

知識物件上傳表

計畫名稱：紡織製程節能技術研發計畫(3/3)

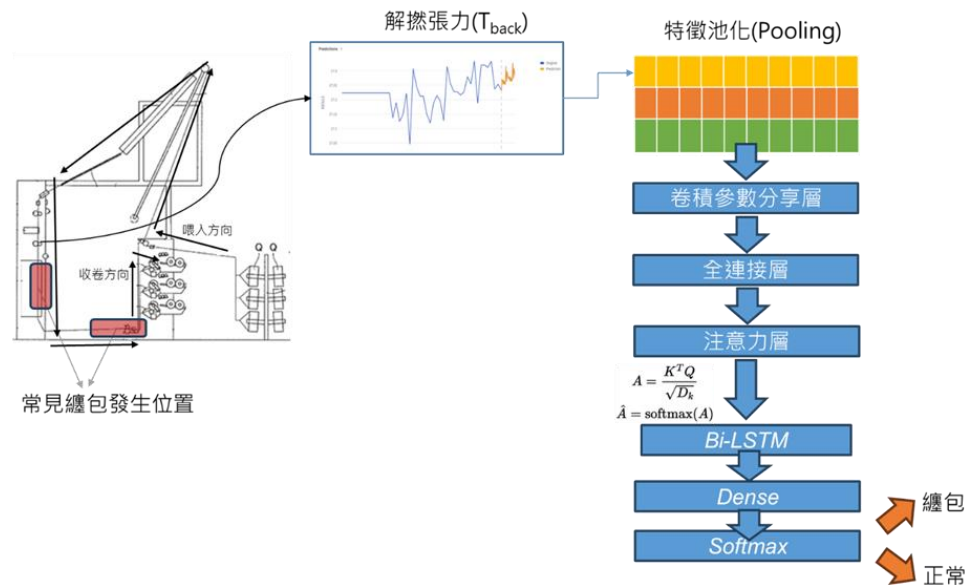
上傳主題：低人工化紗線生產技術

提報機構：財團法人紡織產業綜合研究所

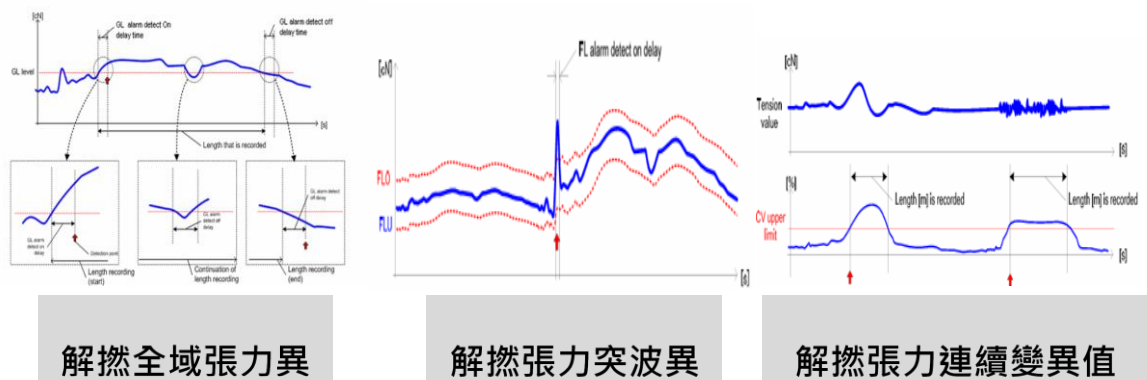
提報時間：113 年 6 月 5 日

與計畫相關	☒ 1.是 ☐ 2. 否
國別	☒ 1.國內 ☐ 2. 國外：()
能源業務	☐ 1.總體能源 ☐ 2.化石能源 ☐ 3.電力 ☐ 4.核能 ☐ 5.新及再生能源 ☒ 5.節約能源
能源領域	☐ 1.政策與法規 ☐ 2.環境衝擊與調適 ☐ 3.經濟及產業 ☒ 4.科技 ☐ 5.統計資訊
決策知識類別	☐ 1.建言 (策略、政策、措施、法規) ☒ 2.評析 (先進技術或方法、策略、政策、措施、法規) ☐ 3.標竿及統計數據：技術或方法、產業、市場等趨勢分析 ☐ 4.其他：
關鍵字	假撚製程、纏繞、卷積神經網絡
重點摘述	假撚製程中，倘若發生纏包現象，瞬間前後的張力失衡會是重要的偵測目標，可比對其發生在卷曲之前的纏繞，並以卷曲張力訊號進行纏包現象分析與建模。結合卷曲張力偵測技術之卷積神經網絡(Convolutional Neural Network)及雙向長短期記憶模型(Bi-directional Long Short-Term Memory)，透過 4 種不同卷繞程度紗管(滿管、2/3 管、1/3 管、少量纏繞管，南亞 75d/72f)，並於 ATF-21 假撚機進行測量數據擷取與模型驗證，比對纏繞後對張力訊號進行纏包現象分析與建模，由於假撚機轉動件若因發生不正常斷絲而產生包繞現象(即纏包)，若運轉人員未能及時可能導致馬達過載而發生火災，以避免此一危害現象。
