

工研院助攻智慧製造

# 2020 TAIROS大秀機器人成果

集結自動化、機器人、3D列印等製造領域的智慧製造系列展於8月中舉辦，副總統賴清德親自蒞臨致詞表示，這是全球新冠疫情爆發以來，全球第一檔、也是最大規模的智慧製造實體展，展示臺灣面對工業4.0，最堅強的智慧製造與資通訊產業實力。



在今年的「臺灣機器人與智慧自動化展」(TAIROS)中，工研院發表10項智慧機器人創新成果，大秀工研院在智慧製造，協助產業數位轉型的成果。

撰文／陳怡如

新冠肺炎重創全球經濟，但也為產業布局帶來新機。國際機器人聯盟(IFR)資料顯示，全球企業在疫情缺工及斷鏈的影響下，正重新評估供應鏈的管理風險。未來機器人將扮演生產要角，企業將加速引進機器人，連帶也推進機器人技術和智慧自動化系統的發展。預估至2022年，全球將有400萬台工業機器人在工廠中運轉，協助產業因應市場挑戰。

在今年的「臺灣機器人與智慧自動化展」(TAIROS)中，工研院發表10項智慧機器人創新成果，包括首創可精準揀貨的「AI人工智慧自動標註系統」、協助工廠免停機、仍可多樣生產的「高品質研磨系統」、具多工彈性服務的「七軸驅控整合

式關節機器手臂」等，大秀工研院在智慧製造，協助產業數位轉型的成果。

工研院機械與機電系統研究所所長胡竹生表示，後疫情時代，分散生產基地、走向智慧製造，滿足自動化、減少人力依賴、快速調整和客製化等需求，已成為未來製造業發展的新趨勢。

因應當前製造業供應鏈重組、少樣多量的生產挑戰，及針對勞動力缺乏的社會趨勢，工研院身為產業推手，在擘畫的「2030技術策略與藍圖」中，全力整合機械、資通訊、電子等跨領域的研發優勢，以及AI人工智慧、5G、雲端通訊等科技，開發更多元化的智慧機器人技術，協助臺灣工廠數位轉型，邁向智慧製造，提升後疫情時代的國際競爭力。

## 七軸驅控模組手臂 類人作業更多工

機械手臂靈活轉動，七個轉軸宛若人類的肩膀、手肘和手腕等關節，能自由操控轉動角度和方向，嶄新技術來自工研院領先市場研發的「七軸驅控整合式關節機器手臂」。

傳統機器人體積龐大，臂長與構型彈性較少，難以因應現今少量多樣、快速生產、複雜精細的生產需求。體積小巧的七軸機器手臂，不僅方便與人類協作，同時能滿足所有轉動需求，與六軸相比，手臂動作更靈活、穩定，可提供類人的作業能力。

但也因為體積輕巧，最大的技術挑戰，就是要把馬達、驅動器、編碼器、感測器、電源轉換等元件，全都整合在手臂裡，7個轉軸，就等於有7套驅控整合模組。但也因為模組化，未來就能因應不同產業需求，變化組合手臂軸數。

此七軸機械手臂總重約15公斤，可舉起約5公斤的物品，荷重比0.3，精準度與誤差度的重現性則為0.02毫米，展現驅控模組機械手臂的高精準度、高重複性與高穩定性。

該款七軸機器手臂，未來整合AI視覺辨識、夾具或機器手掌，就能讓機器人類備自動辨識、即時追蹤、精準夾取物體等功能，具備更彈性多工的能力，從事輕工業加工、家居服務與生醫照護的工作。



## 多自由度仿生機械手掌 靈活抓取更擬真

像真人手掌一樣彎曲手指關節、靈活抓握，拿水瓶、夾名片全都難不倒它，逼真模樣近似人類真實手掌。這是臺灣首度自主研發的「多自由度仿生機械手掌」，能抓取各種形狀不規則與軟性物件，加上運用碳纖複合材料，與手機重量相差無幾，既輕巧又高度靈活，TAIROS展中亮相令人驚艷。

