

政經環境多變 & 節能驅動，AI 聯袂 Digital Twin 入廠！

■文：任苾萍

美國富比士 (Forbes) 雜誌日前揭露，全球製造業的供應鏈和勞動力中斷仍是關鍵問題，加上世界正步入前所未有的經濟不確定性時期，企業極有可能面臨增長放緩和盈利下降的窘境；然而，若能成功應對上述挑戰並善用自動化、人工智慧 (AI) 和工業 4.0 等機遇來推動創新和現代化者，反將大有收穫，並將 AI、自動化、數位孿生 (Digital Twin) 和物聯網 (IoT) 列為今年五大產業趨勢之一，意味：互聯的機器／設備可藉由感測器達到工作效率最佳化，而預測性維護 (predictive maintenance, PdM) 可將停機時間降至最低並將維修備件

資訊自動發送到系統。

深入探究，借助電腦視覺等機器學習 (ML) 技術的感測器，可進行自動化品質控制 (QC)、監測成品品質並針對製造流程調整；演算法還能監控現代製造設施周圍的能源分配，以最大限度地提高效率並減少浪費、污染和排放。數位孿生是另一個與數據和分析相關的概念，將從現實世界的感測器和物聯網設備收集而來的資訊用於在虛擬世界中，創建系統的數位模擬——從單個零件到整個製造工廠。在這裡，可以比使用真實的物理系統更經濟實惠地對其測量、分析和試驗，再將從數位孿生中學到的見

解，應用到現實世界中的對象、系統或流程。

NVIDIA Omniverse：開發數位孿生模型

近來話題不斷的輝達 (NVIDIA) 共同創辦人暨執行長黃仁勳，日前在 COMPUTEX 發表主題演說時也針對 AI 對於製造業有所論述：全球製造業估計有 1,000 萬家工廠盡是工業數位化腹地，例如，和碩聯合 (Pegatron) 正利用 AI 提高運作效率，首個試點項目之一即是透過深度學習 (DL) 檢測產品異常，使用 ResNet 等經調整後的神經網路 (NN) 模型獲得可靠結果。和碩已在自家多數工廠部署 Cambrian 自動檢測人工智慧平台，維護數百個 AI 模型、在 NVIDIA A100 Tensor Core GPU 進行訓練，速度比在工作站訓練加快 50 倍；原本需要數週完成的工作，現在縮短到只要數小時。

爾後在生產環境運行，新平台能比人類檢測員發現多出 60% 的瑕疵，且減少 30% 產品標準不一致的情況。利用 A100 GPU 中的多執行個體 GPU 功能，原本開

圖 1：在全球擁有 31 家工廠的寶馬集團 (BMW) 正在與輝達 (NVIDIA) 就數位孿生進行合作，藉 Omniverse Enterprise 運行工廠模擬以優化營運



資料來源：NVIDIA：https://blogs.nvidia.com/blog/2021/12/14/what-is-a-digital-twin/



照片人物：NVIDIA 共同創辦人暨執行長黃仁勳

發人員取得加速器要等待近一個小時，如今只要 30 秒就能完成。該系統使用 NVIDIA A40 和其他 GPU 每天解析超過 1,000 萬張圖片，以進行 AI 推論；NVIDIA Triton 推論伺服器透過開放原始碼軟體協助在各類處理器及框架中部署、運行並擴展 AI 模型，再搭配 NVIDIA TensorRT 軟體來簡化神經網路以減少延遲。使用基於 DGX 的統一平台，把資料湖、資料集及訓練活動都集中在一處，只需一鍵就能部署好模型。

依循工廠調整裝配及包裝站的工作流程以配合更快速的檢測工作流水線，這套系統還能提高處理量。下一步，則是使用 NVIDIA Omniverse 平台來開發數位孿生模型，目前提出兩個用例：一是測試 Omniverse Replicator，對不同照明條件或方向下，通過檢測的產品

圖 2：和碩工程師使用 Omniverse 從遠端監控檢測機器



資料來源：NVIDIA：https://blogs.nvidia.com.tw/2022/08/16/pegatron-ai-omniverse/

的可能外觀產生合成資料，這些資訊會讓和碩使用的感知模型變得更聰明；二是建立檢測機器的數位孿生模型，讓遠端工作人員能從遠端管理機器、更便於掌握預測性維護的相關細節，可重播事件經過、一改系統發生故障可能看不到完整詳實日誌的問題，並在將軟體更新內容部署到實體機器前先行模擬。