詳細說明	一、前言 假撚機生產時會發生斷紗，若斷紗沒有處理好會造成纏包，紗線纏繞於加撚器、皮圈，當纏包增大時，摩擦阻力越大造成發熱，不及時處理會影響品質甚至會釀成火災。一般假撚機會利用光電感測器感測加工絲道是否有紗線存在，若不存在表示斷紗發生，訊號告知切絲器進行切絲，但是會發生斷紗時尚有紗線或綿屑留在感測器內，無法斷紗止付即發生纏包現象。藉由同步線上感測器量測紗線張力，透過纏包辨識模型鑑別是否纏包發生，進而通知切絲器進行切絲動作，針對切絲位置從原料 POY 於紗架安裝切絲裝置，透過斷紗止付訊號源經由進階開關做動切絲器進行切絲，達到斷紗止付的功能，避免產生危險。並結合假撚紗線上品質分級及生產異常回饋，立即斷紗止付減少能源浪費。藉由安裝張力感測器分別擷取動態張力讀取至 PC 後進行解譯與訊號鑑別，透過神經網路的卷積參數分享層(Convolutional Parameter Sharing Layer)可對連續訊號如文字、圖像、聲音等前後數據的特徵關聯進行提取，可進一步偵測固定羅拉速度下，纏包卷繞產生消失的紗線

張力所導致的變化，再將卷曲張力感測器偵測的特徵透過雙向長短期記憶(Bidirectional Long Short-Term Memory, Bi-LSTM)進行連續性前後時間的關聯與記憶，其可強化預測纏包狀態時充分考慮整個時間序列的潛在關係：

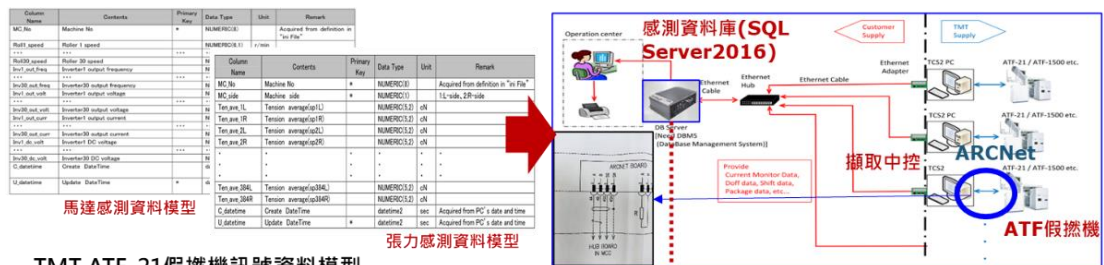


Bi-LSTM 結合了正向和反向的長短期記憶 (LSTM) 單元，分別從序列的兩個方向對輸入資料進行建模，以偵測序列中的長期相依性關係。正向傳遞 LSTM 處理輸入序列的時序資訊，而反向傳遞 LSTM 則是從相反序列進行特徵學習。藉由雙向特徵傳遞，Bi-LSTM 可更好理解序列中的上下文相關資訊，藉以提高時序上異常偵測能力。在假撚製程中，卷曲張力對紗線品質至關重要，包括紗線類型、支數和撚度、設備參數、纖維潤滑和環境條件等因素都會影響張力設置。同樣地，不同已完成捲繞的紗管、紗線規格(丹尼數、支數)也直接影響纏包現象發生後的張力特徵曲線，其常見張力品質異常波形如下圖：