這隻機械手掌包含11個關節，手指

結構仿造真人手指關節進行設計，除原有5指關節外，又增加大拇指基部的活動範圍，讓抓握更細膩。若搭配機器手臂，可取代過往機器手臂末端的夾具，幫助於賣場取貨與工廠上下料作業。

因抓取更靈活，特別適合用來抓取形狀不規則物體，解決夾具只能抓取特定外型或高硬度物件的問題。例如食品加工廠裡的生鮮魚類，每隻魚的大小不一，仿生機械手掌能隨時調整手指關節，符合抓取物件的形狀。

此外，由於仿生機械手掌的5根手指頭，採用機械控制與彈簧設計，手指在碰撞硬物時能反彈，降低義肢毀損的情形，性價比優於市面義肢；未來預計在指端加上感測器，當手掌抓取時，只要達到一定力量就會停止抓取，避免讓物品損傷，有效協助身障者滿足日常生活的功能，造福義肢使用者。



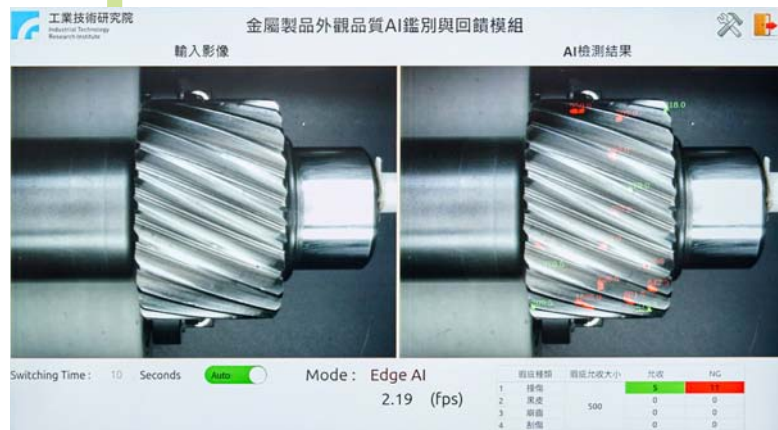
## 金屬製品外觀品質AI鑑別與回饋模組 自動檢測金屬害

「良率」是生產線上的重要指標，但對金屬產業來說，要找出瑕疵品十分困難。礙於金屬製品表面容易反光，加上齒輪、齒距間的起伏易形成陰影，傳統使用機器視覺（AOI）進行瑕疵檢測時，容易受到干擾或誤判，於是需多靠人工目視來確保品質，檢測過程耗時費力。

為改善業界瓶頸，工研院研發「金屬製品外觀品質AI人工智慧鑑別與回饋模組」，以AI深度學習訓練檢測模組，搭配國內首創3D螺旋切齒齒輪檢測機，在金屬曲面反光的情形下，能成功自動檢測黑皮、撞傷與崩齒等瑕疵。目前這套系統已導入齒輪廠商，正確率達96%，不僅減少50%的人力需求，檢測一顆齒輪的速度更從60秒降至30秒以下。

這套模組支援邊緣運算和雲端運算2種模式，若廠商檢測速度需求較慢，就能採用價格較低的嵌入式All In One的智慧相機進行檢測，於機台獨立進行邊緣運算。若廠商需要的檢測速度較快，可結合5G或雲端伺服器加速運算，並即時回饋製程。除了單獨使用，這套模組也能搭配傳統AOI機台進行複判。

為了加速導入產業，團隊也發展出遷移式學習（Transfer Learning），加快AI學習速度，讓系統可以更快應用在不同金屬產品上，協助廠商有效量化瑕疵狀況與良率。



## 高品質研磨製程自主化系統 多樣生產免停線

在小巧的透明櫥窗裡，展示著全套精細的研磨拋光系統，涵蓋工業機器人、智慧砂帶機、夾爪和輸送料台，相較傳統的大型機台，其體積大幅縮小，更適合處理小型金屬工件，像是精品、折刀、水五金、手工具等金屬加工製品，有效滿足小型工件商品少量多樣、快速換線、高度客製化的生產需求。