生成式 AI 躍起！優化 AI 推論解釋力

Omniverse 可啟動、優化自主式移動機器人 (AMR) 並協助生產線拾取和機械手臂運作，更重要的是，擔負不同職責的工程師就算身處異地也能同時在同一虛擬系統工作。黃仁勳介紹，除了借助 NVIDIA Omniverse 和生成式 AI 應用程式介面 (API) 連接工廠設計和製造工具以建構數位孿生，還能使用 Isaac Sim 模擬器測試機器人、使用視覺 AI 框架 Metropolis 做自動光學檢測，最新組件 Metropolis for Factories 更可創建自定義 QC

系統。他強調，借助高速運算和生成式 AI，將合成數據與 NVIDIA 預訓練模型結合，可優化 AI 推論解釋力達 99.8%。

基於 NVIDIA AI 和 Omniverse 建構的軟體定義工廠可加速啓動並最大限度減少更改、提高生產線輸送量、降低成本。黃仁勳重申，NVIDIA 將與台灣生態系藉 DGX 系列模組加速雲端運算系統，為生成式 AI 時代建置引擎以創造更大的訓練模型，讓每個超大規模的資料中心都可進階為生成式 AI 資料中心。資策會產業情報研究所 (MIC) 在今年 5 月中舉辦的《36th MIC FORUM Spring 開擘》研討會對於生成式 AI 亦有相關探討；產業分析師楊淳安點出，生成式 AI 依託三大基石共同協作：資料 (Data)、算力 (Computing)、算法 (Algorithm)，且彼此具有層級關係。

楊淳安說明，由資料和算力構成底層基礎架構後，疊加深度學習演算法，建構出生成式 AI 模型。

圖 3：生成式 AI 在垂直領域專用模型將蓬勃發展



資料來源：資策會產業情報研究所 (MIC)，2023/05

「生成式預訓練模型」(Generative pre-trained Transformer, GPT) 需要大量訓練資料，再經由微調使用少量標註資料，針對具體任務調整模型，由此訓練出的大模型能完成多種任務，包括：圖像、文字或程式碼。現階段生成式 AI 技術發展以通用大模型為主，但垂直應用需要領域知識 (Domain know-how) 客製化解決特定情境下的任務。智慧製造即是其中之一，可在大模型基礎上微調並適當降低參數後開發專用模型，未來垂直領域專用模型將呈現蓬勃發展。

「通用型 AI」鋒頭正健！「多模態基礎模型」能力最趨近

其次，生成式 AI 演算法分為語言與圖像兩大類型，在技術演進上相互融合朝向多模態發展。楊淳安指出，未來不論是通用或專用，多模態都將成為基本配備之一。今年 3 月 OpenAI 發佈的 GPT-4 與 Google 的 PaLM-E 均能接受圖像

輸入並生成文字內容，當單一大模型能處理文字、圖像、影片和語音等多種任務時，便稱為「多模態基礎模型」(Multi-Modal Foundation Model)，其能力接近通用 AI。她為台灣資通訊業者提出三大建議發展途徑：

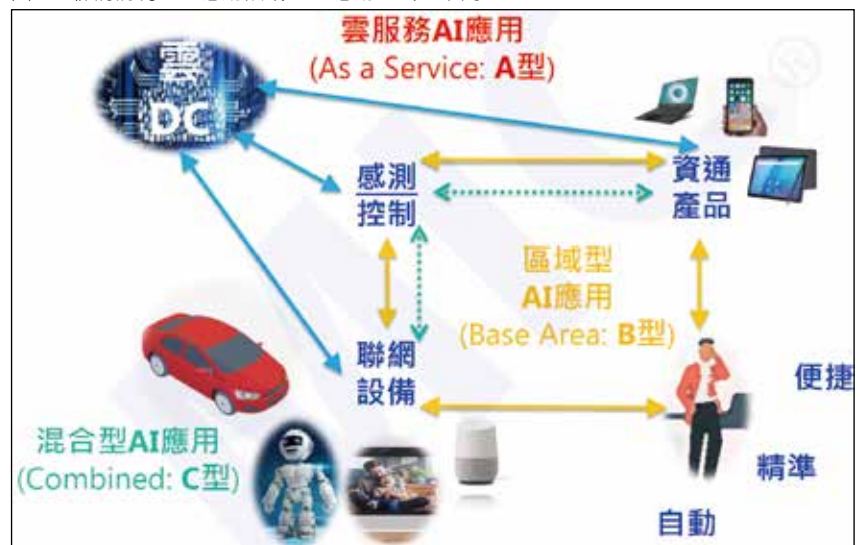
1. 使用開源社群資源研發通用模型，提供 API 串接或顧問服務；
2. 使用開源模型針對垂直領域客製化設計，開發專用模型；
3. 串接國際廠商 API，微調模型後

