



熱輓振動監控之智慧化預警系統

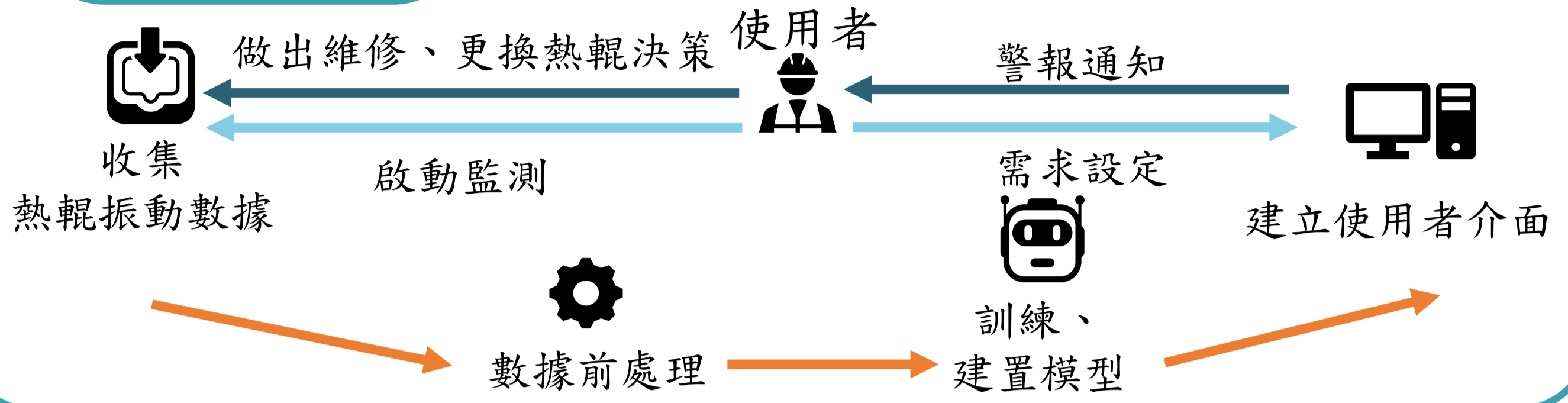
指導教授：陳家正 教授
組員：1111335 古昀安、1111340 鄒佳叡

研究動機與目的

隨著智慧製造與工業4.0發展，熱輓在紡織產線中長時間高速運轉，容易產生異常振動，影響產品品質與產線效率。

本研究利用振動資料結合深度學習，自動偵測異常並提供即時預警，以降低停機風險和停機所造成的成本。

研究架構

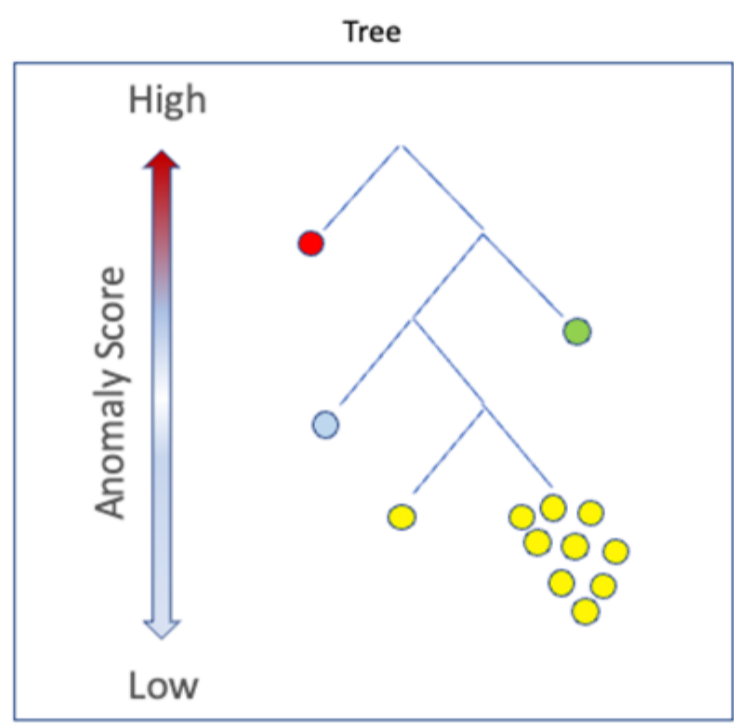


研究方法

原始資料處理

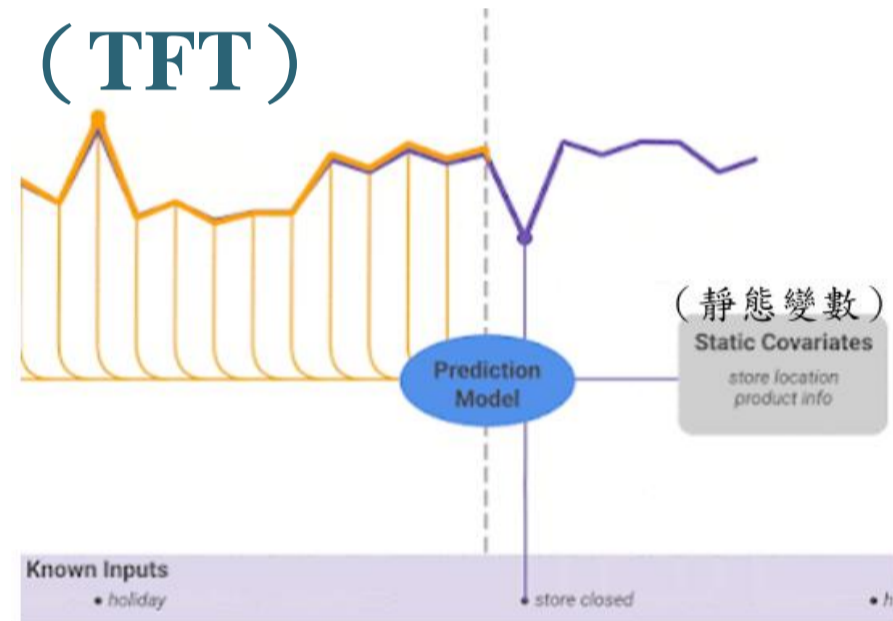
孤立森林 (Isolation Forest, IF)

- 無監督異常檢測
- 自動識別異常視窗
- 適合資料標註有限的情況



Temporal Fusion Transformer (TFT)

- 時間序列建模
- 捕捉振動訊號的時序趨勢
- 配合 IF 結合準確預測健康指數 (HI)



HI 指數生成

將孤立森林 (IF) 產生的 anomaly score 經由 Min-Max 正規化後反轉，轉換為健康指數 (HI)：

$$HI = 1 - \frac{\text{anomaly_score} - \min(\text{anomaly_score})}{\max(\text{anomaly_score}) - \min(\text{anomaly_score})}$$

• MAPE：
(平均絕對百分比誤差)

$$MAPE = \frac{100\%}{T} \sum_{t=1}^T \frac{|X_t - \hat{X}_t|}{|X_t|}$$

• SMAPE：
(對稱平均百分比誤差)

$$SMAPE = \frac{100}{T} \sum_{t=1}^T \frac{|X_t - \hat{X}_t|}{(|X_t| + |\hat{X}_t|)/2}$$

模型預測評估指標

• RMSE (均方根誤差)：

$$RMSE = \sqrt{\frac{1}{T} \sum_{t=1}^T (X_t - \hat{X}_t)^2}$$

T：總觀測值數量。

t：觀測值索引。

X_t ：第 t 期的實際值 (Actual Value)。

\hat{X}_t ：第 t 期的預測值 (Forecast Value)。