這套「高品質研磨製程自主化系統」能快速換線的秘訣，在於獨特的視覺進料辨識技術。當研磨不同商品時，只需把料盤放在進料區中，系統就能立即辨識工件種類，並模擬研磨路徑，辨識率達100%；即便換料時，工廠也無需停線生產，亦無需人員操作設定，達到少量多樣、快速換線的彈性生產。

研磨時，透過虛實整合系統（Cyber-Physical System；CPS）和力量感測器等技術，系統能模擬機器人的研磨編程路徑，減少模擬端與實機端的誤差，可讓誤差小於1毫米，還能模擬研磨力量，準確度達80%，增進研磨品質。

目前這套系統已導入折刀廠商，未來可望再開發工件變異的量測。當研磨不同工件時，需要調整機械路徑，透過雷射量測，系統就能得知工件的體積大小與需研磨的規格，線上量測、線上補償、研磨、換線皆能一次完成，精準控制研磨成品。



## AI自動標註系統應用： 隨機堆疊智慧取料 亂中有序一把抓

機器手臂來回移動，在成堆混雜的糖果、餅乾、科學麵裡，自動辨識抓取同樣物品放置正確的盒子裡。這套「AI人工智慧自動標註系統應用：隨機堆疊智慧取料」，透過開發自動標註系統，加速AI學習辨識的時間，是全球首創的嶄新技術。

機器手臂應用於製造業的揀貨備料程序是新藍海市場，雖然目前機械手臂已可進行上下料，但卻無法自主學習辨識各種不同物件。本系統結合AI辨識技術，可讓機器手臂在成堆混雜物料中，自動進行辨識

並夾取分類，達成快速揀貨和備料。

AI學習的養分就是「資料」，過去須由人工標註圖片傳達AI個別物料的姿態和特性，1小時只能標註25張圖片，這套自動標註系統，整合電腦圖學模擬器，能自動蒐集並快速標註圖片資料，1小時標註1萬張，時間提升400倍。有了大量的學習養分，訓練AI辨識的速度即能大幅提升。

過去隨機取料若需於產線將A件更換為B件，涉及不同視覺演算法，通常需30天左右，這套系統卻可簡化為1天，換線時程快30倍，可大幅加快機器手臂的揀貨效率，且機器手臂能24小時運作，節省3班人力。目前這套系統已導入在鞋業、手工具等產業，未來希望能應用在倉儲物流中，協助工廠數位轉型。

## 機器人倉儲與加工管理系統 智慧統包超省力

未來的智慧工廠是什麼模樣？收到系統派工後，機械手臂自動移至倉儲，搬運指定物件，放置機台上開始加工，結束後還會彙整製程數據分析，掌握生產品質。這樣高度自動化、人力極度精簡的智慧工廠不是夢想，只要透過工研院開發的「機器人倉儲與加工管理系統」就能實現。

這套系統提供全廠區、整產線的統包服務，整合派工排程、物料、倉儲管理、廠房資訊及製程數據分析，也可與廠商的企業資源規劃（ERP）系統串接，彙整完整的生產流程履歷；還能與機台、感測器及量測儀器搭配，自動量測並補償製程誤差，有助產業升級智慧製造，員工可以專心從事更有價值的工作。

廠區生產幾乎是所有製造業的共通需求，因此這套系統的應用範圍非常廣泛，還可依廠商的需求客製化設計。像是運用機械手臂搭配軌道，適合單純直線的生產線作業；若是大型倉儲場域，未來也能搭配無人搬運車（AGV），達到近無人化生產。

目前這套系統已導入航太產業，過去都靠人工搬運零件，但由於飛機零組件體積龐大，一個零件就重達10

幾公斤，加上精密度高不能碰撞，用機械手臂來搬運和加工不僅能更省人力，其24小時運作使產量大增。這套智慧製造管理系統，是製造業邁向數位轉型的好幫手。■

