

MARCH 2025

03

no.52

AIR

AI
+
IR

智慧自動化產業期刊
Journal of Automation Intelligence and Robotics



人型機器人 技術+應用

Visitors Welcome



Taiwan Automation Intelligence and Robot Show

台灣機器人與智慧自動化展



Automation Taipei

台北國際自動化工業大展

AUG 20-23, 2025

TaiNEX 1 & 2

台北南港展覽館1&2館

2024 Quick Facts 2024 展出成果

842

Exhibitors

3,435

Booths

314,756

Total Attendance

Exhibit Profile 展覽項目



Smart Manufacturing 智慧製造相關

• 工業自動化設備 • 工業機器人技術 • 智慧工廠(工業自動化軟體應用)



Industrial Supply 製造設備

• 五金工具 • 廠房設備 • 機床暨工具機設備



Key Components 關鍵零組件



Artificial Intelligence AI人工智慧



Smart Services 智慧服務



Service Robot 服務型機器人

Exhibit Inquiry 展覽洽詢

Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association

TEL: +886-4-2358-1866

Ms. Fion Chen (ext. 14)

E-mail: service@tairoa.org.tw



TAIROS.TW



Visitor Pre-registration
立即預登參觀



掌握未來趨勢

「機器人工程師」「自動化工程師」證照

全台首創機器手臂術科考試

原理 + 實作 + 證照 = 贏得就業先機

機器人術科考試方式及合格場域資訊

請見官網考試資格及規定



學科考試日程

證照名稱	考試時間	報名時間
「機器人工程師」證照 「自動化工程師」證照	5月/11月	3-4月/9-10月



◆ 機器人工程師及自動化工程師書籍



更多購買資訊及證照考試內容請至協會官網查詢
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 www.tairoa.org.tw

Organizer

Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association / Economic Daily News / Chan Chao Int'l Co., Ltd.



市場焦點 Market Focus

- 10 **經濟與景氣指標**
資料來源：台灣經濟研究院、國家發展委員會、中華經濟研究院
資料整理：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
- 26 **淺談人型機器人**
工研院機械與機電系統研究所 黃鈺技術總監
- 34 **Robotic efficiency in industrial use cases – ideas beyond the humanoid hype**
Leon Siebel-Achenbach, Deputy Head of Department of Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML
- 40 **擬人型之工業協作化
移動型雙臂機器人發展和應用**
財團法人精密機械研究發展中心 智動化與機器人處 陳哲堅 副處長

國際觀察 Market Outlook

- 52 **直擊2025 CES展 - 機器人技術最新觀察**
工研院產科國際所 岳俊豪 組長
工研院產科國際所 黃仲宏 經理

產業脈動 Industry Trend

- 56 **正凌精密在智能機器人領域的
創新與未來展望**
正凌精密工業股份有限公司 徐季麟 董事長
- 62 **DeepSeek重塑機器人大腦-
加快人型機器人工業場景規模化部署**
優必選科技股份有限公司
- 66 **Advancements and Applications of
Humanoid Robotics in Healthcare :
A Data-Driven Perspective on
Unlimited Robotics' Gary**
Unlimited Robotics
- 76 **五款商用入型機器人應用**
上海智元創新技術有限公司
- 84 **Cheap, robust, safe and accepted**
By Luca Marchionni, CTO of PAL Robotics
- 88 **Orbita is turning heads... literally**
Pollen Robotics

產學研究&技術趨勢 Technology Research & Insight

- 96 **機器手臂輔助拼貼系統**
龍華科技大學 沈志陽、丁鯤、李易峰、羅俊凱、李秉睿、
陳証揚、陳睿穎

好書推薦 Book Recom

- 104 **杜拉克談高效能的5個習慣**
彼得·杜拉克 (Peter F. Drucker, 1909-2005)
- 105 **今天就把明天的事搞定**
傑森·賽爾克 (Jason Selk)
湯姆·巴陶 (Tom Bartow)
馬修·魯迪 (Matthew Rudy)



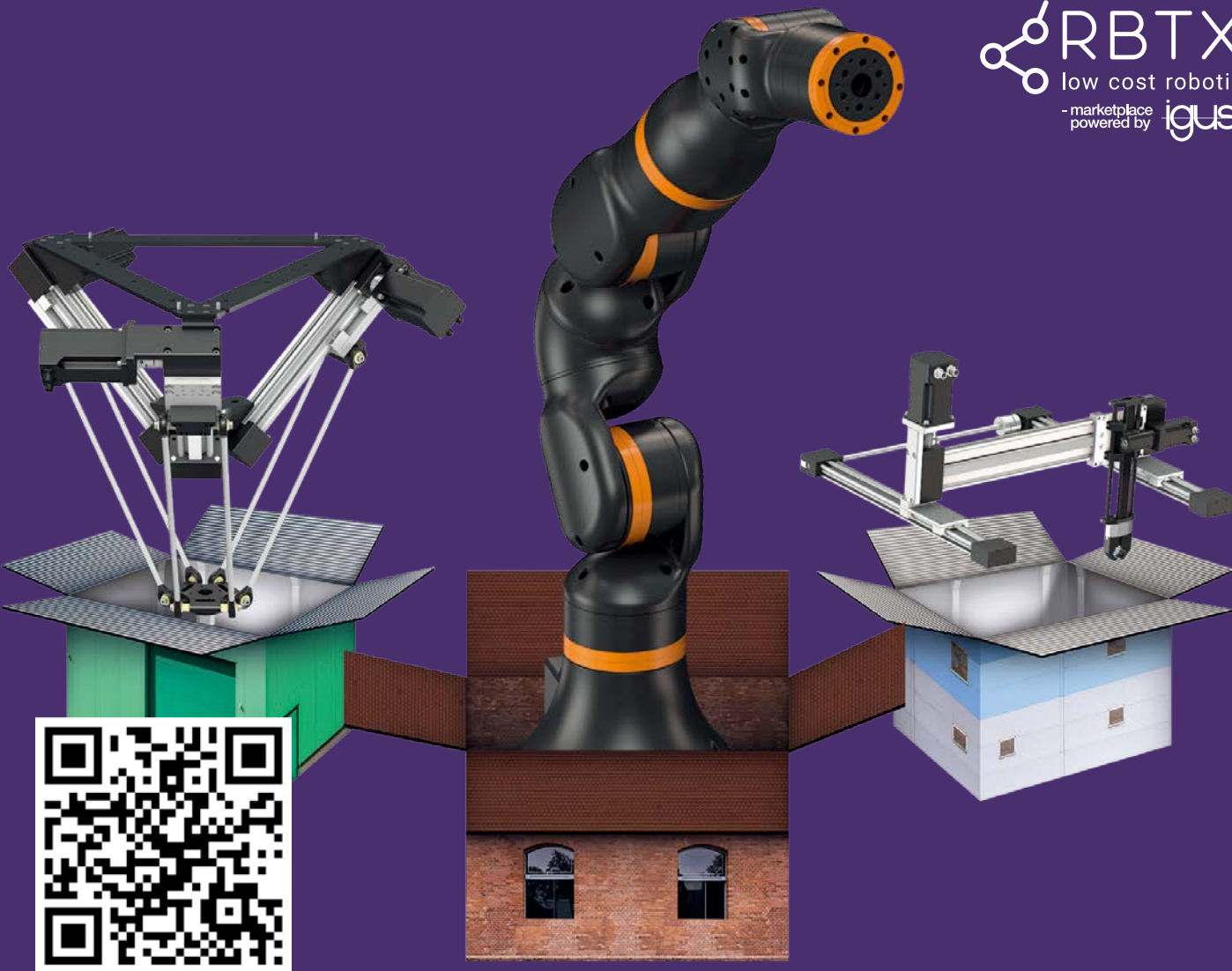
產業行事曆 Industrial Calendar

- 106 **2025國際展覽資訊一覽表**
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 整理
- 107 **TAIROA智動協會
114年度課程資訊**
社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 整理



最低只需 78,960元 就可打造自動化工廠

RBTX
low cost robotix
- marketplace
powered by igus



你已經有了一個機器人，但是還缺少一些合適的配件？快來igus的RBTX低成本機器人市場看看吧，從夾爪到視覺系統到傳送帶，從78,960元的定量吸管機器人到515,160元的堆棧應用，您絕對可以在RBTX平台上找到專屬於您的自動化應用。

RBTX平台上匯集了來自全球150家領先製造商的機器人產品和組件，您可以隨意搭配組合構建出適合自己應用的解決方案，產品保證互相兼容。另外，平台上還整合了RBTXpert一對一專家諮詢服務，您可以就自己的自動化應用免費諮詢專家建議。

rbtnx.com German Technology 
台灣易格斯有限公司 40850台中市南屯區工業區24路35號5樓 電話:04-2358-1000 www.igus.com.tw

協作型機器人專用 管線解決方案

機器人電纜可扭轉達正負360度

3維電線拖管穩定供應能量

各式夾具可輕鬆安裝

模組化滑台系統



igus®.com.tw

German Technology  LINE官方帳號 @igustw 拖鏈回收計畫 搜尋:igus change
台灣易格斯有限公司 408215 台中市南屯區工業區24路35號5樓 電話:04-2358-1000 www.igus.com.tw

2025 慕尼黑 Automatica + 仿生機器人參訪團

2025.06.20 - 06.29 10天7夜

2日觀展 / 6家歐洲指標型企業、單位參訪

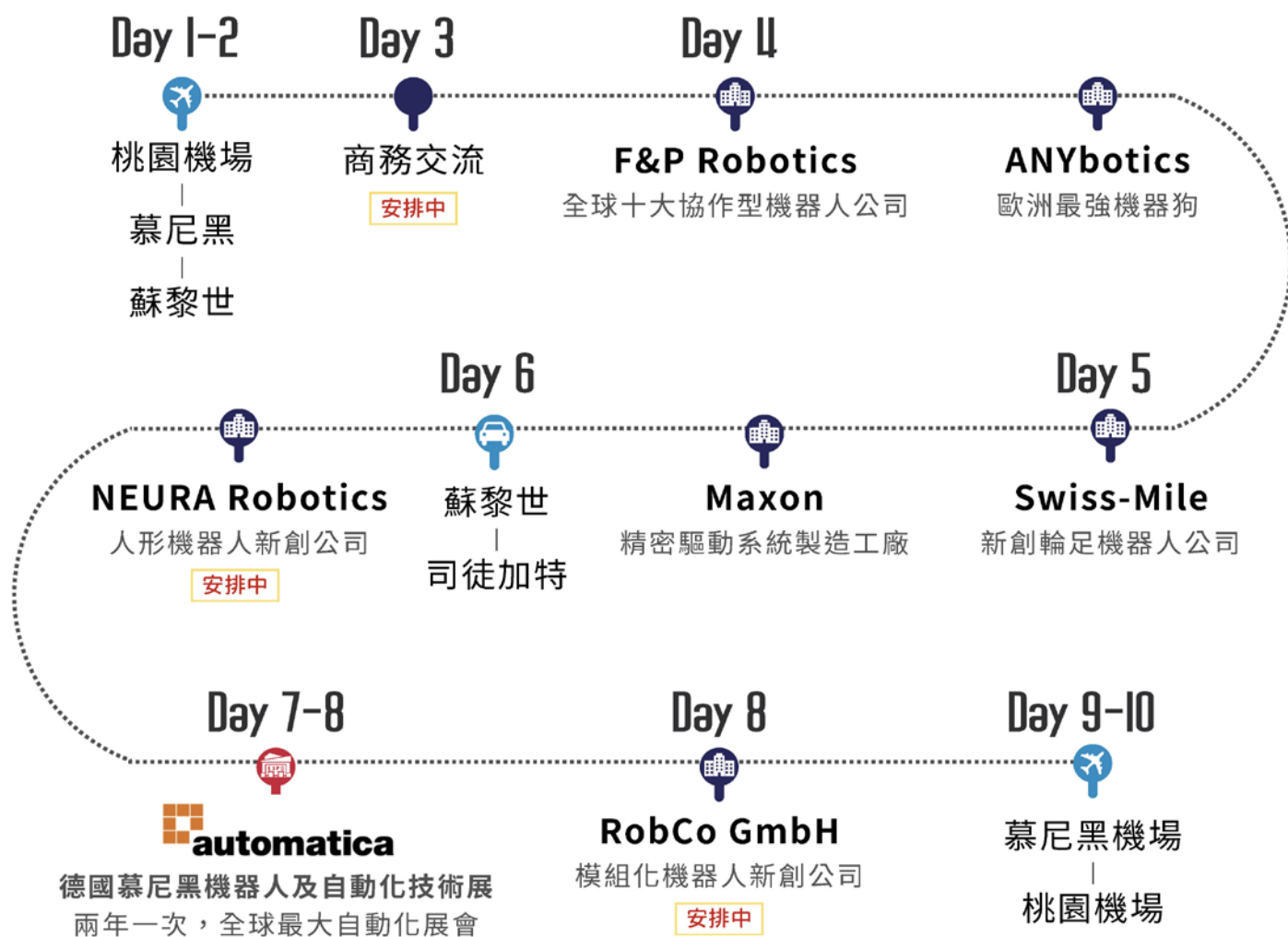
深入探索世界頂尖的自動化技術展會 Automatica，並實地拜訪歐洲領先的仿生機器人研究機構與創新企業，促進國際技術交流與合作機會，進而掌握廣大歐盟及國際市場！



了解更多

參訪行程

※主辦單位將保留更新與變動行程之權利，並隨時公告異動。



TAIROA 慕尼黑 Automatica + 仿生機器人參訪團

2025.06.20 - 06.29 10天7夜

精華行程簡介



F&P 作為全球十大協作型機器人公司和人工智慧領域的創新者，專注於研發和製造羽量級六軸協作型機械臂，以及貼身為客戶提供整體化的服務領域機器人解決方案，有P-Rob高校教育機器人、Barney無人調酒機器人、Barista咖啡機器人吧台、Lio全智慧移動康養機器人。



ANYbotics 的機器狗是自行研發的感應器與軟體，讓其能夠在現實生活中進行導航機器狗能通過程式設計，在陌生環境中執行特定任務，利用攝影機與脈衝雷射雷達，在現場即時創建出一個地圖，並決定到達目的地的最佳路徑，同時還能避免動態障礙。



Swiss-Mile 是蘇黎世聯邦理工學院孵化的公司，專注於輪型機器人研發，能在爬行和直立模式間靈活轉換，並以可變動力車輪提升移動效率，應對樓梯和人行道等複雜環境。採用神經網絡技術，該機器人可四足奔跑並雙手倒立，適用於物流運輸、建築施工等工作場景，幫助減少繁重勞動。



maxon 是高精度驅動系統製造商，研發機器狗專用執行器，推動 AI 機器人創新，提升運動性能與可靠性。其產品也應用於人形機器人手部關節，針對手指關節空間受限且需承載力，設計強調輕量化與高精度。手部關節模組整合空心杯馬達、精密行星減速機、滾珠螺桿和位置感測器，空心杯馬達是實現靈巧雙手的關鍵元件。



安排中



NEURA Robotics GmbH為德國機器人新創公司，擁有多樣化的機器人產品組合，包括世界上第一個認知協作機器人MAIRA——整合人工智慧和機器人技術，實現自主操作並與人類工人的安全互動，該公司自行開發關鍵元件，也是輝達 (NVIDIA) 人形機器人開發者計畫的首批參與者之一。



安排中



RobCo GmbH 成立於 2020 年，是慕尼黑工業大學的衍生公司。專注於為中小型企業提供靈活、可負擔且連接的全方位機器人自動化解決方案。Robco 的模組化機器人解決方案目前有三個末端執行器元件，能夠進行車床加工、鐳射雕刻和碼垛，該公司希望隨著時間的推移增加更多的模組，特別是在銑削和品質檢測方面。



德國慕尼黑機器人及自動化技術展 (Automatica) 由慕尼黑展覽公司主辦，每兩年舉辦一次，是全球領先的機器人及智慧自動化技術領域專業展覽，涵蓋整個工業自動化的價值鏈，範圍從零組件和完整系統，到所有製造業領域 Turnkey 應用和高品質服務，而這種趨勢正擴展到製造業以外的領域。該展上屆 (2023年) 主題是數位化與人工智慧、永續生產及未來工作，圍繞機器人技術和智慧自動化如何改變未來及如何引領永續經濟等議題，共有 34 國 648 家廠商參展，吸引全球來自 88 國約 40,000 名專業觀眾參觀。

※主辦單位將保留更新與變動行程之權利，並隨時公告異動。

聯絡人

Fion 陳怡樺

04-23581866#14

fion@tairoa.org



出刊者	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會
地址	40852台中市南屯區精科路26號4樓
電話	+886-4-2358-1866
傳真	+886-4-2358-1566

發刊時程	每季一期
本期出版日期	民國114年3月號
發行期數	期刊，全彩印刷
發行數量	1,000-3,000本/期
發行區域	國內及國外重要機器人與自動化展覽
發行對象	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會全體會員、工具機暨零組件業、物流傳動業、汽機車與自行車業、食品製造廠、紡織、電機電 子業、五金業等設備或零組件製造商、研發單位及學術機構等，發行對象遍及產業供需體系，國內外展覽會。

編輯單位	社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association
期刊編輯小組	絲國一理事長、陳文貞秘書長、張小潔、陳凱詩、陳心盈、陳怡樺
地址	40852台中市南屯區精科路26號4樓 4F., No.26, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City 408, Taiwan (R.O.C.) 10059台北市新生南路一段50號6樓603室 Rm. 603, 6F., No.50, Sec. 1, Xinsheng S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan (R.O.C.)
聯絡專線	(04)2358-1866、(02)2393-1413
傳真	(04)2358-1566、(02)2393-1405
電子郵件	service@tairoa.org.tw
網址	www.tairoa.org.tw
美術編輯	九禾廣告媒體整合行銷公司 J&M MEDIA CORPORATION 04-22965959
投稿說明	(一) 歡迎各界提供智慧製造/機器人相關產業趨勢及技術文章，來稿採用匿名審查制度，由本出版單位編輯部與相關學者專家審核之。 (二) 凡接受刊登之文章，本出版單位得視編輯之需要，決定刊登的版面配置與形式。 非經同意請勿轉載。本刊內文文責由作者自負，文章著作權由本刊享有，欲利用本
版權所有	

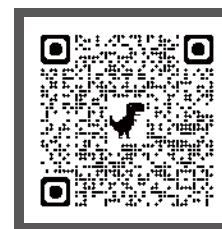
國際標準期刊號 ISSN 2227-3050

The logo for iREX 2025 International Robot Exhibition. The word "iREX" is in a large, bold, sans-serif font. The "i" is grey, "R" is blue, "E" is grey, and "X" is red with a grey outline. Below it, "INTERNATIONAL ROBOT EXHIBITION" is in a smaller, bold, sans-serif font, with "INTERNATIONAL" in grey, "ROBOT" in blue, and "EXHIBITION" in grey. To the right of this text, the year "2025" is in a large, bold, blue sans-serif font.

Dec. 3 Wed ... **Dec. 6** Sat
Tokyo Big Sight

歡迎洽詢！

Contact TAIROA Fion Chen
fion@tairoa.org, 04-2358-1866#14



經濟與景氣指標

景氣概況本次發布日期為 2 月 25 日；臺灣採購經理人指數本次發布日期為 3 月 5 日

資料來源：台灣經濟研究院、國家發展委員會、中華經濟研究院
資料整理：社團法人台灣智慧自動化與機器人協會

川普上任後頻繁祭出新關稅措施，近期計劃對所有進口商品實施對等關稅，美國相關部門將審查與美國所有貿易夥伴的非互惠貿易關係，並根據各國回應與調查結果調整最後關稅政策。此舉可能提高美國貿易夥伴的關稅，加劇全球經濟不確定性，並影響國際貿易與金融市場。

在國內製造業方面，受惠於 AI 與高效能運算商機持續熱絡，供應鏈移轉帶動資通產品出口，令科技業廠商看好當月與未來半年景氣表現，然適逢農曆春節假期縮短工作天數，海外主要市場同步走弱，令傳統產業對當月景氣看法較上月調查相比略為轉差，加上川普推行新關稅政策，讓全球貿易不確定性升高，故傳產多持平看待未來半年景氣表現。

服務業受惠於春節商機帶動送禮需求、年

貨採買與旅遊消費，刺激零售與餐旅業當月景氣表現。然而，餐旅業仍受人力短缺、服務品質不穩及觀光逆差擴大影響，國旅需求相對疲弱，使業者對未來半年景氣多持審慎或悲觀看法。

營建業方面，1 月測驗點轉為下滑，主要仍是來自於不動產業的部分，該行業受到央行第七次選擇性信用管制，導致市場資金供給緊縮，住宅交易動能明顯下滑，使不動產開發商投資趨於觀望。反觀營造業者不論是本月或未來半年皆呈現持平態勢，顯然受房市展望不佳導致房屋建築工程業者接單量較為疲弱，但由於嘉義地震後將帶來短期內房屋拆除與結構補強需求，且營造業者所承攬的綠色環保工程需求增加，預期營造業景氣可以持平視之。

根據台灣經濟研究院調查結果，經過模型

試算後，2025 年 1 月製造業營業氣候測驗點續呈上揚態勢，服務業與營建業測驗點則結束先前連續三個月上揚態勢轉為下跌。

國際情勢觀察近期國際經濟情勢，在美國方面，製造業在連續 26 個月萎縮後，2025 年 1 月出現擴張，反映經濟需求回升，產量提升，供應鏈保持穩定。受此影響，1 月 ISM 製造業 PMI 回升至擴張區間。在歐元區，受生產預期改善與庫存評估提升帶動，工業信心指數與服務業信心指數均有所改善，僅消費者信心指數持平，令 1 月綜合經濟觀察指標 (ESI) 較上月回升。在日本，新訂單創 6 個月來最大降幅，出口因半導體與汽車需求疲軟下滑，製造業前景更降至近 2 年最低，使得 1 月製造業 PMI 較上月下滑，連續 7 個月惡化。在中國，受春節因素影響，製造業活動有所放緩，生產指數、新訂單指數、原材料庫存指數和從業人員指數均低於臨界點，1 月製造業 PMI 較上月回落，跌落至榮枯線以下。東南亞方面，1 月東協製造業 PMI 為 50.4 點，較 2024 年 12 月數值下跌 0.3 點，主要係需求疲軟，訂單及生產成長率有所放緩，出口疲軟抑制整體銷售成長。

據美國商務部經濟分析局 (BEA) 發佈 2024 年美國第四季 GDP 成長率 (yoy) 為 2.5%，為 2023 年第二季以來的新低。在內需表現方面，同期美國的民間消費與民間投資成長率分別為 3.2% 與 1.7%。而在外需表現方面，同期美國的商品與勞務出口與進口年增率分別是 2.9% 與 5.8%。而在 2025 年全年度的美國 GDP 成長率方面，EIU、S&P Global 於 2025 年 2 月發布預測值分別為 2.1% 及 2.3%，EIU 認為民間消費和出口在第一季提前釋放，隨後因政策不確定性，在第二季和第

三季出現下滑，故較前次預測值下修 0.2 個百分點；S&P Global 上修美國 2025 年經濟成長預測，較前次預測上修 0.3 個百分點，反映出年初消費者支出帶動的強勁成長動能。然而，美國經濟仍面臨多重挑戰，包括國債收益率高於預期、借貸成本上升，以及美元走強帶來的壓力。

