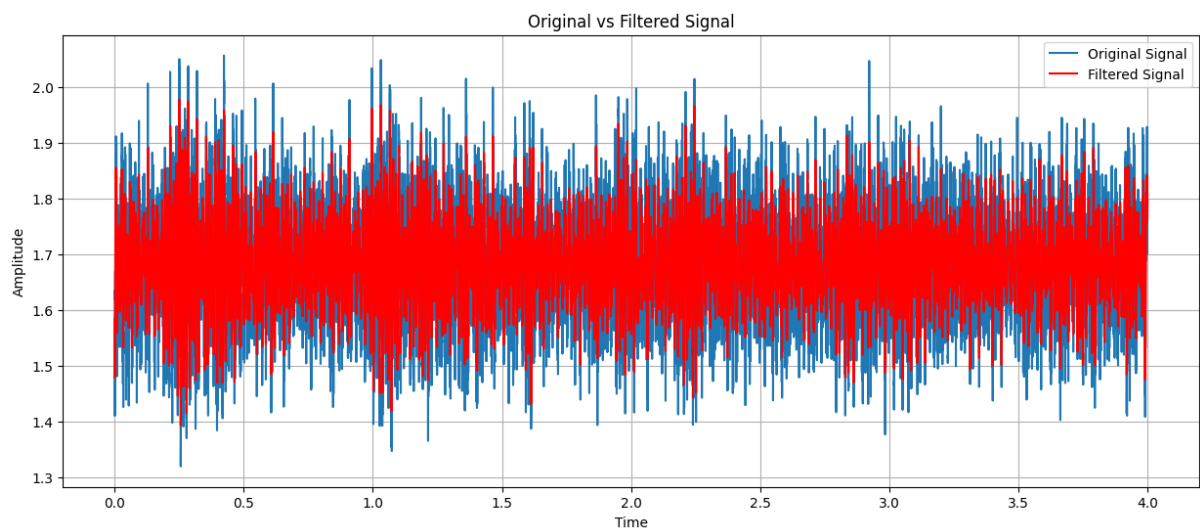


圖 6.5、濾波前後對比的時域圖

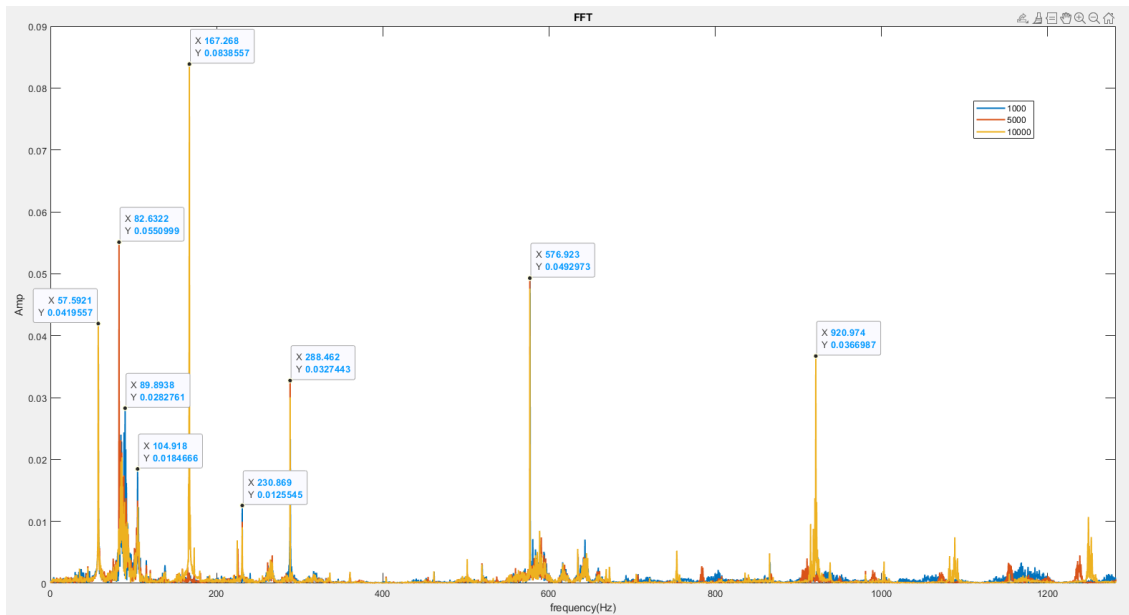


圖 6.6、1000 轉、5000 轉、10000 轉時的頻譜圖

## 團隊分工

劉 樺：實驗操作、計畫書撰寫

許竣幃：實驗操作、期末報告書撰寫

## (七) 參考資料

- [1]陳維倫，基於微控制器之無線感測網路系統於智慧工廠之應用發展：邊緣運算、網路資安、及工業機聯網，國立成功大學機械工程學系碩士論文,2022.
- [2]韓伯炫，機械手臂動態分析、視覺引導、及感測器網路整合於智慧工廠之應用，國立成功大學機械工程學系碩士論文,2020.
- [3]鄭人齊，基於自編碼器之非監督式失效辨別方法建立及其於軸承狀態診斷的應用，國立成功大學機械工程學系碩士論文, 2021.