

以AI克服淨零碳排與人才短缺的智慧製造新創個案剖析

台灣亞太產業分析專業協進會 101 年認證產業分析師 郭唐惟

一、智慧製造需解決淨零碳排與人才短缺挑戰

根據世界經濟論壇（The World Economic Forum, WEF）所公布的《2022 年全球風險報告》（The Global Risks Report 2022）報告中指出，氣候行動失敗、極端天氣以及生物多樣性喪失，已成為前三大全球首要風險。而因極端氣候劇烈變化而導致的缺水、斷電，以及交通受阻都有可能導致生產停工，進而讓製造業出現斷鍊的風險，造成營運衝擊的連鎖效應。故全球環境問題的風險已與經濟發展息息相關。全球為因應減碳目標紛紛開啟一系列的產業轉型計畫，台灣也預估將於 2024 年起要向每年碳排 2.5 萬噸以上的排碳大戶徵收碳費，當淨零碳排成為勢在必行，AI 也成為企業減碳與落實 ESG 的有效工具。

除此之外，新冠肺炎疫情的流行對於全球勞動力市場也產生重大影響，數百萬人因後新冠症狀與封城政策限制而無法重返勞動市場。如過去許多歐美國家依賴移工來滿足生產需求，然而各國為因應疫情所訂定的出入境政策也限縮了移工的勞動供給。其次由於勞動市場結構老化也成為一大隱憂，勞動力老化代表有很多現職人員已接近退休階段，而後續又無新進人員補充，造成專業與生產經驗難以承接。故在製造業仍有人力需求，但可預見的未來中缺工情形仍難以緩解的狀況下，如何以最少人力完成最大生產已成為企業當務之急，故 AI 與雲端技術就成為改善生產流程、達到精準生產，並使製造業智慧化的首選工具。

本文從 CBINSIGHTS AI 100 與 Technology Pioneers 2021 的榜單中挑選出 Fero Labs 與 CloudNC 兩家新創業者，如何從可信任 AI 與自主製造兩個面向解決現有製造業瓶頸之經驗，提供國內外相關製造業者借鏡參考。

二、智慧製造新創個案剖析

（一）Fero Labs：以可解釋 AI 打開黑箱模型的洞察者

1. Fero Labs 提供可快速導入的優化模組解決方案

Fero Labs 的核心產品是提供白箱機器學習（White-box Machine Learning）的軟體解決方案。而所謂的白箱模型（white box models）跟黑箱模型相反，就是內部運作透明的模型，有助於讓業者理解演算模型中影響產品品質的關鍵因素。

Fero Labs 的軟體解決方案提供系統中已建立好的生產優化模組，供業者依自身業務需求選擇，例如良率優化、產出品質優化、降低原料成本、產出提升、預測性維護、減少碳排…等模組，其主要有三大重點功能。

重點功能其一，為資料輸入的優化，無論從良率優化到減少碳排，僅需選擇好相應的模組並將工廠數據上傳至 Fero Labs 雲端平台後，就能自動建立 AI 模型，並給予預測準確率。重點功能其二，為演算法處理的優化，能夠透過可視化圖表呈現資料輸入與輸出關聯性，了解參數特徵，並顯示各組參數與結果的關聯性，也就是模型可解釋性。重點功能其三，為結果輸出的優化，可以在模型中藉由調整參數代替實際測試，來模擬可能的生產結果。