提供垂直領域應用服務。

MIC 產業顧問兼組長潘建光觀察到：近十年 AI 風起雲湧，但今年以「通用型人工智慧」(AGI) 鋒頭最健；依據聯網情境與應用領域，AI 應用型式大不同——A 型：雲服務，所有訓練皆來自於雲端；B 型：區域型，基於系統、本機或特定範疇；C 型：混合型，兼採上述兩者，常見於智能車應用。AI 技術推升各行各業智慧化／自動化進程，並列舉兩個知名用例。一是亞馬遜 (Amazon) Proteus 實現人機共存，自動化倉儲機器人類備先進感測及導航技術，內建 AI 電腦視覺技術及配備機器手臂，整合包裹推車自動化，且能與人類共同工作。

二是 SECOM 推出巡邏保全機器人 cocobo，配合 AI 演算法，能識別身分、判斷是否有人倒地需要支援，並對異常警響、熱源、放置物通報。潘建光認為，當前 AI 僅擅長處理數據 (Data)，但未來 AI 應朝向優化製程／流程

圖 4：聯網情境 vs. 應用領域，AI 應用型式大不同



資料來源：資策會產業情報研究所 (MIC)，2023/05

(Process)，AI 需求將締造新興晶片商機，但邊緣 AI 晶片面臨以下發展挑戰：

- AI 晶片業者僅掌握片段價值鏈，與 AI 服務或系統業者競合是關鍵；
- 獨立 AI 晶片或 AI 運算單元皆可執行 AI 任務，如何取舍視客戶考量；
- 聯網裝置 AI 需求興起，仍須視企業中長期策略才能選擇合宜發展方向；
- AI 加速運算僅是初步發展，如何跨域、跨業整合 AI 應用才是未來願景。

超級電腦「算力」：生成式 AI 基礎建設

受邀出席的華碩雲端總經理吳漢章從「超級電腦」的角度分析：台灣缺乏廣大消費市場支撐，並不適合做 ChatGPT，卻非常適合做產業 GPT，且建議以開放生態為佳。生成式 AI 可解決影像 AI 力有未逮的問題，例如在工業應用上，以往 AI 監督式學習，一個任務就需建立一個模型。如此一來，一個工廠可能就要管理數百個模型，需要一個模型管理平台；但生成式 AI 是以大通用模型為基礎，只需一個模型就能處理諸多任務。經研究，通常掌握 200 ~ 1000 億個參數量，會有「頓悟式」驚艷表現，量體太少僅足以應對特定任務。

超級電腦「算力」是必要基礎建設。台灣在 2018 年推動的前瞻基礎建設所發展的超級電腦，可

說就是為了今天的生成式 AI 設計，「台智雲」(台灣智慧雲端)亦是在此背景下誕生，未來亦將為台灣產業持續投資算力。AIHPC 高速運算即服務 (AIHPC-as-a-Service) 訓練及強大算力幫助檢查原料、產品、生產線，減少人為出錯問題，藉由大幅提升負載規模、加速終端運算速度、簡化生產流程，降低客戶成本及風險，並透過 OneAI (一站式機器學習發展協作平台) 服務優化生產過程，縮減時間成本，亦可採用 TWCC 混合雲架構。

有鑑於傳統工廠各廠房之間資料相互獨立、無法互相串連且機器設備眾多，無統一的控管平台，「台智雲」志在以 TWS 結合混合雲與雲端 AI 訓練資源，協助各廠房回收機器設備的數據，再透過聯邦式學習讓各廠房之間能在保有資料安全性的狀況下進行模型訓練，有效從遠端掌握設備資訊，並藉由預測及告警以達成製程改善、提高良率、降低品管成本等目標，最終實現建立數位孿生環境之願景。有專家預測，數位孿生將在 2023 年得到快速採用，從高度特定的應用轉變為廣泛的管理最佳實踐。數位孿生還

可協助實現一系列複雜目標。

節能減碳！能源效率成 Digital Twin & CbM 驅動因子

迎合節能減碳的環保需求便是其一。馬達廠表示，檢測電機、軸承 (bearing) 和齒輪箱中的故障對於防止額外的能源消耗、潛在的設備故障和停機至關重要，最直接的方法是為各種組件建立閾值，例如：軸承溫度和電機振動水平，而 AI/ML 演算法可在故障發生前預知。電機、軸承、致動器和變速箱是機器的關鍵元件，亦與能源消耗優化息息相關；一旦發生故障，通常會增加能耗以補償不平衡性能，直到部件完全損毀。創建電機、齒輪箱、致動器和軸承等基本元件的詳細模型可實現數位孿生，進而減少營運支出並有效消耗能源。

今天，能源效率已成為製造業可持續發展的重要組成部分，製造商可利用數位孿生提供設備和製程的數位模型、使用來自感測器和其他來源的數據來監控和優化能源消耗。研調機構 Reportlinker.