在就業市場表現方面，美國 2025 年 1 月的失業率為 4.0%，較上月下滑 0.1 個百分點，1 月美國非農新增就業人數由 2024 年 12 月修正後的 30.7 萬減少至 14.3 萬人，新增就業人數主要來自於健康照護與社會救助業、政府部門，而休閒與餐飲服務新增就業人數大幅減少，主要反映美國 1 月加州野火及冬季暴風雪對服務業的影響。物價方面，禽流感疫情導致雞蛋短缺，導致雞蛋價格上漲，令整體食品和飲料價格年增率維持高檔，加上 1 月能源價格、二手車價格年增率由負轉正，交通運輸服務價格年增率續強，令美國 2025 年 1 月消費者物價指數 (CPI) 年增率為 3.0%，較上月增加 0.1 個百分點，而扣除食品與能源價格的核心 CPI 年增率為 3.3%，較上月增加 0.1 個百分點。此外，受冬季暴風雪與加州野火影響，1 月汽車相關、休閒運動、電子產品及家具等零售銷售年增率較上月明顯放緩，令 2025 年 1 月美國零售銷售額年增率為 4.2%，較修正後的前值減少 0.2 個百分點。極寒天氣刺激暖氣需求，公用事業產量飆升，加上電腦及電子產品、木製品、非金屬礦產品與非耐久財製造年增率均呈正成長，令 1 月工業生產持續擴張，從 2024 年 12 月的 0.3% 升至 2.0%。

至於美國經濟近期的景氣展望方面，參考美國供應管理研究所 (Institute of Supply Management, ISM) 公佈美國的 2025 年 1 月

製造業採購經理人指數 (PMI) 為 50.9 點，較前月數值上揚 1.7 個百分點，終止連續 9 個月的緊縮，自 2022 年 10 月以來首次進入擴張區間，其中 1 月新訂單指數、生產指數、就業指數及供應商交貨指數皆較 2024 年 12 月上升，顯示經濟需求明顯改善，產量擴大，供應商交貨與庫存維持寬鬆。另外 ISM 公佈的 2025 年 1 月非製造業 PMI 為 52.8 點，較前月指數下滑 1.2 點，連續 7 個月擴張，因惡劣天氣影響業務表現，使商業活動與新訂單增速放。

歐洲方面：據歐盟統計局 (Eurostat) 發佈之 2024 年第四季歐元區 (EA20) 經濟成長率為 0.9%。同期歐元區前四大經濟體的德國、法國、義大利與西班牙的經濟成長率分別為：-0.2%、0.7%、0.5% 與 3.5%，2024 年德國整體經濟萎縮 0.2%，為 2023 年出現負成長 (-0.3%) 以來連續第 2 年衰退。此外，在 2025 年全年度的歐元區 GDP 方面，EIU、S&P Global 於 2025 年 2 月發布預測值分別為 1.1% 及 0.9%，前者較前次預測值下修 0.1 個百分點，後者則維持不變。

在就業市場表現方面，歐元區於 2024 年 12 月失業率為 6.3%，較上月修正後數值相比上升 0.1 個百分點，整體失業率續維持穩定。此外，隨著俄烏天然氣過境協議終止的影響，加上德國上調二氧化碳排放稅，令能源成本上升，能源價格指數年增率走高，使得 2025 年 1 月歐元區 CPI 年增率為 2.5%，較上月數值增加 0.1 個百分點，而 1 月歐元區核心 CPI 年增率則為 2.7%，較上月數值維持不變。歐元區 12 月零售銷售年增率由上月修正後的 1.6% 上升至 1.9%，受到汽車燃料、非食物類零售銷售年增率上升，使得整體零售消費年

增率走高。受到天然氣價格攀升影響，使得金屬製品、化學與製藥業等能源密集相關產業年增率下滑，短期內生產恐難以恢復，令歐元區 12 月工業生產年減幅擴大，由上月修正後年增 -1.8% 下降至 -2.0%。

在歐洲經濟展望方面，參考歐盟委員會公佈的綜合經濟觀察指標 (Economic Sentiment Indicator, ESI)，歐元區 2025 年 1 月的 ESI 為 95.3 點，較上月數值增加 1.5 點。1 月歐元區 ESI 數據顯示各細項指數表現分化。工業信心指數回升，受生產預期改善與成品庫存評估提升推動，但總訂單與出口訂單評估進一步惡化，對過去生產趨勢的看法則略顯樂觀。服務業信心指數小幅上升，管理者對過去需求的評估改善，但未來需求預期轉弱，部分抵消增幅，業務狀況評價則維持穩定。消費者信心指數持平，經濟前景預期小幅改善，但家庭財務狀況與大額消費意願無明顯變化。

日本方面，日本內閣府發布 2024 年第四季 GDP 年增率第一次速報值為 1.2%，高於前三季，其中民間消費、企業設備投資、公共投資年率分別為 1.1%、1.1% 及 1.9%，商品及勞務進出口年增率分別為 0.0% 及 -0.2%，2024 年全年 GDP 年增率 0.1%，較 2023 年數值減少 1.4 個百分點。日本財務省公布 2025 年 1 月進口金額為 10 兆 6,225 億日圓，較 2024 年同期成長 16.7%，主要是電算機及其周邊機械、通信機械等產品進口成長逾 3 成；出口額為 7 兆 8,637 億日圓，年增 7.2%，主要汽車、船舶及醫藥品等出口成長。在 2025 年全年度的日本 GDP 方面，EIU、S&P Global 於 2025 年最新發布預測值分別為 0.9% 及 1.1%，兩者皆較上次預測數值增加 0.1 個百分點。

在就業市場方面，依據日本總務省公布 2024 年 12 月經季節調整後失業率為 2.4%，較 11 月數值減少 0.1 個百分點。物價方面，1 月 CPI 年增率為 4.0%，較 2024 年 12 月增加 0.4 個百分點；核心 CPI 年增率為 2.5%，較 2024 年 12 月增加 0.1 個百分點。在工業生產方面，在生產用機械、電子零組件及交通運輸（除汽車外）等生產指數年增率增加的帶動，整體工業生產指數年增率由 11 月的 -2.7% 縮小至 12 月的 -1.1%。

在日本經濟展望方面，參考 S&P Global 引用 au Jibun Bank 發布的日本 1 月製造業 PMI 為 48.7，較 2024 年 12 月數值減少 0.9 點，主要是新訂單為 6 個月以來最大降幅，出口銷售因半導體及汽車需求疲軟而減少，加上製造業前景為近 2 年來的最低水準，致 PMI 出現連續 7 個月惡化情形；服務業 PMI 為 53.0，較 2024 年 12 月數值增加 2.1 點，主要係來自亞洲需求增加，出口成長率為 2024 年 8 月以來新高，加上採購價格因通膨率而上漲，帶動服務類價格漲幅為 2024 年 5 月以來新高，致服務業 PMI 為連續 3 個月維持在榮枯線之上。

中國方面，2024 年 10 月全國規模以上（主要業務收入在 2,000 萬元及以上的工業企業）工業增加值年增率為 5.3%，較 9 月數值減少 0.1 個百分點；社會消費品零售額年增率 4.8%，較 9 月數值增加 1.6 個百分點，其中商品零售、餐飲年增率分別為 3.2%；1-10 月全國（不含農戶）固定資產投資及民間投資年增率分別為 3.4%、-0.3%。另中國海關總署公布 2024 年 1-10 月貿易額達 50,676.5 億美元，年增 3.7%，其中進出口分別年增 1.7% 及 5.1%。

中國就業市場方面，中國國家統計局慣例不公布 1 月主要經濟數據，僅公布 1 月物價情勢、70 個大中城市商品住宅銷售價格變動情形及採購經理人指數。在全國居民消費價格 (CPI) 方面，2025 年 1 月 CPI 年增率 0.5%，較 2024 年 12 月數值增加 0.4 個百分點，主要係受到春節及氣溫下降等因素影響，包括機票、旅遊等服務價格、豬肉及鮮菜等食品價格較 2024 年同期漲幅較大，核心 CPI 年增率為 0.6%。1 月適逢春節假期，工業生產處於淡季，工業生產者出廠價格年增率為 -2.3%，與 2024 年 12 月數值持平，公布 30 個主要業別出廠價格年增率中僅有 6 個產業出現成長，其中有色金屬礦採選業、有色金屬冶煉和壓延加工業漲幅居前二高，分別較 2024 年同期成長 18.9% 及 9.3%，主要係近來黃金等貴金屬價格上揚，1 月金飾品價格上漲達 30.0%，帶動有色金屬開採及其加工業出廠價格上揚。在 2025 年全年度的中國 GDP 方面，EIU 及 S&P Global 最新發布預測值分別為 4.6% 及 4.2%，皆與上次預測值持平。

在 70 個大中城市商品住宅銷售價格方面，1 月一線城市新建商品住宅、二手住宅銷售價格年增率分別為 -3.4%、-5.6%，降幅皆較 2024 年 12 月數值縮小 0.4 及 1.1 個百分點；二線城市新建商品住宅、二手住宅銷售價格年增率分別為 -5.0%、-7.6%，降幅皆較 2024 年 12 月數值縮小 0.4 及 0.3 個百分點，顯示出中國大中城市住宅價格年增率衰退情形持續改善中。

在中國經濟展望方面，依據中國國家統計局公布 1 月製造業 PMI 為 49.1%，較 2024 年 12 月數值減少 1.0 個百分點，其中除從業人數指數與上月數值持平外，其餘指標皆較上

月數值下滑，致製造業活動跌至榮枯線之下。非製造業活動指數為 50.2%，較 2024 年 12 月數值減少 2.0 個百分點，主要係建築業及服務業市場需求減弱，新訂單、業務活動預期及投入品價格等指標皆較上月數值減少所致。

東南亞方面，越南、馬來西亞、新加坡及泰國公布 2024 年 GDP 年增率分別為 7.1%、5.1%、4.0% 及 2.5%，表現皆優於 2023 年；印尼為 5.0% 與 2023 年數值持平。在 2025 年全年度的東南亞國家 GDP 方面，依 EIU 與 S&P Global 最新發布預測值， EIU 對東南亞 GDP 年增率預測值為 4.7%，其中越南、菲律賓、印尼、馬來西亞、泰國及新加坡預測值分別為 6.7%、6.3%、5.0%、4.7%、3.2% 及 2.5%；S&P Global 預測值分別為 6.4%、5.8%、5.1%、4.4%、2.8% 及 2.5%。

在就業市場表現方面，2024 年菲律賓、馬來西亞、越南、新加坡及泰國失業率分別為 3.8%、3.3%、2.2%、2.0% 及 1.0%，印尼 2024 年上半年失業率為 4.9%。在消費者物價方面，2025 年 1 月越南、菲律賓、泰國及印尼 CPI 年增率分別來到 3.6%、2.9%、1.3% 及 0.8%；2024 年 12 月馬來西亞及新加坡等國 CPI 年增率分別達為 1.7%、1.6%。

在東南亞經濟展望方面，參考 S&P Global 東協製造業 PMI，1 月 PMI 為 50.4 點，與 2024 年 12 月數值下跌 0.3 點，主要係需求疲軟、訂單及生產出現放緩，加上出口疲軟抑制整體銷售表現，致 PMI 指標呈下跌情形。若以國家別觀察，菲律賓、新加坡、泰國及越南 PMI 皆較 2024 年 12 月數值減少，PMI 分別為 52.3、50.9、49.6 及 48.9；印尼及馬來西亞 PMI 較 12 月數值增加，PMI 分別為

51.9、48.7。

國內情勢方面，首先在對外貿易方面，受春節因素影響，1 月工作天數少於 2024 年同期，但人工智慧等新興科技需求仍強，提前拉貨效應致出口年增率仍維持正成長，1 月出口年增率由上月的 9.2% 下降至 4.4%。在主要出口產品方面，人工智慧及高效能運算等商機熱度延續，提前拉貨明顯，致資通訊與視聽產品年增率較上月走高，電子零組件則在工作天數減少情況下維持正成長。傳產貨類因出口需求平疲，搭配春節工作天數減少，化學品、金屬及其製品、機械、塑膠及橡膠製品年增率均呈現由正轉負；進口方面，因傳產出口仍平疲，弱化相應原物料需求，加以傳產貨類受春節工作天數減少影響明顯，1 月整體進口年增率由正轉負，由上月 30.4% 下降至 -17.2%，進口終止連 10 個月正成長態勢。總計 2025 年 1 月出超金額為 99.7 億美元，成長 317.9%。

物價方面，即便 1 月適逢農曆春節，然大多數的食物類價格年增率較前月略降，僅水果類價格年增率上升，致整體食物類價格年增率下滑，部分個人照顧服務、娛樂費用、機票和計程車資價格，受春節月份落點不同影響，價格相對上揚，導致教養娛樂類與雜項類價格年增率明顯提升。整體 CPI 年增率由上月 2.11% 擴大至 2.66%，核心 CPI 年增率亦由上月 1.65% 擴大至 2.26%；PPI 方面，受製造業部分商品及水電燃氣等價格上漲帶動，PPI 年增率小幅上升，惟農產品價格下跌，抵銷部分漲幅，致使 2025 年 1 月整體 PPI 續呈上揚態勢，升至 3.87%。

在勞動市場薪資方面，2024 年 12 月本國籍全時受僱員工總薪資為 64,872 元，較

2023 年同月成長 7.01%，12 月經常性薪資為 49,695 元，較 2023 年同月成長 3.56%，在扣除物價上漲因素後，2024 年實質經常性薪資為 45,506 元，年增 0.75%，2024 年實質總薪資為 59,983 元，年增 2.55%。

在國內金融市場方面，市場資金環境穩定，2025 年 1 月金融業隔夜拆款利率最高為 0.827%，最低為 0.810%，加權平均利率為 0.820%，與上月持平，較 2024 年同月增加 0.133 個百分點。股市方面，美國消費性電子展帶動 AI 類股上漲，加以台積電資本支出超

過市場預期，為台股提供支撐，然美債殖利率攀升與川普關稅傳聞引發通膨疑慮，令台股漲幅收斂，台灣加權指數 1 月封關前收在 23,525.41 點，上漲 2.13%，平均日成交量為 3,533.85 億元。匯率方面，受美國經濟數據影響，新台幣呈震盪走勢。上半月因美國降息預期縮減推升美元走強，短線新台幣突破 33 元關卡，但隨後美國通膨數據低於金融市場預期，美元轉弱，新台幣隨之回升，1 月封關前匯率收在 32.682 美元，升值 0.30%。

一、景氣對策信號

1 月分數為 34 分，較上月減少 4 分，燈號轉呈黃紅燈。9 項構成項目中，海關出口值轉呈紅燈，增加 1 分，貨幣總計數 M1B 轉呈藍燈，減少 1 分，製造業銷售量指數、批發、零售及餐飲業營業額則分別轉呈綠燈與黃藍燈，各減少 2 分；其餘 5 項燈號維持不變。個別構成項目說明如下：

- 貨幣總計數 M1B 變動率：由上月 4.04% 減為 3.3%，燈號由黃藍燈轉呈藍燈。
- 股價指數變動率：由上月 31.3% 減至 30.8%，燈號續呈紅燈。
- 工業生產指數變動率：由上月上修值 18.9% 減為 12.0%，燈號續呈紅燈。

- 工業及服務業加班工時變動率：由上月下修值 13.3% 增至 15.6%，燈號續呈紅燈。
- 海關出口值變動率：由上月 13.8% 增為 28.1%，燈號由黃紅燈轉為紅燈。
- 機械及電機設備進口值變動率：由上月下修值 49.3% 減至 34.7%，燈號續呈紅燈。
- 製造業銷售量指數變動率：由上月下修值 10.4% 減為 3.8%，燈號由紅燈轉為綠燈。
- 批發、零售及餐飲業營業額變動率：由上月 7.7% 減至 0.9%，燈號由黃紅燈轉呈黃藍燈。
- 製造業營業氣候測驗點：由上月上修值 97.18 點增為 98.00 點，燈號續呈綠燈。

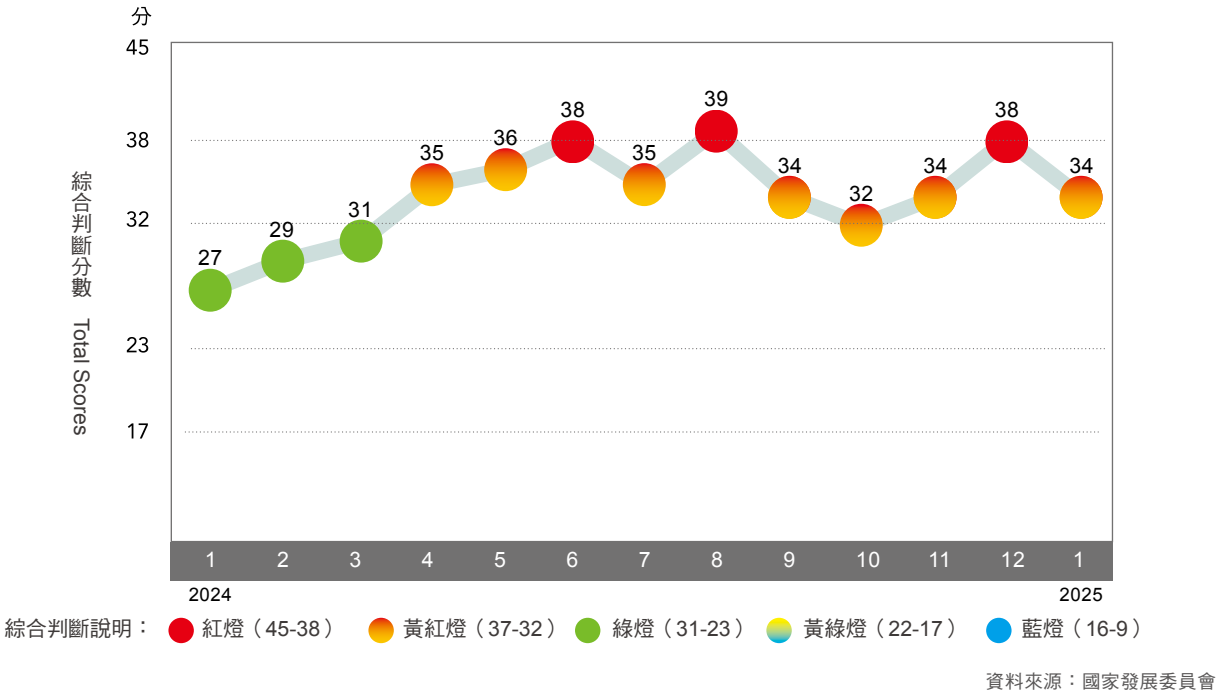


圖1. 近一年景氣對策信號走勢圖

舊版景氣對策訊號		2024年												新版景氣對策訊號		2025年		
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月			1月		
													燈號			%	燈號	%
綜合判斷	燈號	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	綜合判斷	燈號	●		
	分數	27	29	31	35	36	38	35	39	34	32	34	38		分數	34		
貨幣總計數M1B		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	4.04	貨幣總計數M1B		●	3.3
股價指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	31.3	股價指數		●	30.8
工業生產指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	18.9r	工業生產指數		●	12.0
非農業部門就業人數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	13.3r	工業及服務業加班工時		●	15.6
海關出口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	13.8	海關出口值		●	28.1
機械及電機設備進口值		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	49.3r	機械及電機設備進口值		●	34.7
製造業銷售量指數		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	10.4r	製造業銷售量指數		●	3.8
批發、零售及餐飲業營業額		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	7.7	批發、零售及餐飲業營業額		●	0.9
製造業營業氣候測驗點		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	97.18r	製造業營業氣候測驗點		●	98.00

註：1. 各構成項目除製造業營業氣候測驗點之單位為點（基期為 95 年）外，其餘均為年變動率；除股價指數外均經季節調整。
2. r 為修正值。

資料來源：國家發展委員會

圖2. 一年來景氣對策信號

二、景氣指標

領先指標 領先指標不含趨勢指數為 102.37，較上月上升 0.32%。（詳表 1、圖 3）。

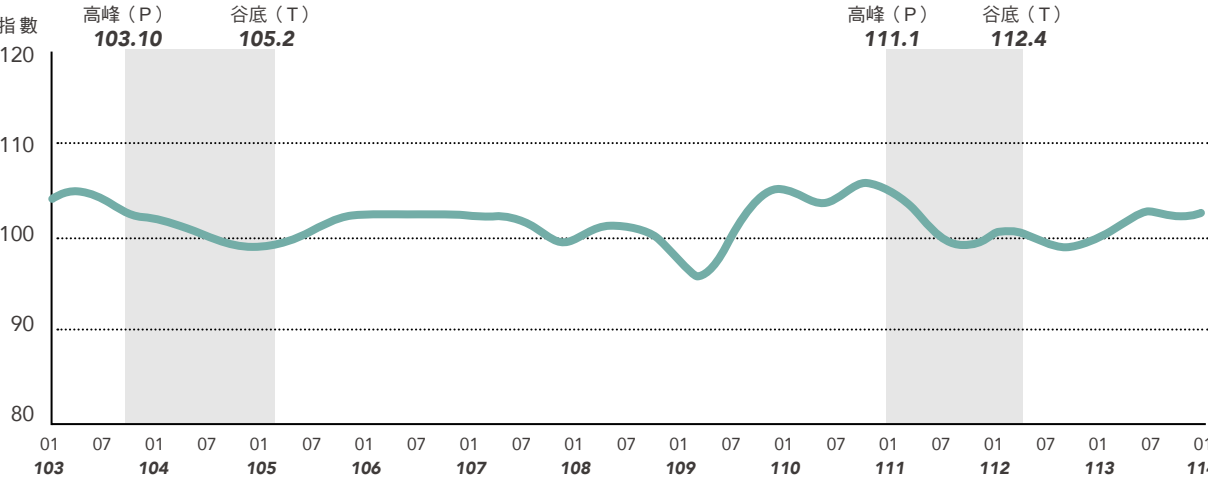
7 個構成項目經去除長期趨勢後，3 項較上月上升，分別為：外銷訂單動向指數、實質半導體設備進口值、製造業營業氣候測驗點；其餘 4 項則較上月下滑，分別為：實質貨幣總計數 M1B、股價指數、建築物開工樓地板面積、工業及服務業受僱員工淨進入率。

表1. 景氣領先指標

項 目	113年 (2024)						114年 (2025)
	7月	5月	9月	10月	11月	12月	1月
不含趨勢指數	102.55	102.44	102.22	102.01	101.94	102.05	102.37
較上月變動 (%)	0.17	-0.11	-0.22	-0.20	-0.07	0.10	0.32
構成項目 ¹							
外銷訂單動向指數 ²	100.69	100.54	100.38	100.21	100.10	100.19	100.63
實質貨幣總計數M1B	99.85	99.82	99.78	99.74	99.68	99.61	99.53
股價指數	100.68	100.68	100.65	100.60	100.54	100.48	100.41
工業及服務業受僱員工淨進入率 ³	100.14	100.120	100.119	100.122	100.13	100.12	100.11
建築物開工樓地板面積 ⁴	100.23	100.15	99.97	99.78	99.69	99.63	99.58
實質半導體設備進口值	99.99	100.28	100.52	100.73	100.96	101.21	101.45
製造業營業氣候測驗點	100.57	100.37	100.19	100.08	100.06	100.09	100.15

註：1. 本表構成項目指數為經季節調整、剔除長期趨勢，並平滑化與標準化後之數值。以下表同。
2. 外銷訂單動向指數採用以家數計算之動向指數。
3. 淨進入率 = 進入率 - 退出率。
4. 建築物開工樓地板面積僅包含住宿類（住宅）、商業類、辦公服務類、工業倉儲類 4 項統計資料。