研究結果

使用者輸入

The screenshot shows the '熱輓健康預測系統' (Hot Roll Health Prediction System) interface. It includes fields for uploading a CSV file (MIQA.Sm9_HotGodet.csv), selecting a time period (前半紡位), selecting a device (1 - G3 (0901G3)), and selecting a start date (2025/03/01). A '開始預測' (Start Prediction) button is at the bottom.

預測結果輸出



✓ 預測成功！

◆ 設備編號：0901G3

📅 預測基準日：2025-03-01

📊 歷史資料蒐集：共抓取 278 筆有效開機日數據。

(模型最低要求：90 筆。系統已自動過濾雜訊並跳過關機日)

日期	HI 健康度	資料類型
2025-02-17	0.7519	歷史紀錄
2025-02-18	0.2980	歷史紀錄
2025-02-19	0.9421	歷史紀錄
2025-02-20	0.9755	歷史紀錄
2025-02-22	0.9247	歷史紀錄
2025-03		
2025-03-01	0.7969	預測未來
2025-03-02	0.7974	預測未來
2025-03-03	0.8774	預測未來
2025-03-04	0.8726	預測未來
2025-03-05	0.8761	預測未來
2025-03-06	0.8308	預測未來
2025-03-07	0.7937	預測未來
2025-03-08	0.8066	預測未來
2025-03-09	0.7754	預測未來

結論

預警系統

本研究利用歷史熱輓振動數據轉換出設備健康程度，並設計熱輓預警系統。預測目標為以「天」為單位的熱輓 HI (健康指數)，並進行未來兩個月的 HI 預測。HI 代表熱輓的每日健康狀態，指數介於 0 至 1 之間，數值越高表示運作越正常；數值越低則代表熱輓可能存在異常。

研究貢獻

本研究提升了振動資料的使用效率，將原本未被充分利用的訊號轉換為可量化的健康資訊與趨勢。透過預測模型與監控介面，工廠能更有效掌握設備狀態，減少人工巡檢與誤判，使維護決策更精準。