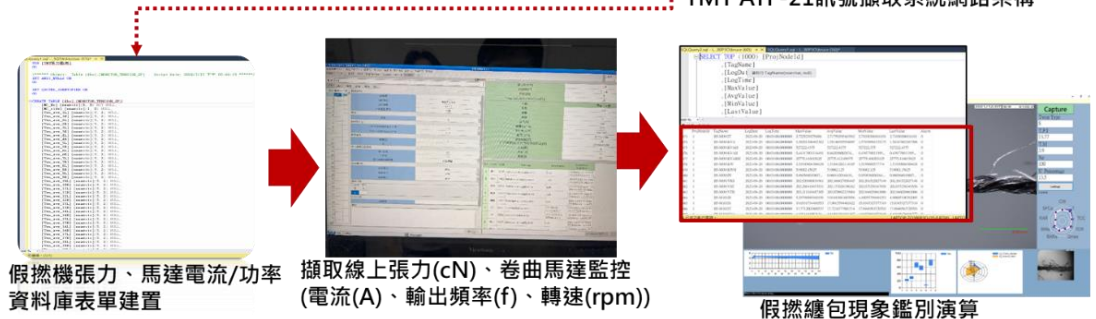
二、實驗結果

透過 ARCnet 擷取假撚機解撚張力、馬達電流/功率、加熱器溫度及機台線速度，並完成相關訊號收集之 SQL 表單建置，以建立馬達與張力感測資訊擷取系統。



TMT ATF-21假燃機訊號資料模型

TMT ATF-21訊號擷取系統網路架構

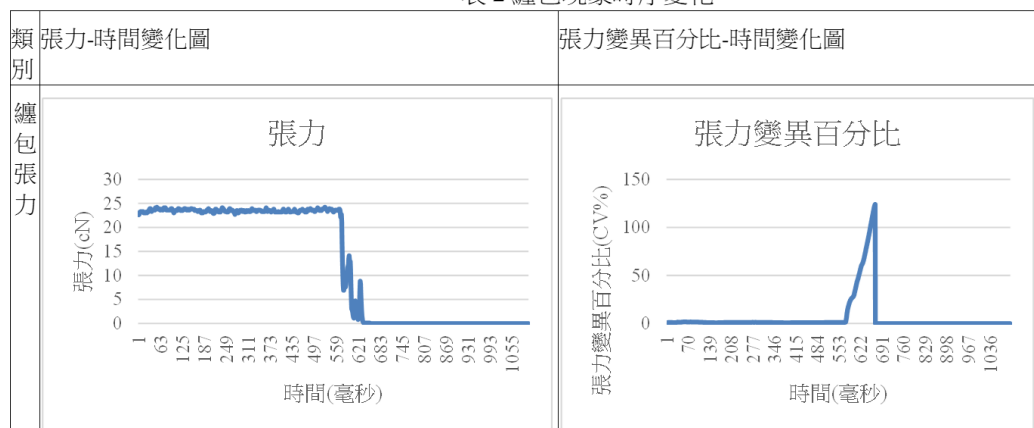


利用 TMT ATF-21 上的卷曲張力感測器，其取樣速率為 200Hz 即時量測電壓值，並以每 10 秒鐘作為其一筆紀錄進行分類鑑別，本研究根據各種不同滿管程度的纏包狀態對它們進行了評估。纏包現象鑑別分類過程分為兩個階段：訓練、測試和驗證，資料量比例為 7:2:1，故樣本集被分為三個子集：訓練集（140 個）、驗證集（40 個）和測試集（20 個），其樣本分布如下列表：