資料來源：國家發展委員會



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

資料來源：國家發展委員會

圖3. 領先指標不含趨勢指數走勢圖

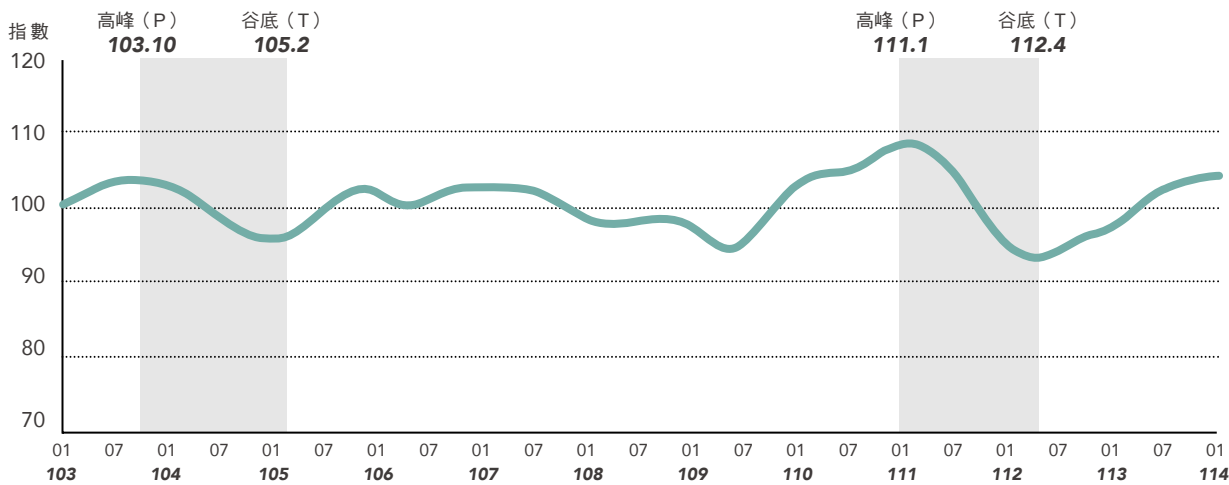
同時指標 同時指標不含趨勢指數為 104.28，較上月上升 0.20%（詳表 2、圖 4）。

7 個構成項目經去除長期趨勢後，5 項較上月上升，分別為：實質海關出口值、工業生產指數、實質機械及電機設備進口值、製造業銷售量指數、工業及服務業加班工時；其餘 2 項較上月下滑，分別為：電力（企業）總用電量、批發、零售及餐飲業營業額。

表2. 景氣同時指標

項 目	113年 (2024)						114年 (2025)
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
不含趨勢指數	102.48	102.95	103.26	103.51	103.81	104.07	104.28
較上月變動 (%)	0.62	0.46	0.30	0.25	0.28	0.26	0.20
構成項目							
工業生產指數	100.80	101.07	101.34	101.60	101.86	102.11	102.31
電力(企業)總用電量	100.78	100.78	100.64	100.36	100.03	99.62	99.16
製造業銷售量指數	100.83	100.95	101.04	101.11	101.21	101.29	101.35
批發、零售及餐飲業營業額	100.59	100.48	100.32	100.15	100.00	99.86	99.69
非農業部門就業人數	100.37	100.55	100.67	100.75	100.79	100.79	100.80
實質海關出口值	100.02	100.31	100.57	100.90	101.33	101.86	102.44
實質機械及電機設備進口值	100.63	100.79	100.96	101.17	101.40	101.61	101.79

資料來源：國家發展委員會



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

圖4. 同時指標不含趨勢指數走勢圖

資料來源：國家發展委員會

落後指標 落後指標不含趨勢指數為 96.59，較上月下降 0.60%（詳表 3、圖 5）。

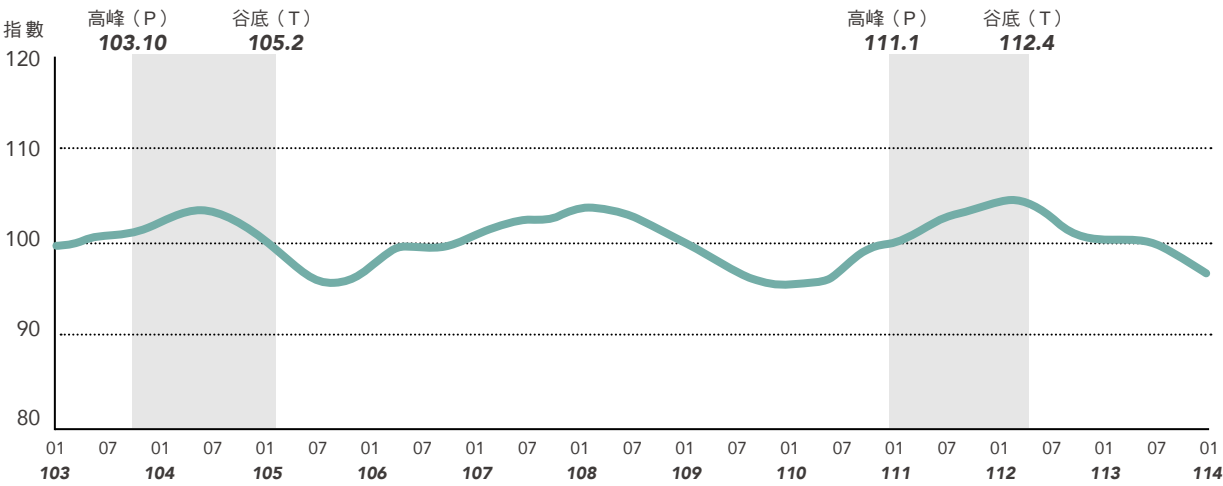
5 個構成項目經去除長期趨勢後，3 項較上月下滑，分別為：製造業單位產出勞動成本指數、五大銀行新承做放款平均利率、失業率（取倒數）；其餘 2 項較上月上升，分別為：製造業存貨價值、全體金融機構放款與投資。

表3. 景氣落後指標

項 目	113年 (2024)						114年 (2025)
	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
不含趨勢指數	99.85	99.44	98.95	98.38	97.80	97.18	96.59
較上月變動 (%)	-0.26	-0.40	-0.50	-0.57	-0.60	-0.64	-0.60
構成項目							
失業率 ¹	99.97	99.90	99.83	99.77	99.70	99.64	99.59
製造業單位產出勞動成本指數	99.61	99.31	98.93	98.46	97.91	97.28	96.69
五大銀行新承做放款平均利率	100.20	100.06	99.90	99.73	99.55	99.36	99.16
全體金融機構放款與投資	100.49	100.55	100.60	100.65	100.68	100.72	100.76
製造業存貨價值	99.29	99.34	99.41	99.51	99.68	99.92	100.15

註：¹失業率取倒數計算。

資料來源：國家發展委員會



註：陰影區表景氣循環收縮期，以下圖同。

資料來源：國家發展委員會

圖5. 落後指標不含趨勢指數走勢圖

三、製造業採購經理人指數（PMI）

新增訂單與生產持續好轉，推動 2025 年 2 月季調後之台灣製造業 PMI 指數回升 5.3 個百分點至 54.0%。自 2022 年 9 月以來存貨首次呈現擴張，未來六個月展望指數續揚 2.6 個百分點，為 2024 年 8 月以來最快擴張速度（54.3%）。

- 五項組成指標中，經季調之新增訂單與生產轉為擴張，人力僱用呈現擴張，供應商交貨時間上升（高於 50.0%），存貨轉為擴張。

- 經季節調整後之新增訂單指數回升 4.7 個百分點至 54.4%，再度呈現擴張。

- 生產指數亦由緊縮轉為擴張，指數躍升 14.9 個百分點至 59.9%，為 2024 年 6 月以來最快擴張速度。

- 未來六個月展望指數已連續 2 個月擴張，

指數續揚 2.6 個百分點至 54.3%，為 2024 年 8 月以來最快擴張速度。

- 2025 年 2 月六大產業中，四大產業回報 PMI 呈現擴張，各產業依擴張速度排序為電力暨機械設備產業（59.5%）、化學暨生技醫療產業（55.0%）、電子暨光學產業（52.5%）與食品暨紡織產業（50.4%）。交通工具產業（49.5%）與基礎原物料產業（49.8%）仍回報 PMI 為緊縮。

- 六大產業中，五大產業回報未來六個月展望呈現擴張，各產業依擴張速度排序為電力暨機械設備產業（57.3%）、基礎原物料產業（55.4%）、化學暨生技醫療產業（55.0%）、電子暨光學產業（55.0%）與食品暨紡織產業（52.1%）。僅交通工具產業（37.5%）回報未來六個月展望呈現緊縮。

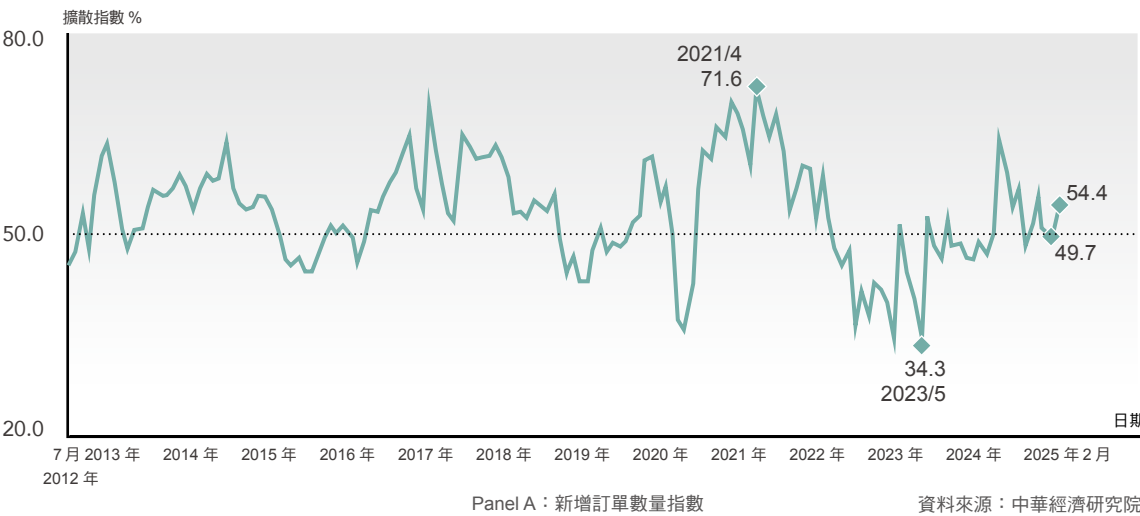


圖 6. 臺灣製造業 2 月值得關注之指標

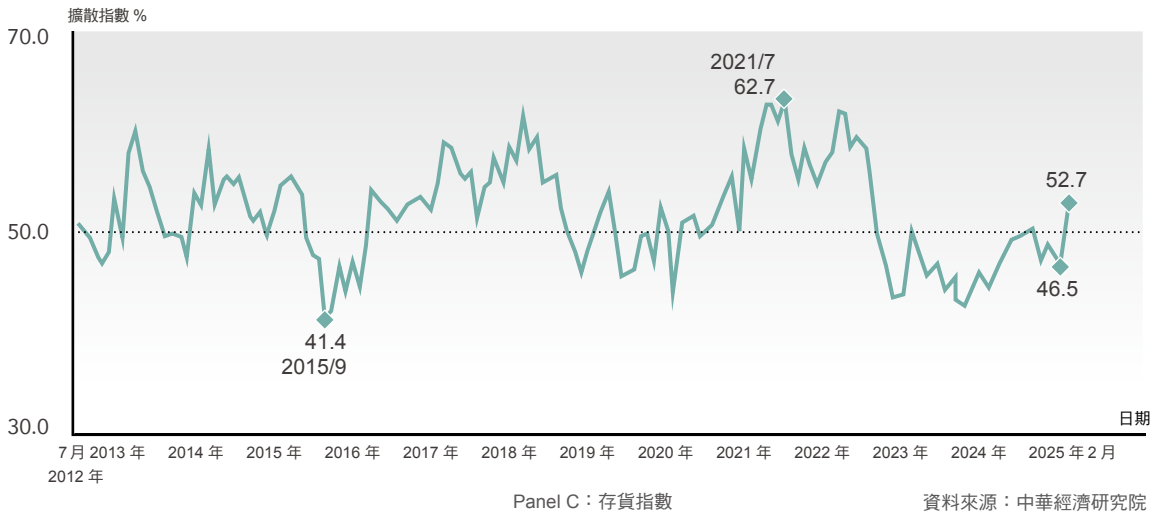
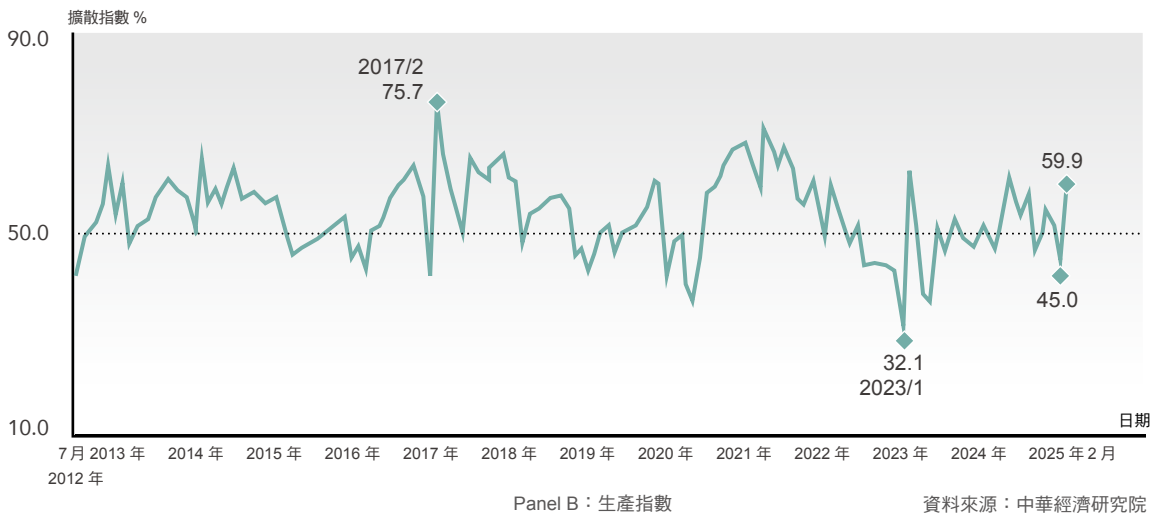


圖 6. 臺灣製造業 2 月值得關注之指標

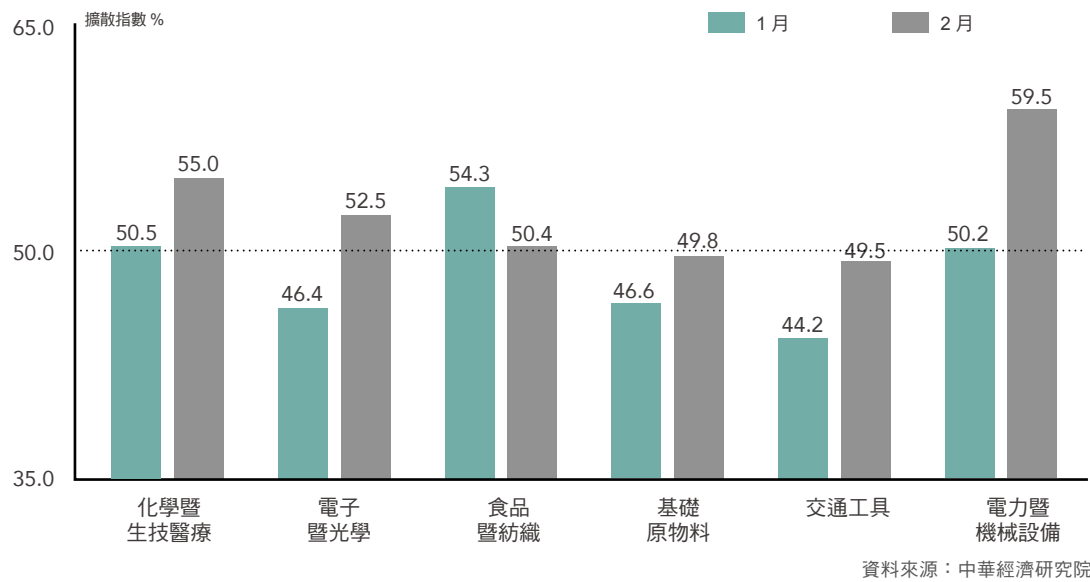


圖 7. 產業別 PMI 示意圖

表 4. 2025 年 2 月臺灣製造業採購經理人指數

單位：%

	產 業 別												
	2025 2 月	2025 1 月	百分點 變化	方向	速度	趨勢 連續月份	化學暨 生技醫療	電子 暨光學	食品 暨紡織	基礎 原物料	交通工具	電力暨 機械設備	
臺灣製造業PMI	54.0	48.7	+5.3	擴張	前月為緊縮	1	55.0	52.5	50.4	49.8	49.5	59.5	
新增訂單數量	54.4	49.7	+4.7	擴張	前月為緊縮	1	60.0	54.5	47.9	52.2	52.5	61.0	
生產數量	59.9	45.0	+14.9	擴張	前月為緊縮	1	51.3	52.3	47.9	53.3	42.5	70.7	
人力僱用數量	52.0	50.8	+1.2	擴張	加快	10	57.5	50.5	50.0	50.0	45.0	56.1	
供應商交貨時間	50.8	51.78	-0.9	上升	趨緩	3	51.3	51.8	58.3	43.5	52.5	53.7	
存貨	52.7	46.5	+6.2	擴張	前月為緊縮	1	55.0	53.2	47.9	50.0	55.0	56.1	
客戶存貨	44.3	45.3	-1.0	過低	加快	28	46.3	46.4	41.7	43.5	32.5	40.2	
原物料價格	57.9	54.1	+3.8	上升	加快	5	66.3	54.5	64.6	59.8	52.5	59.8	
未完成訂單	49.9	45.1	+4.8	緊縮	趨緩	9	51.3	50.9	45.8	47.8	40.0	54.9	
新增出口訂單	49.1	47.3	+1.8	緊縮	趨緩	2	55.0	50.0	45.8	47.8	40.0	54.9	
進口原物料數量	52.4	47.2	+5.2	擴張	前月為緊縮	1	52.5	52.3	50.0	53.3	45.0	57.3	
未來六個月展望	54.3	51.7	+2.6	擴張	加快	2	55.0	55.0	52.1	55.4	37.5	57.3	
生產用物資（平均天數）	40	38	-	-	-	-	35	42	54	44	27	36	
維修與作業耗材（平均天數）	35	31	-	-	-	-	28	35	39	37	25	41	
資本支出（平均天數）	63	57	-	-	-	-	51	70	60	62	80	52	

資料來源：中華經濟研究院

四、非製造業經理人指數 (NMI)

自 2022 年 7 月以來首次呈現緊縮，2025 年 2 月未經季節調整之 NMI 中斷連續 27 個月擴張轉為緊縮，指數續跌 5.8 個百分點至 49.2%。

• 四項組成指標中，商業活動與新增訂單皆呈現緊縮，人力僱用呈現擴張，供應商交貨時間上升（高於 50.0%）。

• 未經季調之商業活動與新增訂單指數分別中斷連續 11 與 23 個月擴張轉為緊縮，二指數分別續跌 11.5 與 7.2 個百分點至 45.4% 與 47.0%。其中，商業活動指數已來到 2022 年 6 月以來最快緊縮速度。

• 非製造業持續面臨營業成本攀升壓力，採購價格指數（營業成本）已連續 110 個月呈

現上升（高於 50.0%），指數由 2024 年 6 月以來最快上升速度（63.1%）回跌 3.9 個百分點至 59.2%。

• 未完成訂單（工作委託量）中斷連續 2 個月擴張轉為緊縮，指數下跌 5.1 個百分點至 45.9%。

• 服務收費價格已連續 57 個月呈現上升（高於 50.0%），指數由 2024 年 7 月以來最快上升速度（56.1%）回跌 2.6 個百分點至 53.5%。

• 非製造業之未來六個月展望 1 月一度中斷

連續 14 個月的擴張轉為緊縮，惟本月指數隨即回升 1.8 個百分點至 51.4%，再度呈現擴張。

• 2025 年 2 月八大產業中，四大產業 NMI 呈現緊縮，各產業依緊縮速度排序為零售業（33.8%）、住宿餐飲業（42.7%）、批發業（46.6%）與金融保險業（48.2%）。三大產業則回報 NMI 呈現擴張，各產業依擴張速度排序為教育暨專業科學業（56.3%）、資訊暨通訊傳播業（54.2%）與營造暨不動產業（53.0%）。僅運輸倉儲業呈現持平（50.0%）。

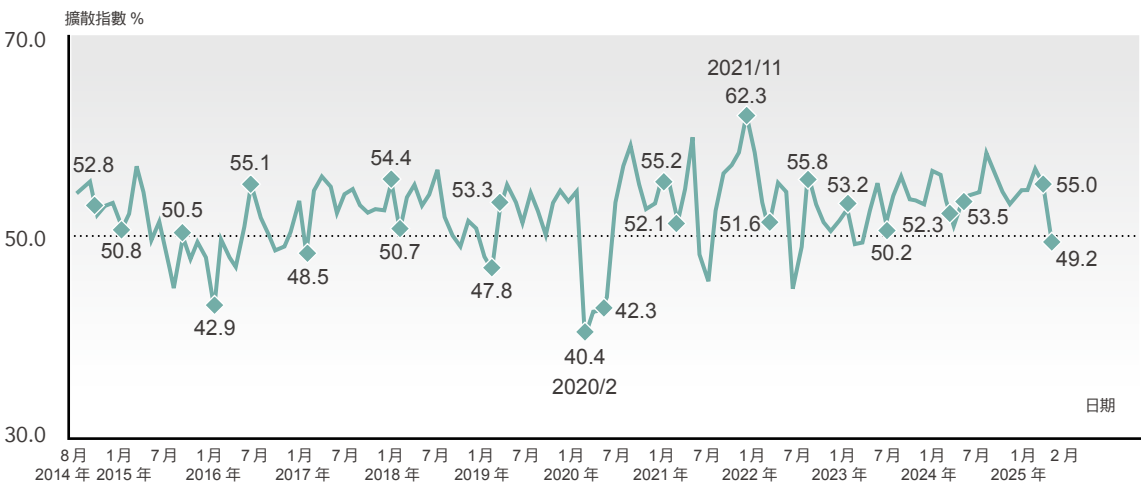


圖 8. 臺灣非製造業 NMI 時間序列走勢圖

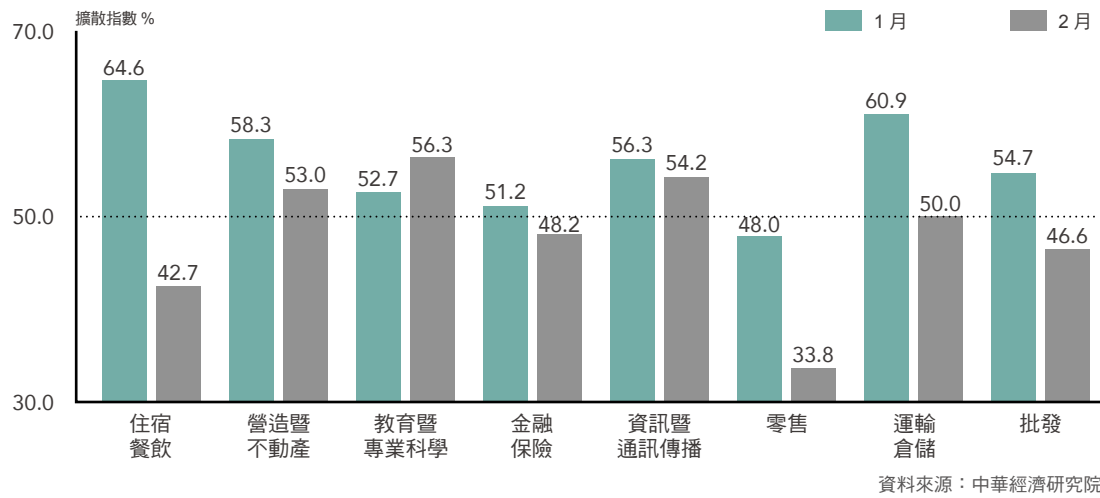


圖 9. 產業別 NMI 示意圖

表 5. 2025 年 2 月臺灣非製造業採購經理人指數

單位：％

	產業別												
	2025 2 月	2025 1 月	百分點 變化	方向	速度	趨勢 連續月份	住宿 餐飲	營造暨 不動產	教育暨 專業科學	金融 保險	資訊暨 通訊傳播	零售	運輸 倉儲
臺灣 NMI	49.2	55.0	-5.8	緊縮	前月為擴張	1	42.7	53.0	56.3	48.2	54.2	33.8	50.0
商業活動	45.4	56.9	-11.5	緊縮	前月為擴張	1	37.5	48.3	57.5	47.6	50.0	18.4	48.1
新增訂單	47.0	54.2	-7.2	緊縮	前月為擴張	1	37.5	41.4	58.8	48.8	59.5	30.0	50.0
人力僱用	50.9	54.8	-3.9	擴張	趨緩	24	50.0	62.1	56.3	47.6	50.0	34.2	48.1
供應商交貨時間	53.4	54.0	-0.6	上升	趨緩	21	45.8	60.3	52.5	48.8	57.1	52.6	53.7
存貨	50.9	51.6	-0.7	擴張	趨緩	11	33.3	53.4	50.0	53.6	50.0	50.0	51.9
採購價格	59.2	63.1	-3.9	上升	趨緩	110	54.2	60.3	61.3	51.2	57.1	60.5	48.1
未完成訂單	45.9	51.0	-5.1	緊縮	前月為擴張	1	29.2	41.4	52.5	48.8	54.8	39.5	42.6
服務輸出 / 出口	45.3	51.7	-6.4	緊縮	前月為擴張	1	25.0	37.5	50.0	64.3	62.5	25.0	26.9
服務輸入 / 進口	45.3	51.7	-6.4	緊縮	前月為擴張	1	41.7	50.0	57.1	50.0	45.5	25.0	28.6
服務收費價格	53.5	56.1	-2.6	上升	趨緩	57	45.8	53.6	51.4	48.8	54.8	60.5	53.7
存貨觀感	50.8	51.6	-0.8	過高	趨緩	5	45.8	51.7	46.3	48.8	50.0	55.3	46.3
未來六個月展望	51.4	49.6	+1.8	擴張	前月為擴張	1	41.7	48.3	66.3	50.0	59.5	52.6	44.4