資料來源：資策會 MIC ITIS 研究團隊(2023/04)。

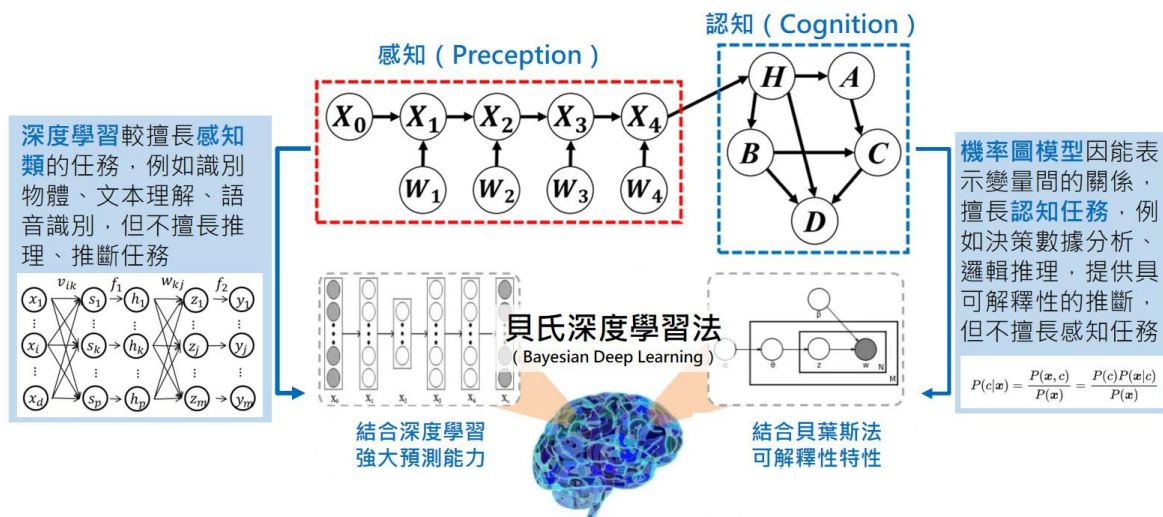
圖 1 Fero Labs 提供可快速導入的優化模組解決方案

2. 結合深度學習與貝氏定理提高模型可解釋性

Fero Labs 的核心技術是貝氏深度學習（Bayesian Deep Learning）演算法，是將深度學習

機率化，來描述變數的關連性以及不確定性。而此演算法主要由「感知部分」及「認知部分」組成。

在感知部分，指的是深度學習較擅長識別物體、文本理解等任務，且具有良好的預測能力，能夠從未訓練的資料庫成功預測出與已訓練資料庫中類似的結果。而在認知部分，則指的是貝氏統計這種機率圖模型一般較能表示變數間的關係，例如在 A 事件發生的前提下，B 事件發生的機率，即為貝氏定理的基本概念，此種特性則提供了模型具有推斷能力、即可解釋性。故 Fero Labs 的貝葉斯深度學習法，是融合兩者的預測能力與推斷能力後，進而建構可解釋 AI 模型來打破模型黑箱。



資料來源：Fero Labs，資策會 MIC ITIS 研究團隊整理(2023/04)。

圖 2 結合深度學習與貝氏定理提高模型可解釋性

(二) CloudNC：拓展 CNC 精密加工自主製造的實踐者

1. 藉由策略合作建立可擴展的概念驗證模式

CloudNC 提供的並非一般的 SaaS 服務，其具體的服務流程，是待用戶上傳零件的 3D 模型後，導入最適生產系統與管理軟體，提供即時報價、設計修改建議後，再以 CAM 輔助系統自動選取所需的工具，並自動撰寫刀具路徑程式傳至 CNC 設備，最終進行產品製造與交付。藉由此種減少以人力進行程式設計的方式達到工廠完全自主化；除比傳統流程更可靠、更快速且更能精準生產，也將有助於平衡不同地區因人力成本差異所導致的製造成本不均，

使生產商能夠建立越來越本地化和彈性的供應鏈。

CloudNC 也積極進行跨域合作，與不同產業的領導業者組成策略合作夥伴，例如：Autodesk 為提供 2D 和 3D 軟體設計工具的領導業者；CloudNC 藉由將自身解決方案整合入 Autodesk Fusion 360 的 CAM/CAD 平台中來進一步擴大使用者；而 DMG MORI 是全球最大的 CNC 電腦數控銑床、車床製造商之一，CloudN 導入其 CNC 設備，做為其解決方案的 POC 載體；Lockheed Martin 則為美國航空航天和國防製造商，也為全球最大的國防承包商，其也與 CloudNC 進行策略合作，委託精密零件製造。