圖 5：台智雲 AFS (AI Foundry Service) 一站式解決方案

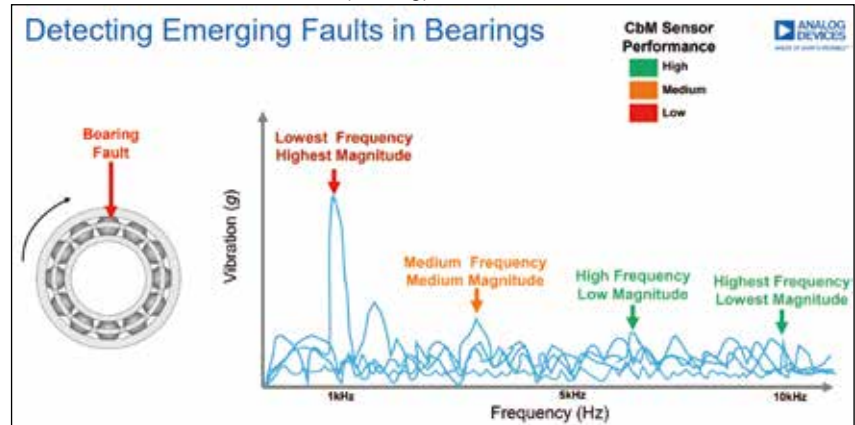


資料來源：台智雲；<https://tws.twcc.ai/afs/>

com 預估 2023 ~ 2028 年數位孿生市場的年複合成長率 (CAGR) 為 34.48%，在開發階段對實際產品進行預分析，有助於改進整個產品生命週期的物理產品設計；在工業物聯網 (IIoT) 中，數位孿生可透過其與智能感測器和網路等物聯網組件連接的分析軟體發現大型機械設備的錯誤和變化，且來自光達 (LiDAR) 前視紅外 (FLIR) 等即時監控數據亦可納入模擬。

不過，礙於全球仍有許多企業尚未更新基礎設施、無法滿足連接需求恐成市場增長阻力，如何以足夠高的採樣率收集數據亦是挑戰所在——此時，在閘道器 (Gateway) 設備上實施「振動頻譜分析」，可有效識別機械部件的現有故障，順勢帶動 IO-Link 通訊介面的興盛。與此同時，「狀態監測」(Condition-based Monitoring, CbM) 系統是一種低成本的預測性維護系統，可提供即時數據和

圖 6：藉 CbM 感測器偵測馬達軸承 (bearing) 潛在問題



資料來源：ADI

協作，保護昂貴機器免受損壞。Reportlinker.com 另一份報告顯示，智慧工廠的擴張創造了自動化需求，將連帶推動 CbM 設備增長，預估 2023 ~ 2028 年之 CAGR 為 5.5%。

預測性維護仰賴測量和分析物理特性 (如：目視檢查、聲音、溫度或振動) 進行狀態監控，可望減少高達 50% 停機時間，並節省 10 ~ 40% 設備維護費用。報告中提到，在 IIoT 生態系統中，CbM

旨在提供最終可用於包括數位孿生在內的各種智慧工廠應用數據以進一步改進品質；另一方面，隨著可再生能源的日益普及，狀態監測設備市場也將在預測期內蓬勃發展。例如，需要遠程管理的風力渦輪機往往暴露在惡劣和多變的天氣條件下，亟需維護以提供可靠、經濟高效且安全的電力輸出，並延長設備使用壽命。CTA

Synaptics 推出高效能生物識別安全感測器

Synaptics 在 Computex 2023 上宣布推出 Triton FS7800 系列高解析度單晶片感測器內比對 (Match-in-Sensor, MiS) 指紋認證感測器，用於保護生物識別用戶對 PC 和其他設備的存取。Triton 系列具有 500-dpi 半導體感測器，採用兩種靈活、易於整合的封裝選項以加速系統設計，並具有 NIST SP 800-193 等級保護，可為行動工作者提供最大的安全性。

Triton 系列擴展了 Synaptics 在 MiS 感測器解決方案方面的領導地位。MiS 代表其完全獨立，並包含處理器、儲存和加密功能，可在與主機實體隔離的環境中執行比對。這可確保免受駭客攻擊或可能在主機上運行的惡意軟體的侵害。感測器能自主進行生物特徵識別，然後將使用感測器專用密鑰加密簽名的識別結果發送給主機。對於 PC 應用，它完全符合最新的 Microsoft Windows Hello 要求，並且根據 Windows 11 現代設備安全級別定義，具有強化登錄安全性 (ESS) 功能。

此外，FS7800 內含指令和指紋資料庫的整合內部快閃記憶體及圖像處理的硬體加速加密功能，提供兩種版本，玻璃覆蓋層 (FS7801) 以及塗層覆蓋層 (FS7802)；實現不同的形狀和尺寸以適應各種 ID 要求和在 PC 上的不同放置位置。