資料來源：中華經濟研究院

五、未來半年個別產業景氣預測（以 2025 年 1 月為預測基準月）



🟡 未來半年景氣看好 🟣 未來半年景氣持平 🔵 未來半年景氣看壞

2025 先進智造AI應用特訓營

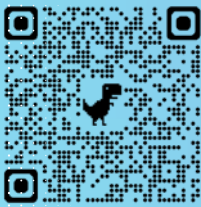
執行第7年
多家知名企業參加
培養超過100位優質學生至智慧製造產業
年年獲得好口碑

合作企業招募中
我們歡迎您的加入
截止日期 | 2025.04.15

計畫窗口 凌小姐 TEL：04-23581866#51 Mail：joy@tairoa.org

2025 智動化技術 人才媒合活動

歡迎求職者投遞
履歷好禮等你拿



投遞履歷請掃左方QRcode
線上履歷投遞 2025年3月~8月（由企業通知面試）
2025年08月23日(六) 10:00~14:00（現場實體面試）
活動地點：台北南港展覽館一館1樓 i區光廊

8/23活動當天至現場投遞履歷及面試，還有機會抽iPhone&Apple Watch&AirPods

TAIROA會員企業設攤招募中 僅剩3個免費名額
歡迎有徵才需求的會員企業與我們聯繫：04-23581866#51 凌小姐

淺談人型機器人

文 工研院機械與機電系統研究所 黃甦技術總監

隨著科技的飛速進步，機器人技術正以驚人的速度演進與突破，從動物型機器人（如：機器狗）逐步進化為人型機器人（如局部機器手臂、半身或全身機器人等）。一路走來數十年光陰荏苒，如今伴隨人工智慧 (Artificial Intelligence, AI)、機器學習 (Machine Learning) 以及感測技術的加成發展，人型機器人的技術與進展瞬間成為媒體鎂光燈的競逐報導焦點。

根據國際機器人協會 (IFR) 於 2025 年 1 月 22 日發布報告中指出：2025 年機器人產業將呈現五大主要趨勢：第一，AI(物理型、分析型、生成式)的廣泛應用；第二，人型機器人的快速發展；第三，遵循聯合國環境永續目標，以機器人實現成本效益生產，兼顧綠色能源技術的永續性；第四，開創全新的商業領域，推動「機器人即服務 (RaaS)」商業模式，使企業無需固定資本即可從機器人自動化中受益；第五，有效解決勞動力短缺問題。這些趨勢無不預示著人型機器人在不久的將來於製造、醫療、服務業等多個領域中發揮關鍵性作用，並將成為推動未來科技與產業轉型的重要驅動力。以下在本文中，將效仿庖丁解牛的精神，逐步揭示人型機器人各個應用現況、發展脈絡與前景。

廣義而言，人型機器人是指具備與人類相似外觀與行為的機器人。在外觀設計上，這

類機器人通常包括頭部、軀幹、手臂與腿部，並具備基本的類人行為，如行走移動、抓取物品與表達行為等。不僅如此，透過模擬技術，這些機器人能複製人類的行為與智能，更智慧地理解環境，並做出符合人類習慣與情感的反應。若要創造具備類人特徵的機器人，就需要涵蓋人類傳統的五感——視覺、聽覺、嗅覺、味覺與觸覺。從耳清目明、心領神會到移動自如等能力，皆須具備。在這樣的背景下，基於關節模組（包括手掌與手臂）、視覺、觸覺、感知與反應等核心技術的機器人正日益發展成熟。特別是在生成式 AI、場景理解 (Scene Understanding) 與多模態學習 (Multimodal Learning) 技術的加持下，不僅提升了機器人的認知能力，也讓其更加靈活與智能。其中，軟體與認知科學是人型機器人開發的核心，透過全面理解複雜數據，機器人能有效提升視覺問答、跨模態檢索與文本到圖像生成等任務的性能，實現 AI 與機器學習等先進功能。

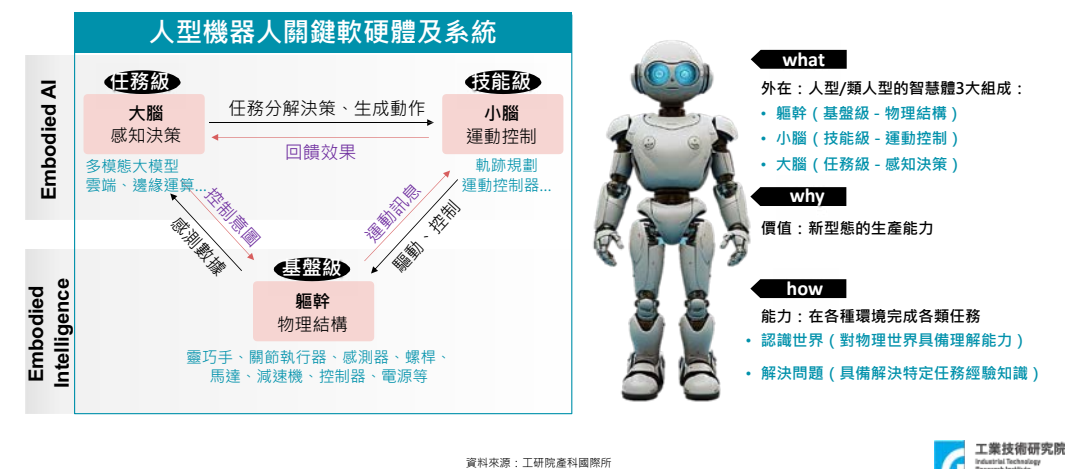


圖 1. 人型機器人軟體硬體關鍵設計與系統

由於人類擁有高度發達的神經網絡，展現出極為靈巧的肢體活動能力。然而，這反而成為我們看待機器人的盲點，往往先入為主地認為機器人的動作與反應應該簡單直觀。事實上，人類天生具備的語言能力、情感反應以及全身肌肉、神經與關節間的協調，是機器人難以輕易模仿的。舉例來說，即便只是手指的精細動作，也需要投入數年的技術研發與反覆校正，才能逐步達到接近人類的靈活度。因此，人型機器人的實現是一場軟體硬體密切協作的挑戰，結合多種技術來支持其運動、感知、決策與學習等複雜功能。以下將從軟體、硬體與系統整合面說明設計與開發中的關鍵要素。

(一) 軟體面：

擔任人型機器人幕後推手的正是 AI 技術，而常見的 AI 可分為三種類型：

1. 預測性 AI (Predictive AI)：利用機器學習技術，結合對大量歷史數據的分析，來預測未來的結果。這類 AI 通過大數據推斷未來的趨勢，例如預測市場走向、顧客行為、產品需求等。

2. 生成式 AI (Generative AI, GAI)：同樣使用機器學習，但重點在於運用大型語言模型來創建內容。儘管生成式 AI 能創造新數據或文本，但仍需人工檢視、監督和篩選，確保產出結果達到最佳效果。ChatGPT 便是這類技術的代表之一。目前的生成式 AI，幾乎都是依賴使用者的一次性指令 (One-shot prompt) 來立即生成建議。自 2022 年以來，生成式 AI 的突破也直接白熱化人型機器人的發展。

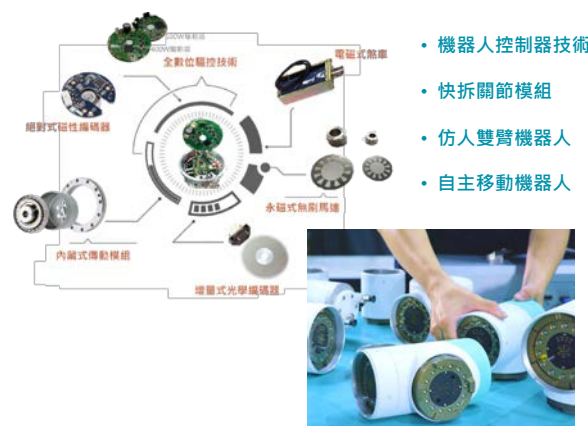
3. 代理式 AI (Agentic AI)：是目前最先進的 AI 類型，具備自主運行與決策能力，能夠在無需人為干預的情況下推理並處理複雜事務。自駕車、無人機與人型機器人便是此技術的應用例。NVIDIA 執行長黃仁勳在 CES 2025 主題演講中宣告：「AI 代理的時代已經到來。」與傳統數位助理不同，代理式 AI 不僅能回應查詢與執行簡單任務，更能處理完整的工作流程，解決複雜問題，並具備反思與推理能力。其持續優化的特性，逐步實現接近「內部對話」的推理過程；更指出「代理式 AI 將成為未來機器人產業的核心技術，推動新一輪的技術革命。」不久的將來，我們或許將見證機器人之間進行溝通與協調的那一刻。

(二) 硬體面：

隨著 AI 技術的蓬勃發展，機器人技術也掀起了一波創新浪潮。然而，再先進的 AI 模型若要真正走出電腦、走入現實世界，仍必須依賴具備「身體」的載具來執行任務。人型機器人正是這樣的高度複雜載體，由多種精密部件組成，包括關節、感測器、伺服馬達、電源與控制系統等，負責機器人的動作、感知與能量管理。其背後涉及工業電腦、光學感測、軟體應用、線性滑軌、馬達驅動、軸承、減速機、光學鏡頭等領域技術，從大腦的控制到身體的驅動、視覺的探測與關節的運作，環環相扣，缺一不可。

如今，AI 賦予機器人視覺、語言與動作模型，使其能處理來自不同來源的數據，包括文字資料（如：ChatGPT）、來自攝影機與麥克風的影像與聲音、甚至內部感測器的數據（如：機器人關節位置）。藉由這些能力，人型機器人不僅能夠進行語音辨識與物體識別，更能與環境互動，邁向更智慧且協作的應用場景。

- “機器肢”：打造類人型的**機械手臂**、**靈巧手掌**及**腿足**。
- “機器體”：突破**輕量化骨骼**、**高強度本體**構造、**高精度傳感**等技術。



- AI 機器人智慧加工單元
- 高擬真機器人模擬平台
- 多感測融合機器人控制
- 多機器人協同控制
- 多自由度、高彈性

工業技術研究院
Industrial Technology
Research Institute

圖 2. 人型機器人「身體」關鍵構造

(三) 系統整合與訓練：

1. 機器學習技術：賦予機器人像人類一樣的學習能力。透過大量數據的訓練，人型機器人能從環境中持續學習與適應。機器學習演算法不僅讓 AI 能有效處理資料，還能透過持續的數據收集和分析，進行自主學習與精準優化。這意味著機器人能根據過去的經驗不斷改進其行為與決策能力，透過反覆收集與分析數據，識別模式並解決新出現的挑戰。憑藉機器學習技術使得機器人能在不同情境下作出更靈活與智能的反應，進一步提升機器人應用價值與效能。

2. 自然語言處理

(Natural Language Processing, NLP)：

指讓電腦具備理解與生成人類語言的能力，使其能夠與人進行有效溝通。具備 NLP 能力的人型機器人能回答問題、辨識語音，甚至判斷語言中的情緒，從而實現與人類的自然互動。若論實際的應用面，例如 Apple 的 Siri、Amazon 的 Alexa，以及 Android Gemini 等

對話式 AI 應用程式，皆是針對 AI 應用與互動進行優化的實際案例。在生活場景中，具 NLP 之機器人能在飯店中接待入住顧客、回答相關問題，從而大幅提升服務效率與用戶體驗。

3. 視覺語言模型 (Vision Language Models, VLM)：

係為一能同時處理和理解視覺數據（如圖像與影片）與文本數據的 AI 模型，換句話說，具備多模態理解的能力。強化視覺辨識與自然語言互動以幫助機器人快速學習與適應各種動作任務。例如：在教導機器人執行取物、排序與組裝等任務時，結合 VLM 圖像與語言解析能力以減少人工標記數據；另外，還能強化機器人的視覺辨識與自然語言互動功能，使其更靈活地應對複雜環境與任務需求。

4. 大型行為模組 (Large Behavior Model, LBM)：

這正是人型機器人邁向次一階段訓練的挑戰。LBM 具備動態學習能力，能透過持續與環境的互動調整行為，提升在變動環境中的適應與推理能力。進而模擬人類行為，透過分析大量互動數據來理解與模仿手勢、語調與情感，使機器人的反應更加自然與靈活。此外，L 亦支援多模態理解，能整合視覺、聽覺與觸覺等感官訊息，使人型機器人在複雜社交場景中具備更全面的應對能力。使得 LBM 在未來的 AI 和機器人技術中具有重要的應用潛力，特別是在需要靈活應對和自然互動的場景中。

5. 環境感知模組：

是人型機器人的核心組件之一，透過整合各種感測器（如視覺、觸覺與聽覺），賦予機器人精準感知周圍環境的變化的能力。這項能力不僅提升機器人的互動精度，也增強了它們在不同場景中與人類協作的的能力。例如，電子皮膚技術的發展模擬了人類

皮膚的感知功能，使機器人能感測壓力與溫度。這項技術不僅讓機器人在執行任務時更為靈活，也提高了與人類互動的安全性與可靠性。

6. 智能決策能力：

是人型機器人智慧化的核心特質。由智能系統負責整合多種感知資訊，執行決策規劃與行動控制。透過深度學習等先進技術，系統能不斷提升決策效率，使機器人在複雜環境中能自主作出合理判斷。例如，在執行任務時，機器人能根據即時狀況動態調整策略，制定最合適的行動計畫，展現高度的適應與智慧能力。隨著 AI 與感測技術的持續進步，機器人能更加精確地處理大量數據，執行複雜的算法，並做出智慧決策，從而實現與人類相仿的反應行為與互動能力。

工研院機械所深耕機器人技術數十年，始終專注於前瞻技術的研發與創新，積極布局工業型與協作型機器人等相關軟硬體技術的開發。面對人型機器人風潮的興起，工研院早在 2010 年即前瞻性地投入相關技術研究與開發。多年來的努力結出豐碩成果，涵蓋硬體、軟體及系統整合層面，成功實現多項技術突破與亮眼成就。具體技術介紹如下：

1. 「機器人觸覺感測-機器人皮膚」(2010~)：

工研院於 2010 年開展「機器人皮膚」技術研究，將具備感測功能的皮膚外掛至機械手臂，填補當時尚未成熟的觸覺感測市場。為了讓機器人擁有如人類般靈敏的觸覺感知能力，此技術能有效偵測與物體的接觸，大幅提升與人類協作時的安全性。這項前瞻技術促成了新創公司「原見精機」於 2017 年的成立，後續成功取得全球首張 ISOTS 15066 認證，乃為通過歐盟 CE 驗證的最高規格觸覺感測安全產品。如今，原見精機已成為川崎重工集團唯一的海

外投資企業，展現了臺灣機器人技術在國際市場的競爭力與影響力。

2. 「RGB-DAI 機器人」(2021~)：全球首創標配 3D 視覺與 RGB 影像的 AI 機器人，是全球第一款內建 3D 視覺作為標準配置的協作型機器人，並榮獲 CES2022 創新獎的殊榮。該機器人結合泛用取物功能，能自動產生高擬真度的大量高品質訓練標記資料。面對新樣式物品時，毋須重新教導即可快速判斷並穩定決定取物點。

3. 「快拆式關節機器人」(2023~)：係為機械手臂的變形金剛。能快速升級多元工業產線。傳統機械手臂造價貴、難操作，維修耗時，工研院，透過驅控整合關節模組，能將任意軸數機械手臂快速組裝，立即執行指令。透過整合驅控器、編碼器、馬達、剎車等關鍵零件，以及工業乙太網路協定即時傳遞電訊等技術打造的快拆式關節機器人，具有世界最高扭力比，組合快速、維修簡易等特色。手臂可適用於機械、科技、醫療手術等工廠產線，堪稱變形金剛。

4. 「軟性管狀醫療手術機器人」(2024~)：運用 AI 輔助導引技術，實現體內自動導航，結合快速支氣管 3D 建模與手術路徑生成，醫生能透過精準定位，在遠端遙控機器人準確抵達病灶位置，進一步搭配不同醫療器械進行治療，如熱消融、幹細胞噴灑或組織採樣等。以往為了手術，醫生需要依賴 X 光拍攝來定位病灶；藉由此技術，能有效降低醫生暴露於輻射環境中的風險，大幅提升手術的安全性與精準度。

5. 「新創赫倫 HolonOS」(2024~)：係為一款工業機器人智慧製造核心軟體，以 AI 自

動生成最佳工作路徑、即時補償變異，控制介面操作簡易，能支援國內外各大廠牌機器人，能解決製造業跨廠設備整合及製程工藝資料管理的困難，滿足少量多樣、彈性生產需求。有效減少 50% 的新訓時間、更使企業專屬技術保存達 90%。

6. 「高擬真仿人類雙手協作機器人」(2024~)：係由工研院機械所與歐盟科研架構計畫 HorizonEurope 合作開發的系統，結合 AI 生成自動組裝程序和高擬真虛實整合技術，精準模仿板手組裝技師的操作動作，使其雙手臂靈活組裝超過 120 種手工具，有效節省 50% 的治具成本。

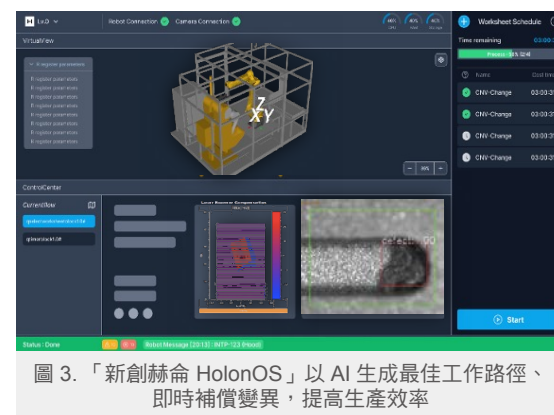


圖 3. 「新創赫倫 HolonOS」以 AI 生成最佳工作路徑、即時補償變異，提高生產效率

隨著 AI 技術的進步以及醫療保健、製造業與客戶服務等領域需求的持續增加，人型機器人市場正快速成長。根據 Robotics Tomorrow 的報告：「預計到 2035 年，全球人型機器人市場規模將達到 796 億美元，預測期間的複合年增長率為 45.6%。」現今，隨著機器人技術的日益成熟與適應性提升，人型機器人的 AI 模式與技術不斷推陳出新，應用範圍也持續擴展。此外，NVIDIA、Tesla 等科技巨擘的積極投入與市場需求的快速成長，人型機器人產業正迎來前所未有的發展機遇。不僅如此，更為解決勞動力短缺及提升產業效率提供

了創新的解方。成為醫療保健、家庭服務、工業自動化以及教育娛樂等領域的重要推動力。接下來，將系統性探討人型機器人在各領域的應用現況與未來發展，並分析市場趨勢與技術挑戰。

(一) 市場應用趨勢：

1. 醫療領域：非全人型機器人已展現多元且重要的應用價值。它們能協助病人護理與康復服務、提供手術輔助，甚至支援心理健康治療。例如，機器人能為住院病人進行生命徵象監測、提供遠程醫療服務，有效減輕人類護理人員的負擔。隨著醫療技術不斷進步，一些進階機器人更能參與手術過程，在醫生的指導下執行高精度的手術操作，提升手術準確性、降低人為錯誤風險，並保障病患安全。透過減少人類接觸與提供精準的醫療支援，也許在不久的將來，站在手術室裡的將是人型機器人也未可知。

2. 工業與製造業領域：在工業與製造領域中，人型機器人已開始進行裝配線上的工作，如在電子產品和汽車的生產過程中執行繁重或危險的工作。機器人能夠提高生產線的效率和安全性，並且不受疲勞或健康狀況的影響。此外，倉儲與物流領域也在積極引入人型機器人，這些機器人能夠在倉庫中自動搬運物品，協助管理庫存和進行訂單處理，從而提高倉儲效率。尤其，特斯拉 (Tesla) 執行長馬斯克 (Elon Musk) 近日受訪表示，計劃於今 (2025) 年生產數千個人型機器人 Optimus，若一切進展順利，2026 年產量將增加 10 倍，目標是生產 5 萬至 10 萬個人型機器人。隨著技術的持續進步與規模擴大，人型機器人勢必在製造與物流領域中扮演更加關鍵的角色，推動工業自動化進入全新階段。

3. 居家領域：在家庭應用中，家務自動化的需求與日俱增，最先被引入的多為掃地機器人來協助日常清潔。雖然目前真正具備情感理解與高效家事處理能力的機器人仍在技術發展中，但我們可以想見未來的人型機器人進入家庭環境時，不僅能掃地、拖地，還能具備情感理解能力，成為家庭中的重要陪伴角色。例如，幫助照看家中老小，提醒用藥與健康檢測等。隨著情感 AI 技術的進步，它們將能理解並回應家庭成員的情緒，甚至根據語調與表情調整回應模式，成為家庭中的“智能成員”。特別是在高齡化社會背景下，這類機器人將成為照護服務的重要助力。

4. 零售與服務領域：零售商與服務型企業正積極導入人型機器人來提升客戶體驗。例如，軟銀的 Pepper 和 Furhat Robotics 的人型機器人能在飯店協助入住、退房、客房服務並根據客人偏好提供個性化建議，利用自然語言處理與情感 AI 技術營造賓至如歸的氛圍。在百貨賣場中，這些機器人可擔任導購角色，根據顧客需求推薦產品、引導至商品區域，並協助管理客流、提供促銷資訊。結合 AI 與數據分析，機器人能預測顧客需求，進一步提升服務效率與顧客滿意度，強化企業競爭力並加強與顧客的互動。

雖然人型機器人在各領域的應用帶來了顯著的好處，但這並不意味著其發展就此一帆風順、毫無挑戰。正如俗話所說：「有一好，無兩好」，攸關人型機器人每一項技術的突破背後，都伴隨著許多待解的難題與挑戰。接下來，將一一剖析人型機器人的應用挑戰，使讀者全面地理解這些機器人在未來可能面對的重重難關。