資料來源：CloudNC，資策會 MIC ITIS 研究團隊整理(2023/04)。

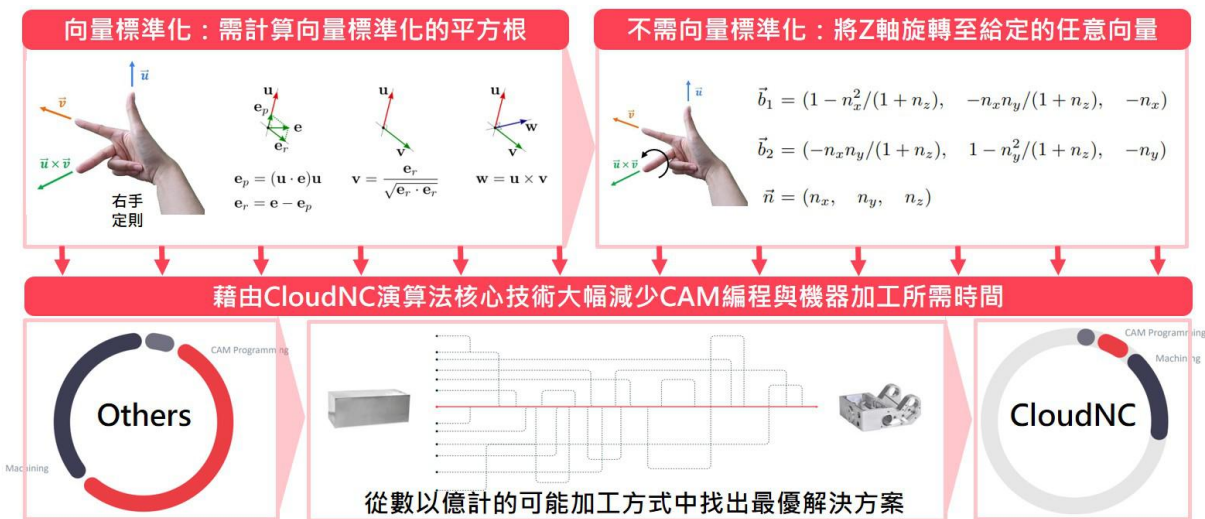
圖 3 藉由策略合作建立可擴展的概念驗證模式

2. 以標準化正交基演算法減少程式設計需求

CloudNC 核心技術為標準化正交基 (Orthonormal basis) 演算法，在線性代數中，一個內積空間的正交基 (orthogonal basis) 是元素兩兩正交的基。稱基中的元素為基向量。假若，一個正交基的基向量的模長都是單位長度 1，則稱這正交基為標準正交基。而此種標準正交基概念在 3D 加工與圖像建模中相當重要，藉由將切割路徑等變數拆解為向量進而讓 CNC 加

工設備能夠識別後，才能進一步達到切割路徑生成最佳化。

以往計算標準正交基，即將 3D 圖像進行向量標準化讓機器能進行識別需要大量複雜運算，而 CloudNC 的標準化正交基演算法，則藉由簡化向量標準化的步驟，以給定的任意向量進行計算，就能將其運用在 CNC 刀具路徑生成的光線追蹤、投影、參數化、計算偏移曲線和曲面，以及確定點與線平面的相對方向，達到大幅減少 CAM 程式設計與機器加工所需時間，進而加速零件生產。



資料來源：CloudNC，資策會 MIC ITIS 研究團隊整理(2023/04)。

圖 4 以標準化正交基演算法減少程式設計需求

三、結論

過去可解釋性 AI 主要應用在銀行、保險、醫療等產業，為確保一般民眾權益不會遭遇黑箱困境，亦即因演算法模型導致的不公平導致權益受損，甚至因誤判醫療建議危及自身生命安全。隨著疫情影響，讓製造業者越來越習慣採用 AI 來輔助生產，關於 AI 工作方式和決策原理問題也會越被關注。例如過去較少見如預測性維護的製造業應用，逐漸提升對於 AI 模型可解釋性的重視。過去 CNC 加工產業較為封閉，難以與需求端順利媒合，在審圖、備料、前置處理等作業環節，也幾乎僅靠人工操作，不但溝通緩慢，也難以掌握生產進度。然而藉由 AI 機械加工軟體解決方案簡化了 3D 圖設計、程式撰寫等前置處理環節；也導入最適規劃系統讓生產流程能夠提升效率，並藉由預估加工時間及加工難易度來達到即時報價，可讓整體工廠對於

人工的依賴性降低。

故可信任AI的技術與發展趨勢已成為製造業者在普遍導入AI技術與應用後應聚焦關注的議題，製造業在具備處理大量繁雜生產數據並能夠進行分析的基礎上，需更進一步考慮AI是如何判斷濕度、溫度、震動的數據對於系統的影響並給予決策建議。此外，不同部門間對於AI決策的解釋可能也有各自的好壞判讀，仍需仰賴彼此溝通交流，方能讓可解釋AI發揮最大效益。此外，台灣CNC產業也類似全球產業現況，存在著潛在客戶與傳統工廠難以接觸、難以控管加工品質，以及人才短缺等瓶頸。如何將加工流程數位化成為提升工廠效率的一大主要努力方向，除以自動化生成程式碼達到製造自主化外，如何藉由打造數位化平台來媒合加工生產需求與CNC工廠，更為台灣產業應積極參考之方向。

(本文作者為資策會MIC執行產業技術基磐研究與知識服務計畫產業分析師)

原文出處：ITIS 智網 <http://www.itis.org.tw/>