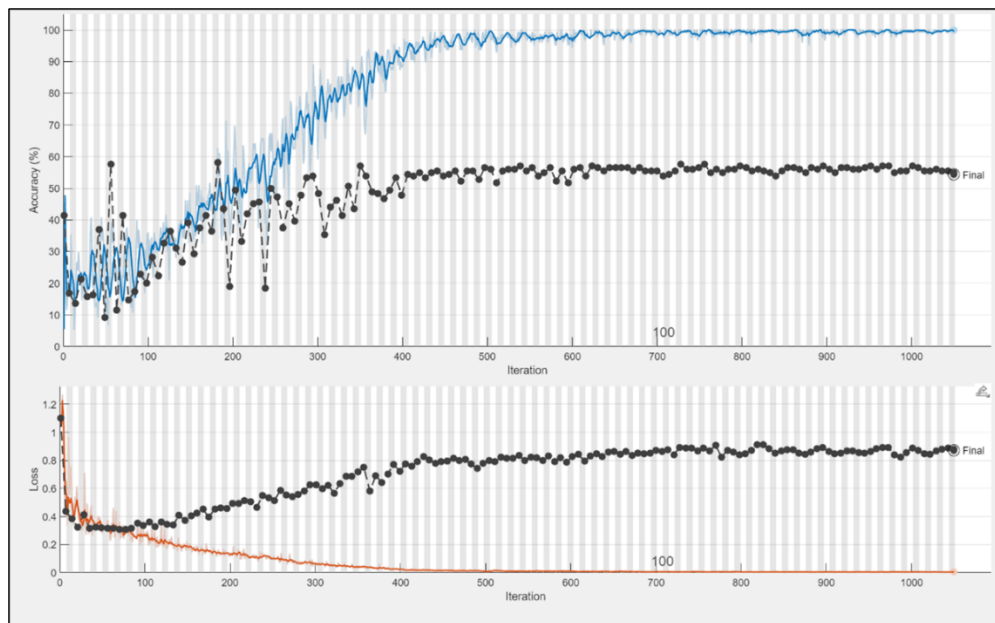
類別	測量訊號筆數			
	筆數	訓練 70%	測試 20%	驗證 10%
正常(20kg)	200	140	40	20
正常(13.2kg)	200	140	40	20
正常(6.6kg)	200	140	40	20
正常(0.1kg)	200	140	40	20
纏包(20kg)	200	140	40	20
纏包(13.2kg)	200	140	40	20
纏包(6.6kg)	200	140	40	20
纏包(0.2kg)	200	140	40	20

本實驗分別取得 1600 筆纏包時卷曲張力及張力變異百分比 CV%，當發生纏包時張力將出現陡降至近乎 0，其時序變化結果如下表：

表 2 纏包現象時序變化



在訓練階段，當訓練反覆運算次數增加到 1050 次時(學習率是 1.875×10^{-5})，最終訓練準確率及測試集準確率分別達到了 99.4%與 58.5%如下圖：



三、結論

本工作項開發自動假撚製程纏包現象鑑別技術，這是由於不同滿管程度的紗管對張力變化量皆有所差異，再者，其與傳統品質異常主要差異點在張力幾乎消失並且仍持續送紗，故未來加入不同滿管程度的紗管下，馬達輸出功率、電流等定量分析及預測模型建置，可進一步強化鑑別準確率，同時可藉此提早偵測纏包發生以降低生產浪費。

參考文獻：

1. Bermúdez-Chacón, Róger, Gaston H. Gonnet, and Kevin Smith. Automatic problem-specific hyperparameter optimization and model selection for supervised machine learning: Technical Report: Technical Report. ETH Zurich, 2015.
2. Valenzuela, S., de Solminihaç, H., & Echaveguren, T. Proposal of an integrated index for prioritization of bridge maintenance. Journal of Bridge Engineering, 15(3), 337-343, 2010.
3. Livieris, I. E., Pintelas, E., & Pintelas, P. A CNN-LSTM model for gold price time-series forecasting. Neural computing and applications, 32, 17351-17360, 2020.
4. Rengasamy, R. S., Ishtiaque, S. M., Ghosh, A., Patnaik, A., & Bharati, M. Analysis of spinning tension in ring spinning. INDIAN JOURNAL OF FIBRE AND TEXTILE RESEARCH, 29(4), 440, 2004
5. Cui, P., Zhang, Y., & Xue, Y. A novel method of analyzing spinning tensions for yarn breakage detection in ring frame. Journal of Engineered Fibers and Fabrics, 15, 1558925020902979, 2020

註：1.請計畫執行單位上傳提供較具策略性的知識物件，不限計畫執行有關內容。

2.文字精要具體，量化數據盡量輔以圖表說明。