(二) 應用挑戰：

1. 成本：人型機器人的生產與維護涉及高昂的技術開發、材料、計算資源等成本，使得它們的商業化面臨很大的挑戰。特別是大規模生產和普及化的過程中，高昂的價格成為許多企業的障礙。儘管技術不斷進步，這些高成本仍然是行業進入門檻的一大障礙，尤其是小型或中型企業可能無法負擔，特別是在 AI 訓練和計算資源方面，這一領域的資本投入大多需要來自大型國際企業。

2. 技術：在複雜環境中的運行對技術的要求極高，AI、感測器技術及其他先進技術以實現機器人的功能仍然存在諸多挑戰。機器人需要在變化莫測、常常具有極高難度的環境中保持高效、穩定地執行任務，這需要不斷提升其移動性、靈活性及反應能力。例如：在極端環境中，感測器的準確性和可靠性與否，直接影響人型機器人的決策和行動。如果感測器性能下降，那麼對於其機器人的感知、判斷和操作可能會受到嚴重影響，從而導致失敗或不正確的行為。這些挑戰對應用落地無疑是障礙隱憂。

3. 安全性：當 AI 系統做出錯誤判斷並執行後，導致嚴重後果時，如何界定責任成為法律領域的一大難題。目前，許多國家還缺乏統一的法律框架來應對 AI 系統的責任問題，這使得相關問題的解決更為複雜。例如：自駕車事故中，承擔責任者該是車主、製造商還是軟體開發者，在法律上仍然缺乏明確的指導。此外，大量數據的需求會帶來隱私與安全風險，這涉及到數據保護、存取控制以及防範駭客入侵等問題。AI 系統的設計和學習過程不透明，通常難以解釋其決策的過程，這可能引發偏見或不合常理的決策，並且在不同情境下，AI 系統可能無法做出正確的反應。舉例來說：AI 應用於醫療診斷，當其決策過程無法被醫生理解，可能會導致診斷失真和無法提供對症下藥的治療方案。最後，由於大多數當 AI 系統目前尚無完全應對未知或尚未學習過的情境，這也使得在環境變化或突發情況下，AI 的判斷可能變得不可靠，甚至導致系統崩潰等嚴重後果。人類能否及時有效地應對這些挑戰也是一個未解的問題，這些因素共同構成了人型機器人在未來應用中的重大安全性挑戰。

4. 接受度與信任度：人型機器人的接受程度和信任度仍須逐步提升，尤其是在涉及勞工權益和失業問題的背景。儘管自動化技術能有效解決勞動力短缺並提升生產效率，但它同時也可能導致低技術勞工群體失業。再者，因為企業擁有資本和技術，藉由自動化提升利潤，但另一方面卻犧牲勞工的工作機會，加劇收入不平等。因此，在推動自動化的同時，必須充分考慮潛在的社會和經濟問題，並採取配套措施來減少自動化帶來的負面影響，特別是對受影響勞工的支持。如何在技術發展與勞動市場的可持續性之間取得平衡，將是未來人型機器人應用中亟需解決的關鍵挑戰。影響深遠，不可不慎。

人類以無盡的創造力，汲汲營營地設計出人型機器人，從外觀到情感，從最初的冷漠到現在的敞開雙臂，從工廠生產線到居家環境，這一切的轉變無不彰顯出人型機器人正悄然融入我們的生活圈。機器人被賦予模擬人類外形的能力，理解我們的需求，並建立起獨特的情感連結。雖然機器人帶來的效率與智慧令人讚歎，但它們可能引發的社會變遷亦讓人心生不安。在這場科技革命中，愛與憂慮交織成為雙面鏡，映照出我們對未來的複雜情感。那麼，應該如何與這些新同伴共處呢？或許，秉持「既來之，則安之」的開放態度，亦不失為一種平衡人類價值與科技進步的方式，希冀攜手邁向一個更加智慧、更加溫暖的未來。

參考文獻

1. https://event.itri.org/CES2024/zh-TW/tech_detail/2/
2. <https://ifr.org/ifr-press-releases/news/top-5-global-robotics-trends-2025>
3. https://itritoday.itri.org/108/content/en/unit_02-1-1.html
4. https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=01_content&SiteID=1&MmmID=1036276263153520257&MGID=113082114033030757
5. https://www.itri.org.tw/ListStyle.aspx?DisplayStyle=18_content&SiteID=1&MmmID=1036452026061075714&MGID=1255231046543336117
6. <https://news.tvbs.com.tw/tech/2764852>
7. <https://blog.accuhit.net/2025/01/23/ai-agent/>
8. <https://blog.tbrc.info/2025/02/humanoid-robot-market-analysis/>
9. <https://robzaps.com/applications-of-humanoid-robots/?ts=1737683314>
10. <https://www.digitimes.com.tw/TECH/DT/N/SHWNWS.ASP?CNLID=1&QUERY=%E4%BA%BA%E5%BD%A2%E6%A9%9F%E5%99%A8%E4%BA%BA&ID=712989>
11. <https://www.linkedin.com/pulse/agent-ai-reshaping-organizational-strategy-future-work-tharakan-wokte/>
12. <https://www.prnewswire.com/news-releases/humanoid-robot-market-to-grow-by-usd-59-18-billion-from-2025-2029--driven-by-demand-for-enhanced-visibility-and-flexibility-in-industrial-operations-ai-impact---technavio-302365973.html>
13. <https://www.roboticstomorrow.com/news/2025/01/28/humanoid-robot-market-trends-segments-applications-and-recent-developments/24036/>
14. <https://www.technavio.com/report/humanoid-robot-market-industry-analysishttps://foreignpolicy.com/2025/01/30/humanoid-robots-united-states-china-competition/>



圖 4. 機器人市場應用趨勢與挑戰



Robotic efficiency in industrial use cases – ideas beyond the humanoid hype

文 Leon Siebel-Achenbach, Deputy Head of Department of Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML

Industries worldwide are being challenged to meet increasing demands in order to remain competitive in the global market. Industrial nations in particular are struggling with the acute shortage of skilled workers. At the same time, the demands placed on specialist personnel have increased, leading to physical and mental overload

At the Fraunhofer Institute for Material Flow and Logistics IML, we work in a particularly challenging field. Many activities in logistics still involve strenuous manual processes. At the same time, price pressure is enormous. That is why we have been developing innovative solutions for many years to support personnel in various areas of logistics. In addition to new organizational approaches, these also include robotic solutions, e.g., our evoBOT.

The hype surrounding humanoid robots has not gone unnoticed by us either. Ever

since the release of our evoBOT and the overwhelming global feedback, this robot has also quickly been associated as humanoid.

Idea of evoBOT

With the development of evoBOT, we pursued the goal of creating a robot that eliminates the weaknesses of other AMRs in intralogistics and production facilities. These include driving on different surfaces, lifting loads from the ground and handing them over at various heights or driving

dynamically in confined areas such as corridors or through doors. The robot is characterized by the fact that it is reduced to the essentials, so that it can be produced cost-effectively and used across the board.

To achieve this, we rely on a minimal number of actuators and sensors, do not use a counterweight and follow a modular design so that the robot can be adapted for different use cases.

Initially, our intention was to develop the evoBOT purely for autonomous operation in cordoned-off areas. Although we still see the robot there, the human-technology interaction was constantly being refined. This led to the evoBOT taking on its current appearance – a face and flowing lines that are intended to reduce the inhibition threshold in the interaction and led to a social robot. Another crucial feature to avoid overwhelming or even frightening people during the interaction are the fluid, predictable movements.

Personnel challenges in logistics

In today's fast-paced industrial environment, the need for innovative solutions in production and intralogistics is more pressing than ever. The physical and mental workloads faced by workers can significantly impact their health and productivity.

A staggering 23% of workers are



required to lift heavy loads as part of their daily tasks. This not only poses immediate challenges but also long-term health risks. Studies show that high tensile or shear loads during activities like pulling and pushing can increase the likelihood of disc-related diseases (IAG Report 1/2014 "Denk an mich. Dein Rücken" Eine Befragung zu Rückengesundheit und Präventionskultur in Unternehmen, DGUV, 2014).

In addition to physical strain, psychological stress also plays a critical role in workplace health. Mental stress has been linked to various health issues, including back problems (Habibi E, Taheri MR, Hasanzadeh A. Relationship between mental workload and musculoskeletal disorders among Alzahra Hospital nurses. Iran J Nurs Midwifery Res. 2015). Moreover, it has been shown that high levels of mental stress can lead to a reduction in overall performance, affecting productivity and efficiency.

While traditional robotic solutions have made significant strides in automating

repetitive tasks, they often fall short in several key areas :

- **Flexibility** : Existing robotic systems are typically designed for specific tasks and lack the adaptability to handle diverse or unexpected situations.
- **Human Interaction** : Many robotic solutions struggle with tasks that require social interaction or empathy.
- **Complex Problem Solving** : Current robotic technologies often lack the cognitive abilities required to navigate complex, unstructured environments.
- **Safety and Collaboration** : Collaborating with humanoid robots can enhance safety in the workplace. They can assist workers in physically demanding tasks

without replacing human roles, creating a collaborative environment that maximizes productivity while minimizing risk.

To address these challenges, it is essential to explore and implement new solutions that not only enhance operational efficiency but also safeguard the well-being of our workforce. By investing in ergonomic strategies, automation, and innovative technologies, we can alleviate the physical and mental burdens on our employees, ultimately fostering a healthier, more productive work environment.

Developments of humanoids

Humans are constantly striving to create themselves. For several years, humanoid robots have been experiencing enormous

enthusiasm as a major step in this direction – and rightly so! The way they work and the possibilities they offer fascinate us in many ways. Supported by AI components, our behavior can even be adapted.

This inevitably leads to humanoid robots being seen as a way of compensating for the shortage of skilled workers and reducing the burden on employees. In this way, humanoid robots can for example be programmed to perform a wide range of tasks, making them more versatile in dynamic environments, better understand and respond to human emotions, facilitating improved teamwork and communication and have the potential to learn and make decisions in real-time, which is crucial for tasks that require critical thinking and adaptability.

Nevertheless, even humanoid robots have their limits. We often see them being used as a knock-out argument to solve all problems, for example in logistics. However, for many areas they are over engineered. Compared to the evoBOT, for example, they are many times more complex, sometimes having hundreds of actuators, sensors, joints and connections. This makes them very difficult to maintain and at the same time prone to defects and errors.

In warehouses that have already been optimised to a large extent, where flat

surfaces are available, accessibility is guaranteed and infrastructure such as wifi is sometimes in place, no biped is needed to move around. In many cases, simpler devices can be used to grasp, place and manipulate objects than hands with many degrees of freedom. Even a body or head is often not necessary and can sometimes even be a hindrance, if we are to believe the publications on the Uncanny Valley.

evoBOT – a new era of robots

With the evoBOT, we have largely closed this gap. Compared to other AMRs, its adaptability to different use cases is easy and quick to implement due to its modularity. The openness with which people interact, even if they have never seen the robot before, is amazing - even in the current prototype stage.

„Humanoids are general-purpose, bipedal robots modeled after the human form factor and designed to work alongside humans to augment productivity.“ (Nvidia)

In terms of appearance, we differentiate between humanoid and anthropomorphic. While we use the above-mentioned characteristics such as two legs, a torso and a head when we speak of humanoid, we define features like eyes, facial features or arms more granular, as anthropomorphic. These can be based on the human or animal appearance. But it also includes human social characteristics.



Of course, we also face hurdles in getting a robot like the evoBOT on the road to industrialization. For example, legislation in Europe does not allow for rapid approval. However, this is counteracted by the competitiveness of industry, which is why we are in contact with various institutions to define new paths in this area as well.

- Furthermore, the challenges are not only of an organizational and structural nature. We therefore also research and develop technologies for navigation and object detection, as well as interaction, in physical simulation models.
- Physical simulation models enable us to advance development in a risk-free, non-destructive and, above all, cost-effective manner. In addition to this, we want to use models in industrial applications to research human-technology interaction beyond animation, and scientifically substantiate the experience we have gained with the evoBOT.

Conclusion

We can show that there are decisive innovations in robotics beyond the humanoid hype. In industrial applications, the primary goal is to increase efficiency and solve the problems of our time in a targeted and cost-efficient manner. Developments such as evoBOT show that we can deliver more effective solutions for industrial applications not only in production, but also in implementation, maintenance and operation. In doing so, we build on scientific findings, especially in human-technology interaction, or scientifically validate our experiences in order to bring for example decisive anthropomorphic characteristics to bear in our developments as well. However, our development is not limited to human-technology interaction, but initially takes into account fully autonomous operation without human interaction. This means that we can already show how effectively our development can be used in the short term, until the current challenges have been overcome.





2025. 4. 16(WED) ▶ 18(FRI), coex

SMT/PCB & NEPCON KOREA / S-FACTORY & ROBOTICS TECHNOLOGY / HIGHLY-FUNCTIONAL FILM TECHNOLOGY /
PHOTONICS SEOUL / PE & ELECTRONIC MATERIALS TECHNOLOGY

AUTOMOTIVE ELECTRONICS TECHNOLOGY / EV, HEV & FCV TECHNOLOGY / AUTOMOTIVE LIGHTWEIGHT TECHNOLOGY /
AUTONOMOUS DRIVING TECHNOLOGY / AUTOMOTIVE SOFTWARE

VISITOR REGISTRATION



VISITOR
REGISTRATION

EXHIBITOR REGISTRATION



EXHIBITOR
REGISTRATION

GLOBAL BRAND POWER Japan, China, Thailand, Vietnam



擬人型之工業協作化 移動型雙臂機器人發展和應用

文 財團法人精密機械研究發展中心 自動化與機器人處 陳哲堅 副處長

研究動機

自 1961 年第一台工業型機械手臂 Unimation 誕生以來，機械手臂技術經歷了數十年的快速發展與創新，如今已廣泛應用於各種自動化作業單元，成為現代工業生產中不可或缺的重要設備。機械手臂的主要功能在於取代人力執行高重複性、高精確度及高危險性的作業，例如焊接、搬運、上下料、塗裝以及簡單的組裝工作，極大幅度地提升生產效率並降低人員暴露於危險環境中的風險。隨著工業技術的不斷進步與市場需求的日益多樣化，產品生命週期逐漸縮短，企業為了保持競爭優勢，必須不斷推陳出新，開發符合不同市場需求的產品。因此，生產線需要具備高度彈性，以應對少量多樣、生產快速切換的挑戰。這樣的轉變，使得高效率與彈性化的自動化生產模式，成為現代工業發展的重要趨勢。機械手臂正是在這波潮流

中扮演關鍵角色，透過先進的感測技術、精密的控制系統與智慧化的軟體支援，機械手臂能夠快速適應各種生產需求，為製造業帶來前所未有的效能與競爭力。

在少量多樣化的自動化生產需求下，具備高度應用彈性與高附加價值的工業型機械手臂，已逐漸成為現代製造業發展的核心焦點。傳統單臂架構的機械手臂雖然能夠透過動作編程的調整與末端端效器的更換，來執行各類型自動化作業，但由於手臂本身在自由度與靈活性方面的先天限制，當面對多工序或高複雜度的組裝與加工需求時，仍難以有效降低對組裝治具的依賴，並往往需要設置多個組裝工作站才能完成整個自動化流程。這不僅大幅增加了生產線上的設備投入，更導致頻繁換線時的時間與成本大幅上升，對整體生產效率與成本控制形成挑戰。

傳統的工業型機器人與協作型機器人在作業上的運用，長期以來多採取固定安裝於特定工作場域的方式，其作業模式主要以執行重複性高、標準化程度高的例行性工作為主。這類機器人在執行任務時，雖具備高度精確性與穩定性，但卻普遍缺乏針對突發狀況或多變生產需求的彈性應變能力，限制了其在現代智慧製造環境中的應用範疇。相較之下，移動雙臂機器人結合了自主移動與雙臂協作的特點，不僅能夠靈活穿梭於不同工作站之間，並具備高度彈性的產線調整優勢，有效降低人力在物件搬運與作業流程中所需的投入，進一步縮短物件傳遞與處理的時間。然而，由於移動雙臂機器人在執行移動與搬運工作的過程中，機械手臂的重量、姿態變換以及作業時的動態重心轉移，往往會對機器人整體的平衡性與穩定性造成挑戰。相較於固定式的工業型機器人或單純的無人搬運車（AGV），移動雙臂機器人在控制技術方面需要克服更高的複雜性，才能確保其在移動過程中的安全性與作業精度。因此，如何精確掌握移動與操作過程中的動態重心控制，成為移動雙臂機器人發展中不可忽視的關鍵技術課題。

因應上述狀況，可以預見在不久的將來，雙臂型機器人將成為自動化產業中極為關鍵的重要解決方案。雙臂型機器人具備雙臂協同作業的獨特特性，能夠同時執行精密且高複雜度的組裝工作。相較於傳統單臂機器人，雙臂機器人能夠模擬人類雙手的靈活性與協作性，在執行需要多面組裝的作業時，不僅能大幅減少夾治具的需求，還能有效縮減工作空間，進一步提升生產效率。此外，由於雙臂機器人能夠快速切換並適應不同的生產需求，因此能夠顯著降低生產線換線所需的時間與成本，非常適用於少量多樣的彈性生產線。



圖 1. DHL-Rollin' Justin



圖 2. ABB Yumi



圖 3. NEXTAGE

近年來，全球各大工業機器人製造商紛紛投入雙臂型機器人的研發與市場佈局，並已推出多款工業型雙臂機器人產品。例如，如下圖所示的實際案例，即展現了雙臂型機器人在現代智慧工廠中的應用成果。這些創新產品不僅

提升了自動化生產的精確度與速度，更顯示出雙臂型機器人具備強大的市場潛力與發展前景。因此，從全球機器人產業未來發展趨勢來看，雙臂型機器人無疑將在智慧製造與自動化領域中占據舉足輕重的地位，成為推動產業升級的重要關鍵技術。

研究目的及方法

工業用機械手臂的發展長期以來皆以取代人力為目標，但傳統單臂機械手臂因自由度與靈活度較低，無法有效執行需要高度複雜性與精確度的作業，這也是其應用上的一大限制。此外，這類機械手臂往往需要搭配大量周邊設備，導致整體系統架構變得複雜，進而提升了生產成本；在人類進行各種靈巧且複雜的作業中，雙手協作的協調性與手臂冗餘度（redundancy）是實現高度靈活性的關鍵因素。正因如此，人類能夠在不同情境下迅速適應並執行各種精細動作，如圖 4 所示。此外，在現代工業生產環境中，機械手臂如何與人類在同一作業空間中安全且高效地協同工作，已成為機械手臂設計的重要發展趨勢。基於上述需求，精密機械研究發展中心（以下簡稱精機中心）開發了全新型態的工業協作化雙臂機器人。此機器人不僅具備速度與精度，更結合多種先進安全機制與友善的操作介面，使人機協作生產效率大幅提升。這款雙臂機器人充分發



圖 4. 固定式安置於工作場域

揮雙手協作的靈活性與冗餘度特性，能夠執行更為多樣且精密的作業，並減少對周邊設備的依賴，有效降低系統複雜性與整體成本。



圖 5. 移動雙臂機器人重心問題

工業型協作化雙臂機器人系統

鑑於未來產業發展趨勢與智慧製造需求，精密機械研究發展中心（簡稱精機中心）自 2011 年起，即積極投入雙臂機器人技術的開發工作，正如圖 5 所示。精機中心從高速數位通訊機器人控制器的研發起步，成功帶領國內邁向全軟體控制器時代。該控制器除具備基本的運動控制功能外，更支援多項進階應用，包括外部訊號的動態追蹤、多機種偕同控制以及基於 CAD BASED 等進階功能，如圖 6 所示，大幅提升機器人應用的靈活性與精確度。另外，從一開始 7 軸構型採用泛用伺服馬達系統，高剛性結構設計及透過圖 7 可到達性分析技術來提供最佳化工作範圍。到了 2020 年精機中心開始研製模組化整合式關節，整合國產馬達、高精度減速機、位置編碼器及國產驅動器，可就環境需求提供使用者彈性化組裝及更換，結合自主開發控制器並同步開發安全碰停、手拉教點等進階功能，提供業者完整工業協作化機械手臂解決方案。

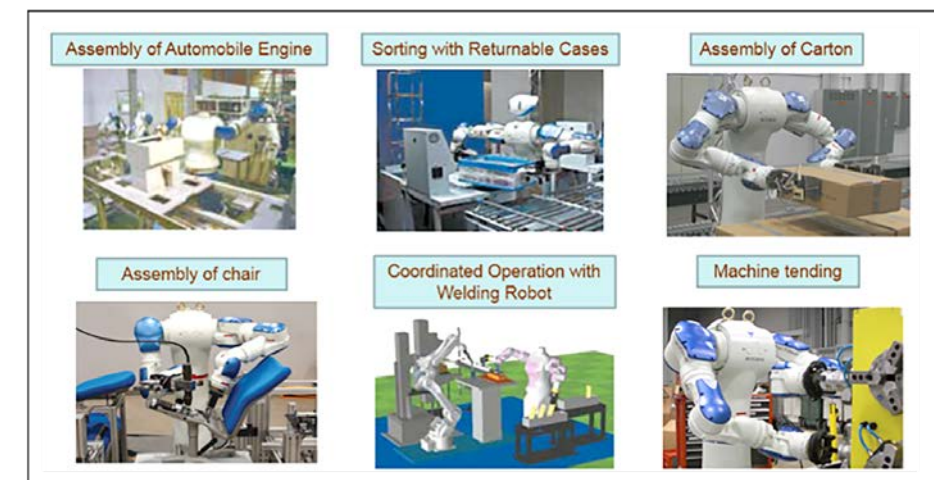


圖 6. 雙臂機器人可執行的各項任務

PMC國產雙臂機器人發展歷程

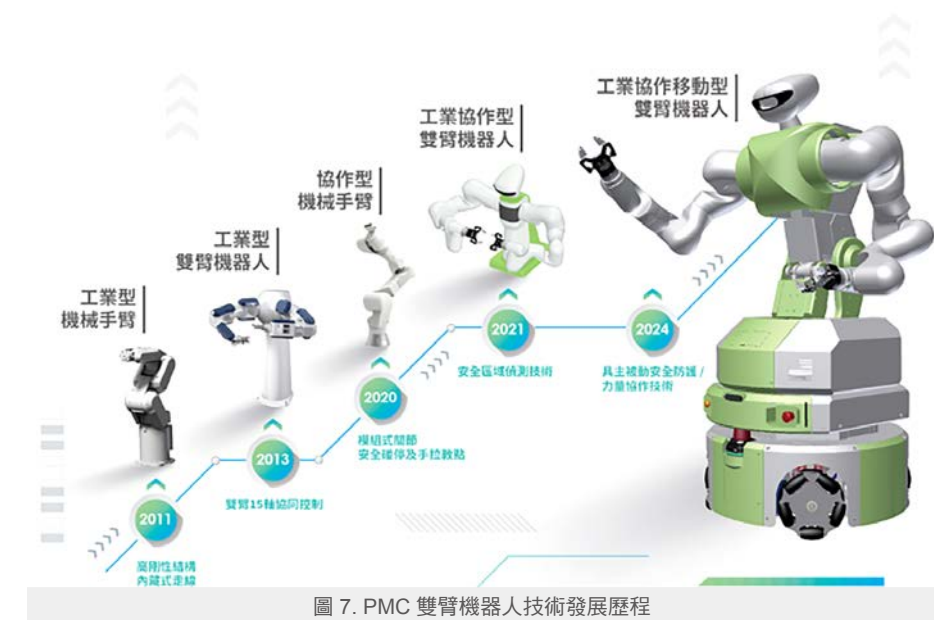


圖 7. PMC 雙臂機器人技術發展歷程

2021 年，精機中心進一步將工業協作型機械手臂整合為雙臂機器人，除具備標準的安全機制外，更搭載視覺安全軟體模組。此模組透過安全區域偵測技術，能夠根據人員與設備間的相對位置，動態調整機械手臂的運作速度，確保人機協作環境的高度安全性。

展望未來，精機中心計劃於 2024 年將協作型雙臂機器人與自動導引車（AGV）整合，並設計具備腰部軸重心轉移功能的系統，開發為移動型協作雙臂機器人。此創新設計將進一步提升機器人的機動性與操作彈性，為智慧製造與工業自動化領域開創全新應用格局。以下會就工業型協作化雙臂機器人系統進行更詳細說明。

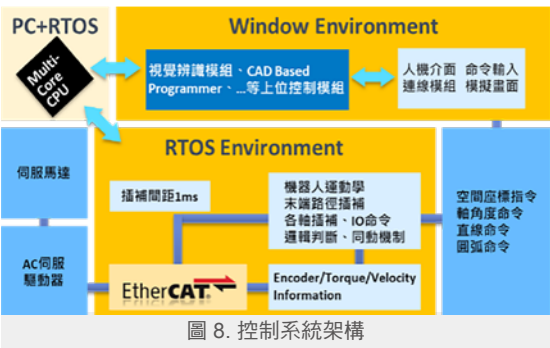


圖 8. 控制系統架構



圖 9. 使用者介面

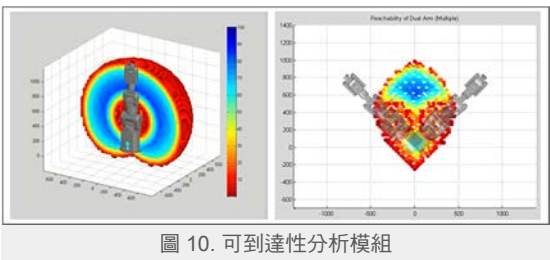


圖 10. 可到達性分析模組

A. ALL IN ONE 模組化設計

精機中心所開發工業型協作化機械手臂，單臂由 2 組 750W 關節模組、2 組 400W 關節模組及 3 組 100W 關節模組所構成，7 自由

表 1. 關節模組規格

規格	100W 關節模組	400W 關節模組	750W 關節模組
最高轉速	30 RPM	20 RPM	20 RPM
最大扭力	42 Nm	210 Nm	600 Nm
質量	2.1 kg	5 kg	10 kg
通訊格式	EtherCAT		
電壓	48 VDC		
備註	多圈絕對式編碼器		

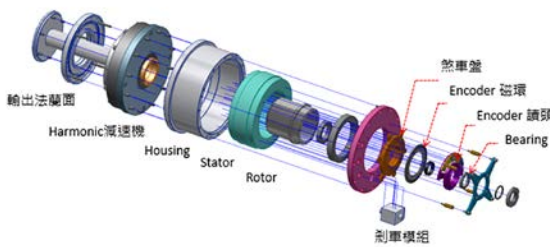


圖 11. 關節模組整合架構

度設計可以讓手臂完成人所能完成的搬運、組裝動作。關節模組由國產中空馬達、諧和式減速機、增量與絕對式編碼器、剎車模組及驅動模組整合而成，圖 12 為實際 100W 關節模組。設計上根據使用的規格與行程後先以模型計算出各軸所需慣量再求出扭矩，依此決定所需馬達容量大小與減速機減速比，模組規格如表 1 所示，模組採用 48 VDC 與 EtherCAT 通訊協定，圖 13 為 750W 實際量測額定轉速數值及波形，圖 14 為 400W 實際量測額定轉速數值及波形，圖 15 為 100W 實際量測額定轉速數值及波形，皆符合設計預估值。

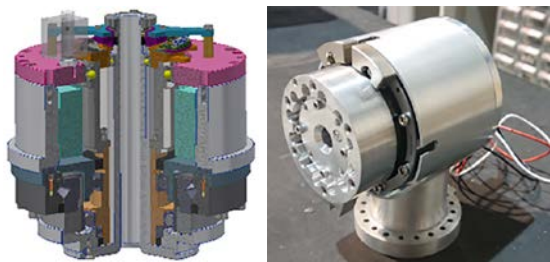


圖 12. 100W 關節實體

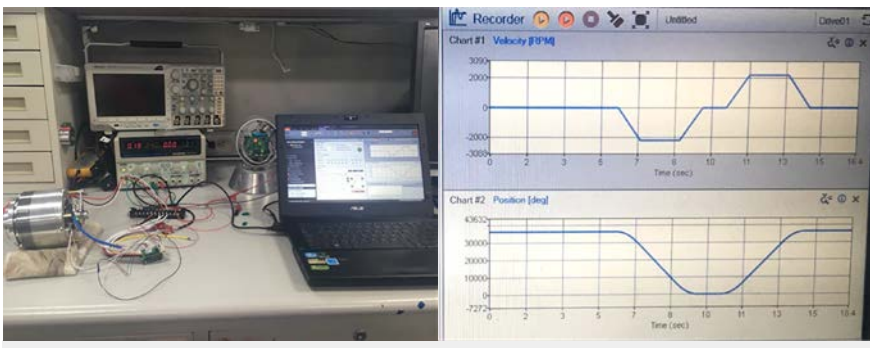


圖 13. 第一軸 (750W) 額定轉速 2200RPM

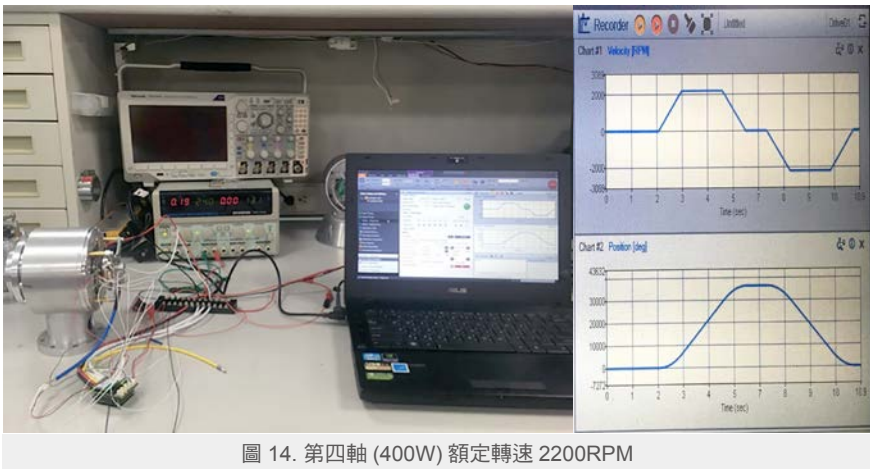


圖 14. 第四軸 (400W) 額定轉速 2200RPM

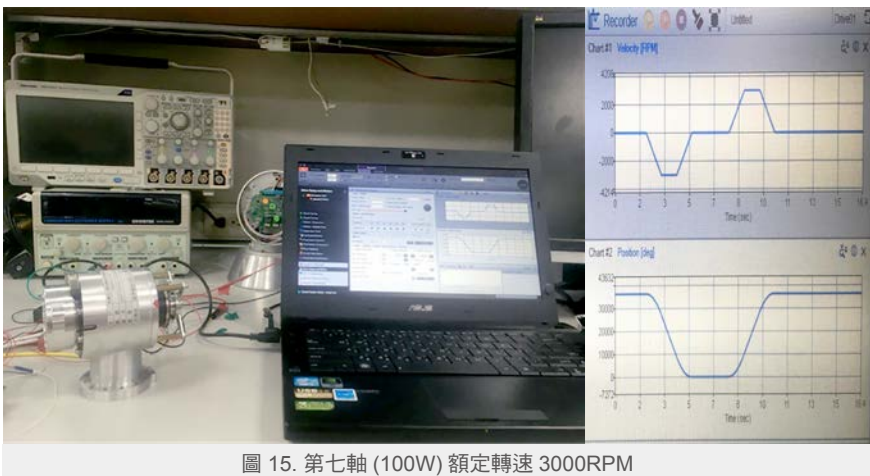


圖 15. 第七軸 (100W) 額定轉速 3000RPM

B. 國產驅動模組

基於傳統的驅動器只能非同步控制多顆伺服馬達，而近年來 EtherCAT 通訊控制驅動器出現，簡化了許多設定與配線，以及同時同步多軸伺服控制馬達，對於使用者可加速開發過

程及驗證成果，因此許多國際大廠紛紛投入整合 EtherCAT 通訊功能的驅動器核心研發，可避免不同核心資料傳遞時容易受到雜訊干擾的問題，且改善資料傳遞速度受限的情形，

並簡化驅動器電路面積。有鑑於此，圖 16 為精機中心自主開發驅動器採用 ASX58200 通訊核心晶片，整合 PHY 至晶片核心內，可大幅縮減電路面積，MCU 尺寸為 10*10mm，採 BGA 封裝，電路板為六層板，驅動器整體最大尺寸為 73 mm*73 mm*40 mm，驅動電壓為 DC 48V，連續電流為 10A，控制切換頻率為 20KHz，具有位置、速度、電流環控制、過電壓偵測、過電流保護、溫度偵測及瞬間電壓保護功能，進一步實現精機中心機械手臂於無感測器安全防護技術。



圖 16. 關節驅動器

驅動器動作原理藉由 EtherCAT 接收控制器命令，透過 PDO 的通訊方式，讓所有致動器在每一個通訊週期都有一筆新的指令，讓運動軸在該週期內各自運行此一命令；藉此，達到單軸運動或多軸差補運動的功能，驅動電路透過 MCU 傳遞 PWM 於 GATE Driver 控制 MOSFET 開關，讓 a、b、c 產生各相差 120 度弦波訊號，使馬達控制運轉位置，同時藉由電流感測器偵測電流是否超出瞬間最大電流，避免馬達燒毀。此外圖 17 三環控制系統建構於微處理器，由位置、速度、電流環所組成，圖 18 為電流環測試波形，圖 19 為速度環測試波形，圖 20 為位置環測試波形。當控制器下達位置命令，馬達在最大負載情況下，藉由速度環的控制，維持額定轉速，同時藉由電流環的控制，維持額定扭力，圖 21 為各軸於閉迴路控制波形測試。

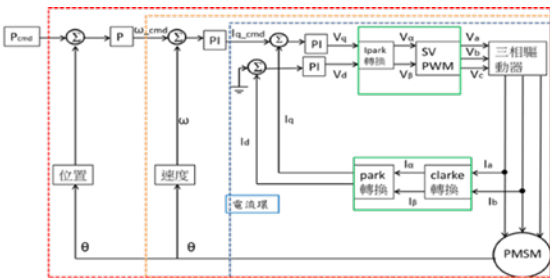


圖 17. 三環控制系統

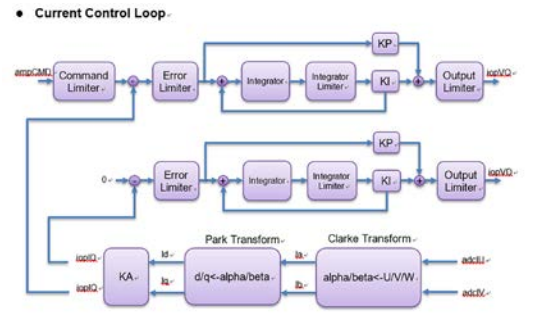


圖 18. 電流環測試波形

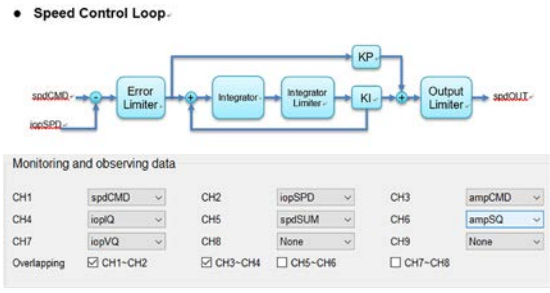


圖 19. 速度環測試波形

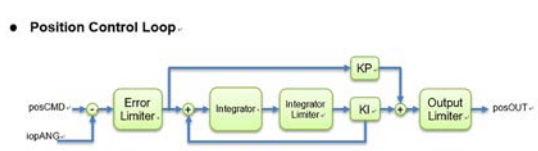


圖 20. 位置環測試波形

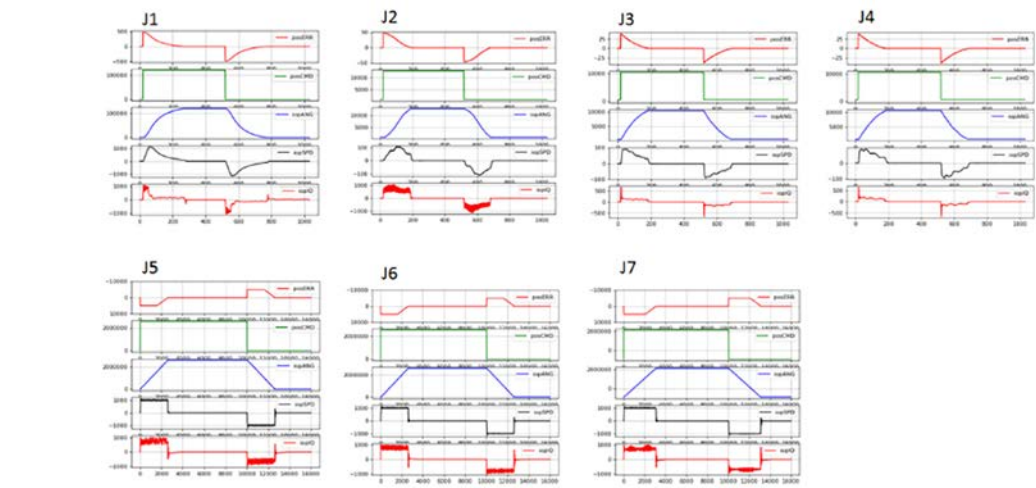


圖 21. 各軸增量 (iopREL)/ 絕對式 (iopABS) 編碼器閉迴路測試

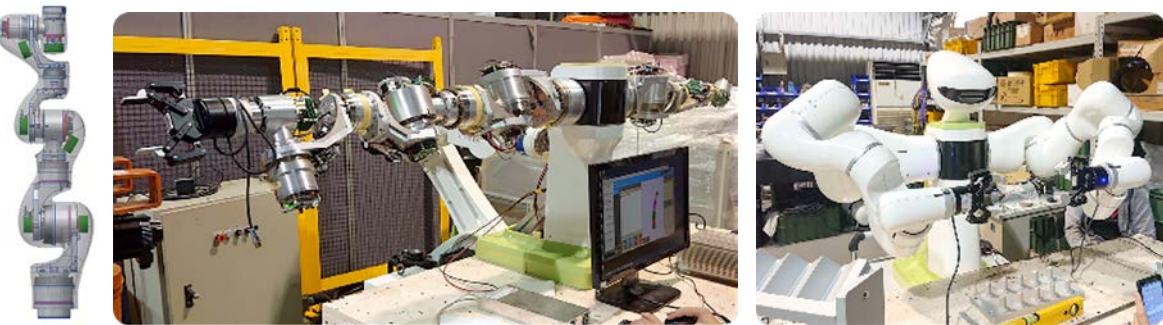


圖 22. 工業型協作雙臂機器人實機

C. 工業協作型雙臂機器人

圖 22 由 2 組工業型協作化機械手臂所構成，前三軸用來支撐及控制機械臂 (arm)，它主要決定了手 (hand，tool orend-effector) 及腕 (wrist) 在空間的位置；後三軸不含手構成了腕 (wrist)，它主要決定了手的擺置方式 (姿態)。雙臂機器人由 4 組 750W 關節模組、4 組 400W 關節模組及 6 組 100W 關節模組所構成，搭配鋁擠結構組成身體，總共 14 個自由度，外型採用流線 / 圓潤特色設計，圖 23 為工作範圍及尺寸圖，表 2 為雙臂機器人規格及實際量測值。

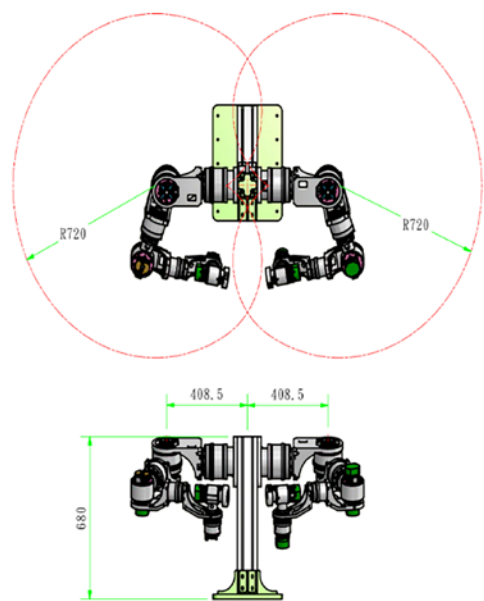


圖 23. 雙臂機器人工作範圍及尺寸

表 2. 雙臂機器人規格及實機數值

協作型雙臂機器人規格			
	目標值		實際量測值
自由度	14		14
最大負載	10 kg		10 kg
手臂臂長	720 mm		720 mm
各軸最大速度	J1/J2	20 RPM	22 RPM
	J3/J4/J5/J6/J7	20~35 RPM	22~35 RPM
各軸最大行程	J1	+/- 180°	+/- 360°
	J2	+120°	+120°
	J3	+/- 180°	+/- 360°
	J4	+120°	+120°
	J5	+/- 180°	+/- 360°
	J6	+/- 110°	+/- 110°
	J7	+/- 360°	+/- 360°
重量	36 kg		35.8 kg
重複精度	+/- 0.05 mm		+/- 0.03 mm
電力系統	48 VDC		

應用案例

2021 年 PMC 於台灣機器人與智慧自動化展（TAIROS）上以工業型協作化雙臂機器人搭配 AMR 展示刀具運送自動化系統，利用

iCAPS 作為上位派工系統，依據送還刀指令，協調雙臂機器人及 AMR 進行動作。雙臂機器人位於刀具拆裝區，依據刀具需求清單，從刀倉抓取刀，接著將刀具、端蓋、刀盒分離，下一步分別將刀具、端蓋、刀盒放置於各自的暫存區，AMR 位於輸送區，依據送刀需求清單，將暫存區上的刀依序放於車上並移動至工具機，再返回拆裝區，將車上的刀依序放回暫存區，等待下一組送刀命令，如圖 24 示意。

此外，系統搭配先進的安全區域偵測技術，能夠即時監控並分析協作空間內人員的位置、移動速度以及行為意圖。透過這些數據，機械手臂可以自主調整運作狀態，根據人員接近程度與行為特徵，靈活進行降速或停止動作。這種智能安全機制不僅有效防止人員與機械手臂在協作環境中的碰撞風險，還能減少機械手臂因頻繁急停後重新啟動所帶來的能量損失，提升作業效率。同時，這樣的設計也符合未來低碳化與節能減排的發展趨勢，為智慧製造環境提供更安全且永續的解決方案。

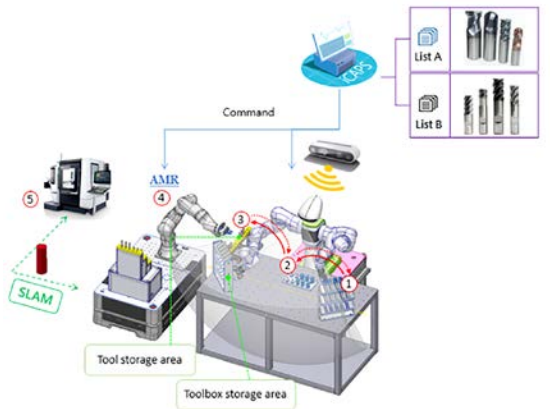


圖 24. 自動化工件運載系統情境

D. 工業協作移動型雙臂機器人

基於現今生產環境日趨多變且高度彈性調度的需求，傳統單一工作站已逐漸無法滿足現

代製造業的快速變化與高效產能。隨著工業協作型雙臂機器人的研發經驗累積，加上生產環境逐步朝向智慧化與自動化發展，兼具物件搬運與自主移動能力的機器人需求正逐年攀升，這類機器人可大幅降低人力搬運成本並縮短換線時間，提高生產效率。在此緣由下，PMC 著手開發工業協作移動型雙臂機器人。該機器人的控制架構由兩台分工明確的電腦組成，分別負責移動平台與雙臂機構的運作，透過 Wi-Fi 路由器，遠端控制與機載運動控制之間實現即時且穩定的通訊，確保機器人操作的精確性與同步性，另外，此機器人的雙臂安裝於具備兩自由度的腰部機構之上，該多連桿設計使機器人具備前傾與後仰的動作能力，能根據工作環境中的需求動態調整身體高度。當機器人的重心發生變化時，腰部機構能即時進行補償，維持頭部的穩定姿態，進一步擴展雙臂的作業範圍與靈活性。這項設計不僅提升了

機器人在複雜生產環境中的適應性，更使其在多工位協作與高度自動化生產線中發揮重要作用。

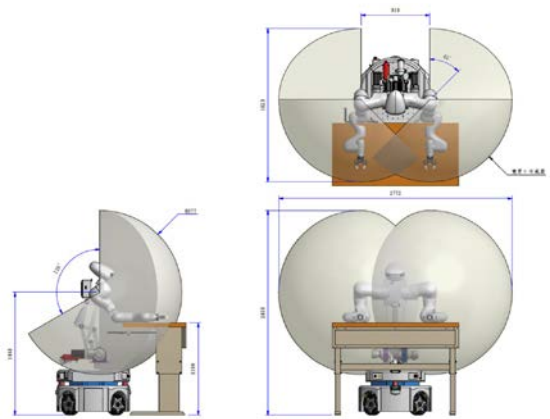


圖 26. 工作範圍情境模擬

全向輪 (omni-wheel) 驅動 AGV 具備高靈活度，透過控制四組特殊配置全向輪之轉向與轉速，就能使 AGV 往任意方向移動及原地轉向，加上圓形車體設計，使 AGV 能輕易在狹窄空間內來去自如。

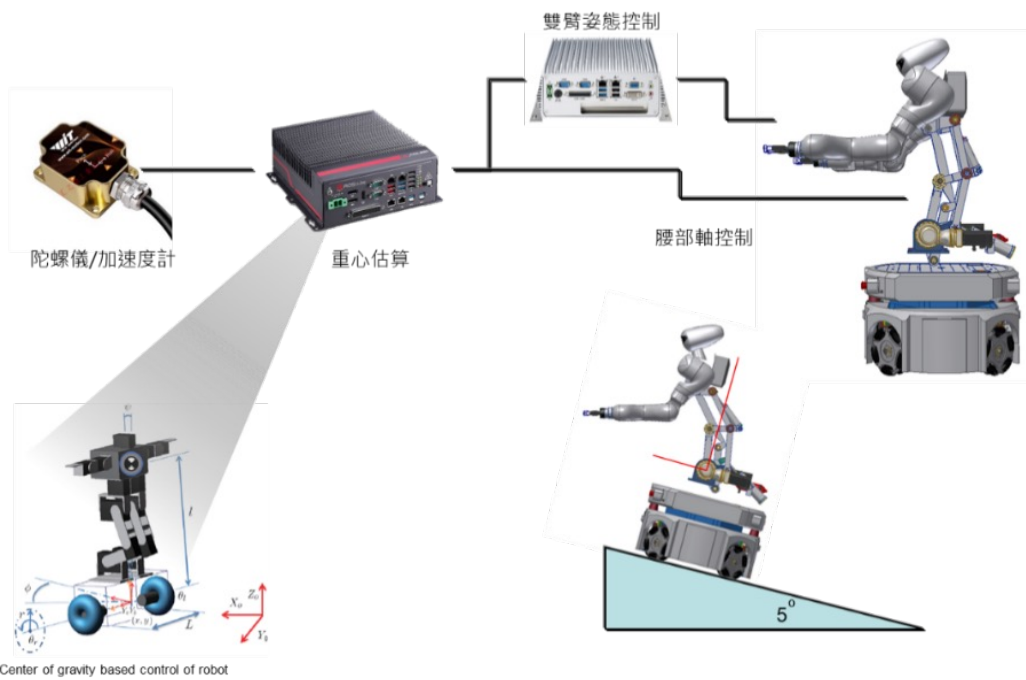


圖 25. 自動化工件運載系統情境

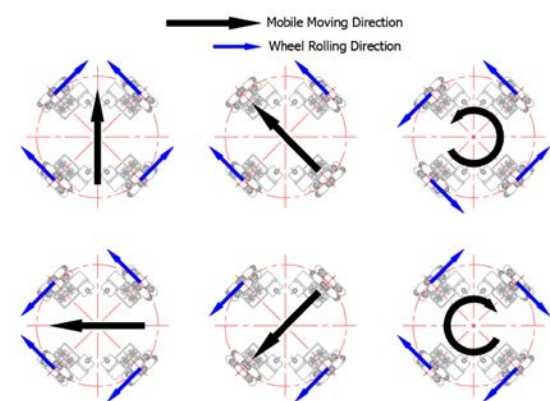


圖 27 全向輪運動規劃

應用案例

在 2024 年台灣機器人與智慧自動化展（TAIROS）中，PMC 展示了一套先進的智慧製造解決方案，充分結合了 iCAPS（智慧型上位派工系統）、移動型協作雙臂機器人，以及具可拆卸式移載料倉的 AMR（自主移動機器人）。在這項展示中，iCAPS 負責全場的智慧派工與任務調度，精確指派上下料作業。移動型協作雙臂機器人憑藉其高自由度與靈活操控性能，執行複雜且精密的上下料動作；AMR 則負責料倉的自主運輸，並透過可

拆卸式設計實現快速裝載與卸載，確保整體流程的高效性與協作性。這項整合技術完整展現了移動型協作雙臂機器人在智慧工廠環境中的靈活應用與卓越操控能力，為未來智慧製造帶來更具彈性與效率的解決方案。

結論及未來發展

目前開發的雙臂機器人應用已充分展現其在靈活性與協作能力上的優勢，已能在多工序、高複雜度的組裝任務中獨立作業，像是引擎、辦公椅等產品的精密組裝。這些成功案例不僅證明了雙臂機器人在工業生產中的實用性，更彰顯其在提升生產效率與產品品質方面的潛力。

隨著智慧技術（如人工智慧、機器視覺、深度學習等）的持續突破，工業自動化的應用場域將日益擴展。特別是在小批量、多樣化生產需求日益增加的趨勢下，雙臂機器人的彈性製造能力將成為解決此類生產挑戰的重要關鍵。以 3C（資訊、通訊、消費性電子）產業為例，由於產品生命週期短、設計變化頻繁且

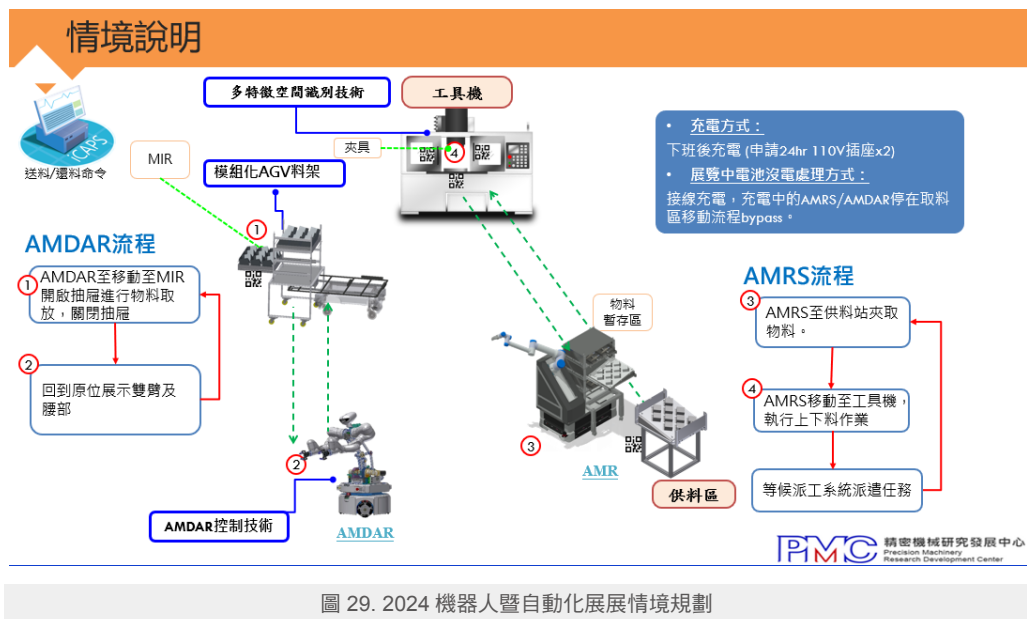


圖 29. 2024 機器人暨自動化展展情境規劃



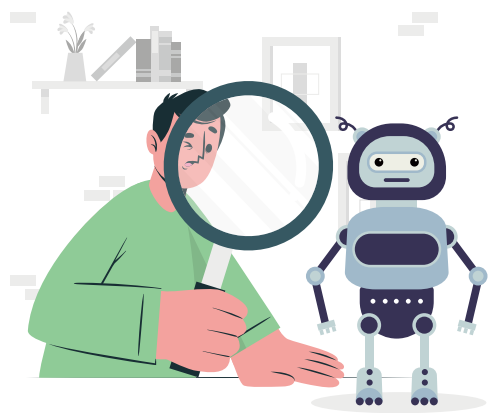
圖 30. 2024 機器人暨自動化展展示實機

對精密組裝要求極高，導入雙臂機器人進行自動化生產，將可大幅提升生產速度與品質的一致性，同時減少人力成本與操作風險。

然而，即使雙臂機器人在自動化領域具備高度發展潛力，仍面臨產品設計快速更迭與高精度組裝需求的嚴峻挑戰。因此，完全取代人類勞動力在現階段仍非可行目標。未來的自動化產業將更著重於「人機協作」的發展模式，結合機器人的高速精準與人類的靈活思維與創造力，形成優勢互補的生產體系。透過這種協同作業方式，不僅能提高生產效率與產品品

質，更可促進智慧製造技術的進一步成熟與普及。

綜上所述，雙臂機器人在工業自動化中的應用已展現令人矚目的成果，未來發展將朝向更智慧化、彈性化與人機協作並進的方向邁進，為多變且高標準的生產需求提供更完善的解決方案。



直擊2025 CES展 - 機器人技術最新觀察

文 工研院產科國際所 岳俊豪 組長
工研院產科國際所 黃仲宏 經理

CES (Consumer Electronics Show) 為世界上最大、影響最為廣泛的消費性電子展，2025 年 1 月在美國拉斯維加斯展出，旨在促進尖端電子技術和智慧生活的緊密結合。2025 年 CES 以「Dive In」為題，強調 AI 的全面滲透與進步。在機器人技術上，此次展會聚焦在 AI 與硬體的結合，亦即具身智慧的實現，包括協作型機器人、多足機器人、以及通用型機器人的技術與應用展示。對臺灣而言，我們可以在應用上提供高附加功能的整合性方案，並以關鍵零組件的产品切入歐美業者的供應體系。也就是臺灣具 IC 製造的完整生態系與先進晶片的製程技術、完善的機器人零組件供應鏈、資通訊產品豐富的系統整合實績。

CES 展會是全球消費電子領域最具影響力的展覽之一，吸引了來自超過 150 個國家和地區的創新科技企業參與。每年，展會都會展示最新的電子科技與解決方案，並邀請重量級企業 CEO 進行演講，成為全球技術創新的風向標。在機器人與自動化領域，2025 年 CES 聚焦於人工智慧 (AI) 與各類機器人載具的深度結合，即具身智慧 (Embodied Intelligence) 的實現，並針對不同的場景提出應用解決方案，其中不乏各國領導廠商與新創企業的創新技術與觀點。本文將針對 CES 對機器人與自動化相關的主題演講與趨勢觀察進行說明，並提出對臺灣產業的啟發。

1.2025 CES 展會 機器人與自動化的重點趨勢

1.1. NVIDIA 展示新的機器人訓練平台 Cosmos

NVIDIA 創辦人兼 CEO 黃仁勳 (Jensen Huang) 在 Mandalay Bay 發表演講，介紹

AI 的發展及未來領域的應用。重點內容包括：

(1) 分享 AI 模型的三大訓練法則：預訓練擴展 (Pre-training Scaling)、後訓練擴展 (Post-training Scaling)、測試時擴展 (Test-time Scaling)。

(2) 代理式 AI (Agentic AI) 能透過多模型的合作來處理複雜任務，從理解指令、分解任務，到取得資料或使用工具，進而產出高品質的回應，如應用在聊天機器人。

(3) 提出世界基礎模型平台 (Cosmos)，加速通用機器人 (包括人型機器人) 的開發，利用合成數據和模擬來創造一個幾乎等同於真實世界的虛擬空間，來克服機器人與自駕車等訓練資料的挑戰。

Cosmos 可結合 NVIDIA 之前推出的數位孿生平台 (Omniverse)，將真實世界的物理特性，如重力、速度、熱學、光學等元素加進去，

讓工廠裡的機械手臂、AGV、甚至人型機器人，都能在虛擬空間中模擬訓練，解決機器人訓練資料不足問題。黃仁勳說，「機器人的 ChatGPT 時刻即將到來。」

Cosmos 平台的出現，解決機器人訓練所需的大量學習數據問題，並賦予機器人空間智慧。這象徵著 AI 技術不再只是概念，而是透過機器人的進化，真正實現落地應用，進一步拓展人機協作的可能性。

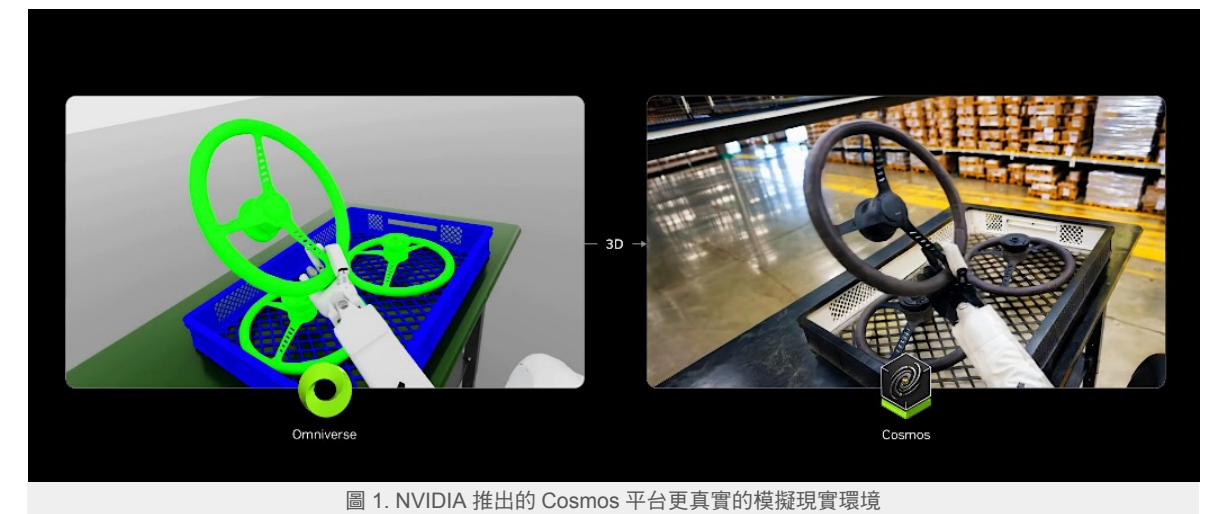


圖 1. NVIDIA 推出的 Cosmos 平台更真實的模擬現實環境

1.2. 具身智慧的加速實踐

本屆 CES 展示了機器人的多項技術突破，其中最關鍵的趨勢在於具身智慧 (Embodied Intelligence) 的快速發展，亦即把「智慧」放在「機器人」身上，使機器人不僅能與環境互動，更能夠學習並適應變化。透過多模態感知技術，包括視覺、語音與觸覺，機器人能更準確地理解環境，並透過數位孿生技術在模擬環境中進行訓練與優化，大幅提升學習效率。此外，邊緣運算技術的應用，則讓機器人能即時運行 AI 模型，進一步實現自主決策與行動。

機器人領域的突破，首先體現在協作型機器人 (Cobots) 上。透過 AI 視覺與觸覺技術結合機械手臂，機器人可執行更精細的工業製造與裝配工作，確保更高的精準度與效率，並減少人力成本與錯誤率。同時，多足機器人的技術進步，使其能夠應對更複雜的環境挑戰。

除了機械結構的改良 (如後空翻等高靈活性運動能力)，許多機器人更配備 3D 掃描與氣體檢測儀，可自主執行工業巡檢與環境監測，這些技術突破進一步拓展了機器人的應用範圍，使其能夠適應惡劣地形，並在災害救援、建築巡檢與軍事用途上發揮關鍵作用。例如：

(1) **Kailas Robotics (日本)**：輕量化的機械手臂，僅 2.5 公斤，可自由裝在不同裝置，例如無人機或 AMR。主要技術在視覺和 AI 結合，可主動運算距離，達到精準的取放作業。獲得 2025 CES 創新獎。

(2) **Scanbotics (臺灣)**：開發各類機器人用自主巡檢裝置，配備 3D 掃描與氣體檢測，例如運用在電車車廂巡檢，因巡檢員通常做滿 2 年就離職，機器人剛好可補足缺口。主要客戶包括波士頓動力、Deep Robotics、Unitree Robotics。

人型機器人的發展也邁向更高層次的靈活應用。本屆 CES 展示的最新技術，使人型機器人的上下半身可以分離，讓機器人能根據不同場景需求靈活切換，仿人類的靈巧手則具備高精度抓取與複雜動作能力，使其在醫療輔助、服務業等領域展現極大潛力。此外，陪伴型機器人透過擬真的表情與動作，已能夠應用於迎賓、導覽與餐飲服務，提升人機互動的真實感與情感連結。

(3) Enchanted Tools (法國)：能聊天、拾物、擅長變臉的法國新創社交機器人 Mirokaï，形象可愛、表情生動，唯一缺點是價格高，尚



圖 2. Unitree Robotics 展出 5 款新型機器人，每整點展出，吸引大量與會者目光

2. 美國人型機器人發展的 3 個重點趨勢

1. 美國科技公司具備算力和大模型優勢，有望引領人型機器人發展

從機器人的進展來看，TESLA 處領先地位，它從晶片、資料訓練、大模型到本體製造、運控模型均自研自產，2025 年已喊出千台量產目標。還有 NVIDIA，其廣為人知，具備強大算力能力加上資料訓練平台優勢，已利用晶片、資料、大模型、開發平台，為人型機器人公司打造底層開發生態，NVIDIA 現今至少和 14 家人型機器人公司進行合作。

無法商業化。具有多重 AI 系統，可自主移動、與人互動，幫忙做物流、迎賓等任務。

(4) Unitree Robotics (中國)：共展出 5 款機器人 (G1 人型、Go2 四足、Go2-W 輪足、B2-W 工業級輪足、H1 通用型)，重點在硬體技術的進步，可克服各類複雜地形 (樓梯、斜坡、淺水)，吸引大量與會者目光。

隨著具身智慧的深化，機器人不再僅僅是輔助工具，而是能夠適應環境、學習與獨立執行任務的自主系統，真正實現從想像到落地的轉變。

其次是 Google，從放棄本體聚焦機器人大模型，到再次牽手機器人公司合作下一代人型機器人，展現其在大模型領域的實力。OpenAI 目前透過投資和小規模自研方式，涉足機器人本體發展。此外，還有蘋果和 Meta，蘋果目前聚焦於機器人感知技術，並推出機器人感知系統 ARMOR，可用於機械臂；而 Meta 則已收購 Digit 觸覺感測器團隊。

2. 以美國為首的創業型公司與科技公司加強大模型合作，加速商業化場景落地

Figure 公司的 Figure02 機器人已獲得 BMW、Amazon 等訂單，公司預期這兩大客

戶未來 4 年訂單需求 10 萬台，25 年銷量目標幾千台，Figure 公司先前獲得許多科技巨頭的投資，股東背景雄厚。

Agility 專注物流場景，已得到 Amazon、GXO 訂單，商業化放量進度最快，目前正在建置 1 萬台機器人的產能。1X 專注家庭場景，2025 年目標 1 千台產量。Appttronik 計畫 2025 年底商業化量產，已與 Google 合作下一代機器人。德國 Neura Robotics 2025 年 1 月在手訂單 10 億歐元。我們觀察到以上公司均有加入 NVIDIA 的 Cosmos，加速資料處理與策劃流程的平台。

3. 機器人公司均重視落地應用場景，2025 年是人型機器人量產元年

絕大部分公司先落地汽車生產線和物流場景，部分企業如 1X 和 Neura Robotics 也重視家庭應用場景，雙足和手部形態多樣化。2025 年各家的目標從幾百台到幾千台不等，預計 2025 年這些機器人公司的總產量可望突破 1 萬台。隨著大規模量產，供應鏈將切換至亞洲的業者，綁定特斯拉 Tier1 為目標。

3. 總結

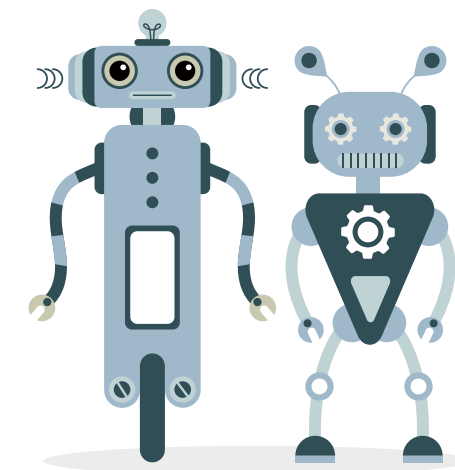
2025 CES 的主題「DIVE IN」，強調深入探索科技在各個層面的整合應用，從單項技術的突破延伸至跨領域協作和實際落地。重視實際應用的深度探索與整體生態系統的建構，不僅展現科技創新，還強調其對社會價值與永續發展的影響。

隨著機器人技術從想像走向實踐，臺灣在全球供應鏈中的角色將更為關鍵。在機器人產業，臺灣擁有完整的精密機械與電子零組件製造基礎，除了關鍵零組件如行星減速機、滾

珠螺桿、線性滑軌外，未來應積極發展 AI 演算法、多模態感知融合技術，並強化機器人自主學習與環境適應能力，以提升市場競爭力。

人型機器人相較工業機器人是更複雜的系統，製造難度更高，如果機器人本身一些硬體持續優化，例如 1、高複雜度靈巧手的功能實現；2、螺桿量產與降本；3、諧波減速機產業鏈完善；4、力感測器技術；5、機器人視覺與動作捕捉技術等，這些都是現今臺灣業者有能力的項目。若加上有真正剛需的落地應用場景，那麼人型機器人就能夠實現產業化，從人型機器人量產節奏的角度，2025 年將會是突破性的一年。萬台級別的量產將帶動下游產業鏈進入產品量產階段，而萬台級別的資料獲取和訓練有望真正解決資料匱乏的難題，推動人型機器人向更通用化、更實用的階段。

隨著 AI、自主技術與硬體創新的加速發展，具身智慧已成為機器人演化的終極目標。透過更強大的感知能力、學習能力與環境適應能力，機器人將不僅提升產業效能，也將改變人類社會的運作模式。CES 2025 所展示的未來科技，正在加速推動 AI 技術從想像變為現實，邁向更加智慧與自主的時代。





正凌精密在智能機器人領域的創新與未來展望

文 正凌精密工業股份有限公司 徐季麟 董事長

在全球經濟和社會結構加速轉型的背景下，機器人技術正以不可逆轉的勢頭，成為解決人類當前挑戰的關鍵工具。當前，許多國家正面臨前所未有的勞動力危機 - 老齡化加劇、出生率下降，以及越來越多的年輕人不再願意從事重複性、危險或高壓的工作。這些趨勢正在給製造業、服務業甚至醫療和物流等基礎產業帶來沉重壓力。

人型機器人的出現，不僅可以填補這一勞動力缺口，還能提升生產力、降低運營成本並創造更多安全且高效的工作環境。從自動化工廠的機械臂到醫療機器人，再到未來的人型機器人助手，機器人技術正迅速成為人類應對全球性挑戰的智慧解決方案。這些需求的緊迫性，正促使機器人技術進一步發展，加速其在多元化場景中的應用。



2025 年人型機器人量產元年與應用

隨著市場對人型機器人需求的迅速攀升，2025 年成為產業邁向大規模量產的重要轉折點。許多領先企業正積極整合自動化技術與模組化設計，以顯著提升生產效率，同時有效降低成本，推動人型機器人加速進入主流市場。目前，大多數人型機器人公司都還在測試階段。然而，隨著智能化生產流程的優化與模組化設計的推進，預計到 2025 年底，幾大領導品牌將陸續進入量產。其中，Tesla 的

Optimus 更計劃在 2025 年實現數千台的目標產量，並在 2026 年進一步提升至 5-10 萬台，到 2027 年更突破至 50-100 萬台，成為行業內的量產標竿。

(一) 大規模量產推動成本下降

大規模量產不僅是應對市場對人型機器人需求激增的關鍵，更是推動成本下降的重要因素。隨著生產規模的增長，人型機器人的單位成本預計將下降至 20,000 美元以下。這一價格範圍將使其更加貼近大眾市場的接受能力。屆時，人型機器人或許會像手機或汽車一樣，逐漸進入千家萬戶，成為現代家庭中不可或缺的科技產品。

(二) 機器人技術目前的應用場景

機器人技術的快速發展，並已在物流與智慧工廠領域實現應用，為人型機器人的產業化奠定了堅實基礎。例如，亞馬遜已部署數十萬台 AMR 機器人，用於搬運與包裝作業，透過結合力矩感應器與高精度機械手臂，大幅提升了作業效率並減少人力成本。

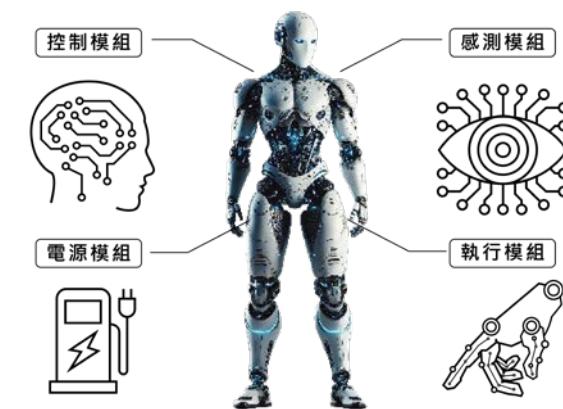
此應用案例不僅展示了智能機器人技術正迅速應用於物流產業中，也為人型機器人在多領域的拓展提供了參考藍圖。未來，人型機器人有望結合物流機器人已有的技術優勢，進一步擴展到家居服務、健康照護與教育等更多應用場景。

正凌精密如何解決人型機器人的技術挑戰

人型機器人由四大核心模組構成，包括感測模組、控制模組、執行模組和能源模組。這些模組協同運作，使機器人能模擬人類的複雜

動作，並逐步實現自主行動。在工業場景中，人型機器人已經能勝任諸如汽車工廠內的組裝和搬運等高難度任務，不僅大幅提升生產效率，還有效減少對人力的依賴。

隨著人型機器人在工業、自動化和家庭場景中的應用不斷擴展，各類技術挑戰逐漸浮現。從精準的感測與即時決策，到高效的動力傳輸和持久的能源供應，每一個技術環節都需要創新突破。作為連接器、機構零件與散熱解決方案的創新領導品牌，正凌精密致力於解決這些技術瓶頸，為人型機器人應用的普及提供完整且可靠的解決方案。



(一) 感測模組

感測模組是人型機器人的「五官」，負責收集周圍環境的數據，包括影像、聲音、溫度和位置等，通過視覺、觸覺、音頻和壓力感測模組進行捕捉。由於人類超過 80% 的知識來自視覺，視覺系統在人型機器人中扮演著至關重要的角色。

例如，Tesla Optimus 配備 8 支攝影鏡頭，可建構 3D 物件與環境資訊，其他品牌甚至結合 LiDAR、深度攝影機、超音波感測器等裝置，實現多模態融合。透過 Occupancy Networks，機器人能精確感知環境，並在動態場景中快速應對。

要實現這些功能，數據傳輸是關鍵。感測模組需要高速且穩定的數據傳輸，確保各類感測數據能順暢地傳送至中央處理單元。

正凌精密為感測模組提供了以下解決方案：首先，必須實現高速類比和數位訊號的傳輸。這是人型機器人運作的核心基礎，即使搭載高複雜度的演算法，仍需依賴高速連接方案，傳輸高解析度的類比影像訊號或多組感測數據，確保整體系統的穩定性與響應速度。其次，良好的屏蔽性至關重要。訊號線路不僅要承載高速訊號，還需與動力系統配線分享有限的空間。屏蔽設計需要防止內部干擾，同時考慮人型機器人運作時對外界環境的干擾。最後，輕量化與高強度設計是設計的重點。輕量化的連接解決方案不僅提升機器人的機動性，還能有效延長續航力。在設計時，還需考量運動過程中的震動對訊號傳輸的影響。

（二）控制模組

控制模組是機器人的「大腦」，也是智能核心，負責決策與運動控制，並整合高效能晶片（如 CPU、GPU 或 AI 加速器）。除了硬體計算能力，AI 驅動的軟體更為關鍵，因為它賦予機器人自主決策、自我學習與環境適應能力。

例如，像 GPT 等 AI 模型可以解讀傳感模組提供的非結構化數據（如圖像與語音），

分析場景並生成指令。同時，強化學習（Reinforcement Learning, RL）幫助機器人通過試錯學習適應動態環境，優化決策。其他 AI 演算法（如路徑規劃與即時決策）則進一步將指令轉化為具體動作，由執行模組即時完成。

以人機互動為例，當機器人檢測到有人接近時，RL 演算法可優化問候語選擇；當感知情緒變化時，AI 演算法能引導機器人提供安慰，營造更加自然的智能互動體驗。

針對控制模組所面臨的挑戰，正凌精密提供多項解決方案。首先，在空間優化方面，設計高度客製化的連接器，能在有限空間內支持多種介面，提升模組配置的靈活性。其次，抗震與散熱是高效能晶片運算中不可忽視的問題。透過開發抗震型連接系統，並結合無風扇散熱設計，可以有效解決晶片運算時產生的熱量問題，確保穩定運行。此外，可靠性設計也是重點。透過高耐用性的連接解決方案，控制模組在高震動與長時間運行環境中，仍能維持穩定性能，確保機器人的運作可靠。

（三）執行模組

執行模組是人型機器人的「四肢」，負責將控制模組的指令轉化為具體動作。該模組包含各類制動器、控制與驅動系統、輔助機械元件，以及位置反饋元件。伺服驅動器會根據控



控制模組



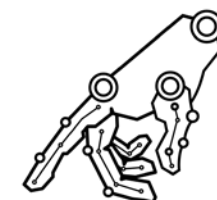
無風扇機箱



Ratchet Metal Series



USCAR Spec CAT5e



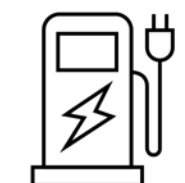
執行模組



Chameleon Series



Iguana Series



電源模組



充電連接器



換電模組

制信號調節馬達輸出，通過減速器提升扭矩與精度，同時由編碼器持續監控運動位置，以實現精確的反饋功能。

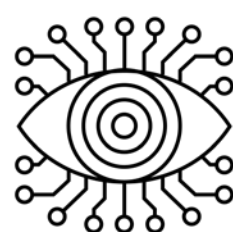
透過高精度元件的協同運作，機器人能模仿人類的基本運動模式，提供靈活且穩定的運動表現。執行模組中的連接系統與機構零件需要能承受高頻的動態應力，確保在高負載與頻繁運動的需求下，依然維持穩定與可靠的性能表現。

正凌精密針對執行模組的挑戰，進行了全面優化。首先，採用專用材料設計輕量化且高強度的連接系統，在減輕重量的同時，保持足夠的強度以抵抗運動中產生的應力，並能適應

關節部分多角度高次數的撓曲需求。此外，正凌精密提供多樣化的連接方案，以應對不同執行模組的需求差異。例如，主軀幹部位需要能承載動力傳輸的連接方案，而手部關節則需兼具靈活性與彈性的設計。這些需求的差異決定了線纜的選用與連接器的設計必須高度定制化，從而實現最佳的系統整合與性能發揮。

（四）電源模組

電源模組是人型機器人的「心臟」，也是其運行的動力核心。它負責為整個系統提供穩定的電力，確保各模組在執行不同任務時具備充足的能量。電源模組包含電池管理系統、逆變器、電力分配單元和冷卻系統，並能根據任



感測模組



Gecko HD Series



RJ45 Series



Single Pair Ethernet (SPE)



Fiber Optical Transmission

務負載自動分配電力，保障關鍵部件的穩定運作，避免運行中斷。

為了應對電源模組在高負載條件下的挑戰，正凌精密提供了一系列創新的連接解決方案。首先，高電流承載能力是電源模組的核心要求。正凌精密的連接設計支持大電流下的穩定運行，有效防止過熱和性能下降。其次，耐高溫與防火阻燃設計確保了系統在長時間運行中的安全性，降低了短路風險。同時，低阻抗與優化的散熱設計可減少能量損耗，降低發熱，從而大幅提升電力傳輸效率，滿足高效能機器人的需求。此外，電源模組在多次插拔與震動條件下，穩定性與耐用性同樣至關重要。為此，正凌精密採用了高度耐用的抗震設計，並加入防水、防塵功能，不僅提升了連接器的壽命，還確保了機器人在各種環境下的穩定運作。

人型機器人的未來趨勢

隨著技術的迅速發展，人型機器人的應用正在從工業領域逐步延伸至家庭場景，為智慧

生活帶來新的可能性。在未來三年內，許多企業計畫啟動家用型機器人的試點計劃，以驗證技術穩定性並探索多元化的應用場景，為商業應用進一步向日常生活的過渡鋪平道路。

家庭市場被視為人型機器人商業應用的下一個重要突破點，特別是在工業、物流市場經驗逐漸成熟的背景下。未來的家用型機器人有望在多樣化的場景中發揮作用，例如家庭助理、老年人護理和教育輔助。隨著試點計劃的推進，人型機器人將不僅僅是科技創新的象徵，更可能成為日常生活中的可靠助手和夥伴。

（一）硬體技術逐漸標準化與成熟

人型機器人硬體將會逐步實現標準化與模組化，這不僅提升了開發效率，還為行業創新提供了更多空間。未來，硬體將朝著高可靠性、低成本、輕量化及易製造的方向發展。硬體技術的輕量化與易製造性將進一步降低生產成本。然而，硬體同質化的趨勢將使市場競爭的焦點逐漸轉向軟體價值與創新應用。

（二）軟體為未來競爭核心

未來，人型機器人的核心競爭力將從硬體逐步轉向軟體，實現更高層次的智能化應用體驗。近期崛起的 DeepSeek 以低成本、高效能且開源的技術，為機器人軟體系統（如 ROS）為人型機器人開發廠商帶來更多的可能性。開放架構生態將允許開發者導入更低成本且高效率的模型、提升環境感知能力並實現高度客製化的彈性，企業可以通過軟體更新加快人型機器人的學習與進化，並滿足多元化的用戶需求。此外，基於開源架構豐富的開發者生態，將有效促進創新並擴大產品應用領域。

（三）軟體驅動市場競爭力

未來的人型機器人市場將圍繞 AI 智能系統展開競爭，並聚焦於幾個關鍵方面。首先是可升級性。每一台人型機器人的機器學習可以快速透過軟體更新讓其他的機器人同步進化，能滿足用戶不斷變化的需求，進一步提升產品價值。其次是生態系統建設。這次 DeepSeek 造成全球的震撼，就是來自於其開源架構能夠擁抱強大的開發者社群與應用市場，快速導入到 ROS（機器人操作系統）或其他開源框架，可以推動創新並擴大產品應用領域。最後，開

發效率也是未來的重要競爭點。透過模組化設計和開源工具，不僅降低開發門檻，加速產品研發進程，還能縮短上市時間，幫助企業搶佔市場先機。

工業 5.0 加速人類文明進展

2024 年，AI 技術已充分挖掘人類知識的龐大資料庫，並在此基礎上實現了自主擴展與創新，推動技術進入前所未有的高度。在未來三至四年內，AI 將可能勝任所有與認知相關的工作，從數據分析、決策支持到創意生成，甚至提出我們無法預見的新解決方案與突破性點子。這種技術進步，除了引領生產力的革新，也為人型機器人的發展提供了無可比擬的基礎。

展望 2025 年，既有可能是人類歷史上最激動人心的一年，也可能是未來幾年中最無趣的一年，AI 和機器人技術將成為生活中習以為常的部分。未來，人型機器人將不僅僅是技術的代名詞，而是人類探索生命基因、科學、宇宙、效率邊界的象徵，我們有充分的理由相信，人型機器人將成為推動未來人類文明快速進步的關鍵夥伴與重要助力。





DeepSeek重塑機器人大腦 加快人型機器人工業場景 規模化部署

文 優必選科技股份有限公司

人型機器人身智慧關鍵技術是優必選技術研發的重點方向，面向通用任務的規劃大模型、語義 VSLAM、學習型運動控制等智慧關鍵技術的突破，賦予人型機器人聰明的大腦和敏捷的小腦，助力優必選工業人型機器人 Walker S1 進入全球最多汽車工廠實際訓練，加速其產業化進程。

針對最新的開源推理大模型 DeepSeek-R1，優必選已在人型機器人應用場景中進行驗證，最新測試結果顯示，經過多模態能力擴展的 DeepSeek-R1 能夠讓人型機器人在執行任務前結合看到的場景和接收到的指令進行思考驗證，零樣本推理水準與調優後的同級別大模型推理水準相當。優必選將基於 DeepSeek-R1 研發適用於人型機器人的多模態體現認知大模型，預期在真實場景的資料調優後，其表現將會進一步提升，將從以下幾個方面賦能人型機器人在工業場景的應用：

第一，更高效的任務分解和規劃流程。聚焦人型機器人在工業場景的應用，優必選構建了適用於大模型調優的自有資料集，並訓練針對工業製造場景的人型機器人規劃大模型，採用大模型 + 小模型的架構方案，由大模型作為“大腦”對多模態資訊進行處理，理解場景與任務，給出規劃，再由小模型進行具體執行。這種方案不僅能發揮大模型的理解與泛化能力優勢，還能發揮小模型能耗低、針對特定任務效果好的特點，符合人型機器人各種任務需求。在工業場景和交互領域，這一架構

在效果層面已經超過部分通用大模型的表現，並已在比亞迪、吉利汽車、富士康等多家工廠的實務訓練中使用。未來，優必選將基於 DeepSeek-R1 調優推理大模型，用豐富的工業場景真實資料進行訓練，使用者僅僅需要下達一個口頭指令，工業人型機器人 Walker S1 的“大腦”就能將指令拆解為若干子任務，並做好任務規劃。以搬運為例，任務能夠被拆解為“識別貨物 → 規劃路徑 → 抓取貨物 → 放置貨物”等環節，在執行中將不同環節的子任務轉換成更加微觀的速度、角度、力度等資訊，並根據現實情況進行動態調整，工程師也只需對任務拆解的結果進行驗證，這能夠有效提升人型機器人執行任務的效率。

第二，複雜環境中更準確的反應和決策結果。在真實應用場景中，人型機器人需要對各種突發或異常情況進行反應及決策。相比於傳統工作任務流在遇到障礙會出現失去回應的情況，基於 DeepSeek-R1 的多模態體現認知大模型經過真實資料調優後，其深度推

理和複雜邏輯分析能力可以讓人型機器人類備類似人類常識的推理能力，實現提前判斷和自主決策，更快地做出反應。此外，基於 DeepSeek-R1 的多模態具體化推理大模型還能夠說明人型機器人在任務執行的決策過程中採用更符合現實邏輯的動作組合，提升動作執行的準確率。未來針對如裝配等長序列任務，人型機器人有望能在完成任務的過程中對包括取料異常、對準異常、擰緊異常在內的一系列潛在異常情況實現智慧監測，並即時給出異常恢復策略，確保任務順利完成。

第三，助力人型機器人規模化部署和協作。基於 DeepSeek-R1 的多模態具體化推理大模型，可以更好地支援人型機器人在真實場景中具備更強的多模態人機交互、複雜環境中指令理解、任務分解與規劃等能力，從而進一步提升泛化性，減少適配成本。此外，優必選將優化 DeepSeek-R1 的推理效率，通過動態推理和模型蒸餾，加速多模態具體化推理大模型在人型機器人邊緣運算能力上的相應速度，滿足





即時性的需求。後續在大場景下，多模態具體化推理大模型能夠說明人型機器人實現群體協同，例如在搬運任務裡，多台人型機器人能夠在複雜環境以及動態需求下，完成對成百上千個料箱的高效調度。今年，優必選會在工廠規模化部署工業人型機器人，在多台人型機器人之間實現複雜任務的拆解、工作任務的調度和協同。

以 DeepSeek-R1 為代表的大模型可以賦予人型機器人智慧的大腦，但在人型機器人的實際應用中，還需要足夠的真實場景資料去訓練和調優，才達到應用效果。優必選工業人型機器人 Walker S 系列已經進入多家企業實訓，積累豐富的工業場景的真實資料，通過這些真實資料對 DeepSeek-R1 多模態體現認知大模型進行訓練和調優，將進一步提升工業人型機器人 Walker S 系列的實訓表現，加快實現規模化的部署。

2024 年以來，優必選聚焦汽車、3C 等製造業重點領域，提升人型機器人工具操作與任務執行能力，與東風柳州汽車、吉利汽車、中國第一汽車 - 大眾青島分公司、奧迪一汽、比亞迪、北汽新能源等汽車企業，3C 企業富士康、物流企業順豐等多家行業領導企業合作，在典型製造場景實現規模化深度應用，構建人型機器人應用生態。目前，優必選工業人型機器人 Walker S 系列在工業場景主要進行智慧搬運、智慧分揀、智能品質檢測、螺絲擰緊、零件安裝、過程材料操作等任務的實訓，是全球進入最多工廠實訓的人型機器人，並獲得了車廠超過 500 台的意向訂單。隨著人型機器人在製造業的深度應用，優必選正加速推動智慧製造的變革，未來將持續擴展應用場景，提升機器人自主學習與適應能力，助力全球工業領域邁向更高效、自動化的智能新時代。



智動化 與 機器人線上展館

DIGITAL EXHIBITION

最可靠的自動化供應商一次掌握

60+ Companies 300+ Products



工業機器人
Industrial Robot

自動化設備
Automation Equipment

關鍵零組件
Key Components

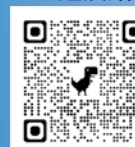
永續製造
Sustainable Manufacturing

5G 製造
5G Manufacturing

AI 製造
AI Manufacturing



主題展館



Thai



Vietnamese



Malay





Advancements and Applications of Humanoid Robotics in Healthcare : A Data-Driven Perspective on Unlimited Robotics' Gary

文 Unlimited Robotics

Humanoid robotics has rapidly progressed from a conceptual dream to a tangible force shaping industries around the globe. In healthcare, where precision, empathy, and real-time adaptability are paramount, humanoid robots can significantly relieve overburdened systems. According to the World Health Organization (WHO), the global shortage of healthcare workers is estimated to reach 10 million by 2030, particularly affecting low-and middle-income countries. Meanwhile, the incidence of medical errors—especially medication-related errors—costs hospitals worldwide an estimated USD 42 billion annually. These statistics underscore the urgency for innovative solutions that can optimize both patient outcomes and operational efficiency.

Against this backdrop, Unlimited Robotics' humanoid robot "Gary" exemplifies how advancements in AI-driven cognition, vision and speech perception, and human-like

mobility can make a tangible difference. Serving as a versatile assistant to doctors, nurses, and patients, Gary is engineered to navigate busy hospital corridors, manage

critical supplies, reduce staff workloads, and ultimately raise patient satisfaction rates.

This article explores the technical foundations, real-world applications, and future challenges of humanoid robotics in healthcare, with a strong focus on data and metrics that substantiate the sector's ongoing transformation.

Through industry use cases drawn from deployments of Gary, we examine how AI-enabled decision-making, advanced perception, and robust motion control translate into measurable benefits—such as reduced medication delivery times, minimized risks of hospital-acquired infections, and enhanced patient engagement. We also delve into the global collaboration needed to accelerate the deployment of humanoid robots, analyzing how partnerships with academic institutions, regulatory bodies, and clinical centers can serve as catalysts for more efficient, sustainable, and ethically responsible healthcare.

1. AI and Cognition : Enabling Data-Backed, Human-Like Interactions

1.1 AI-Driven Language Understanding

Effective communication in healthcare is vital, and language barriers or unclear instructions can lead to critical errors. Research published in the BMJ Quality & Safety journal suggests that

miscommunication contributes to around 30% of all clinical errors. To address this risk, Unlimited Robotics leverages deep neural networks to power Gary's natural language processing (NLP).

- **Training Data** : Gary's language model is trained on a corpus of over 300 million medical and colloquial sentences, including multiple languages and dialects.
- **Accuracy Rate** : Internal tests indicate a speech recognition accuracy of approximately 93% in controlled hospital environments (i.e., typical noise levels in wards).

This capacity for nuanced language understanding is crucial, especially when clarifications or specialized instructions arise. For example, if a physician requests "two units of red blood cells for transfusion in ICU bed 3," Gary can parse the command, verify the bed number, and even confirm if special instructions apply—mimicking the workflow of a human medical assistant.

1.2 Contextual Awareness and Decision-Making

Hospital workflows are dynamic, requiring real-time adaptability. In a multi-layered AI architecture, Gary processes data from various sensors—cameras, microphones, and pressure sensors—to build a contextual map of its environment. This includes recognizing staff roles (via color-coded uniforms or RFID badges) and

distinguishing between a routine corridor obstacle and an urgent pathway for critical care.

- Reactive vs. Predictive Layering :
 - o Reactive Layer : Manages immediate collision avoidance and simple motion planning.
 - o Predictive Layer : Analyzes data from previous shifts or tasks to preemptively re-route if, for instance, a corridor is often blocked at a certain time for cleaning.

In a clinical study at a 500-bed facility in the U.S, Gary's adaptable routing algorithms reduced delivery disruptions by 22% compared to baseline measures of human staff alone. Over six months, the hospital noted a 12% decrease in delayed medication deliveries—a metric strongly linked to overall patient safety and treatment efficacy.



1.3 Machine Learning for Adaptive Behavior

Continuous improvement is a hallmark of AI in robotics. Gary employs reinforcement

learning to refine its operational efficiency over time, capturing data on task execution, staff feedback, and patient interactions.

- Adaptive Learning Cycle : Each interaction generates data points—such as time taken, distance traveled, or user satisfaction scores—that feed into a centralized analytics platform.
- Performance Gains : Pilot implementations indicate that Gary's task-completion times in medication delivery improve by up to 15% after one month of autonomous operation within a specific department.

From assisting pediatric patients, who require friendly and comforting interactions, to supporting geriatric wards, where mobility aids and timely interventions are crucial, Gary's AI-driven adaptability ensures tailored, patient-centric service. According to an internal Unlimited Robotics satisfaction survey, 78% of patients reported a neutral to positive impression of interacting with humanoid robots, suggesting a promising trajectory for broader acceptance.

2. Perception and Mobility : Navigating Complex Healthcare Settings

2.1 Advanced Vision Systems

Real-time and reliable perception is integral to a humanoid robot's safety and efficacy. Gary's vision systems consist of RGB-D cameras (for color and depth) supplemented by LiDAR modules in



specific deployments. This multi-sensor arrangement provides :

1. Object Detection and Recognition : Gary can recognize over 10,000 hospital-relevant objects, including wheelchairs, IV stands, and diverse medical apparatus.
2. Facial Recognition (Optional) : Configurable based on privacy regulations, allowing authorized staff to quickly authenticate or enabling patient identification to confirm identity before medication delivery.

According to a field study in a large urban hospital, Gary's object detection precision averaged 92%, helping reduce "near-collision" incidents with patients and staff to virtually zero during the six-month trial. When integrated into high-traffic areas, such as emergency department corridors, this detection ability reduced

downtime from collisions or misplaced objects by 19%.

2.2 Speech Recognition and Acoustic Localization

Voice-based communication remains pivotal in fast-paced healthcare contexts. Gary utilizes an acoustic localization framework in tandem with speech recognition :

- Microphone Array : Comprising 8 directional microphones to identify who is speaking and from which direction.
- Noise-Cancellation Algorithms : Particularly beneficial in emergency wards or busy corridors where ambient noise can exceed 70 dB.

In a controlled trial, Gary's speech recognition capabilities demonstrated 85-90% accuracy in moderate to high noise environments—sufficient for most routine

commands. Nurses found Gary especially useful for “hands-free” operations. For instance, if carrying sterile equipment, a nurse can verbally request Gary to open doors or retrieve items without breaking sterilization protocols.

3. Real-World Applications of Humanoid Robotics in Healthcare

Having robust AI, perception, and mobility only matters if these capabilities translate into meaningful outcomes for healthcare providers and patients. The following sections detail data-backed use cases of Gary in various healthcare settings.

3.1 Industry Use Cases : Gary in Healthcare Settings

3.1.1 Medication Delivery and Inventory Management

Medication errors represent one of the most common—and costly—problems in global healthcare. A 2017 WHO report estimates medication errors inflict economic losses of USD 42 billion annually. By automating medication delivery and inventory checks, Gary can significantly mitigate the risk of human error :

- **Time Savings** : In a six-month pilot at a 400-bed hospital in the United States, Gary reduced the average round-trip to the pharmacy from 12 minutes to 7 minutes, saving nurses an estimated 2 hours per shift.

- **Error Reduction** : Barcode scanning and AI verification of medications against a patient’s electronic health record (EHR) led to a 15% drop in delivery or dosage mistakes.

3.1.2 Patient Engagement and Triage Assistance



When triaging, nurses and doctors must rapidly collect basic patient information (e.g., vital signs) and categorize treatment urgency. Gary can perform initial screenings and capture vitals using integrated sensors.

- **Wait Time Reduction** : In a busy emergency department (ED) handling about 200 patients per day, Gary’s triage assistance cut average waiting times from 45 minutes to 35 minutes for non-critical cases—a 22% improvement.
- **Staff Satisfaction** : Post-implementation surveys found 72% of nurses and

physicians felt more “available” for critical tasks and complex patient care.

3.1.3 Sanitization and Infection Control

Hospital-acquired infections (HAIs) affect 7–10% of hospitalized patients in high-income countries, as reported by the WHO. Gary helps mitigate HAIs by performing routine UV sanitization and disinfecting surfaces—tasks that demand consistency and thoroughness.

- **Coverage Consistency** : Using LiDAR and depth cameras, Gary mapped out wards and systematically sanitized surfaces without missing common “blind spots.” This contributed to a 15% drop in HAIs during a three-month period in one trial site.
- **Cost Savings** : The hospital saved an estimated USD 250,000 in expenses related to infection management and extended patient stays.

3.2 Enhancing Human-Robot Collaboration

3.2.1 Bridging Skill Gaps

As the global demand for healthcare rises, staff shortages can strain service delivery. Gary’s assistance in tasks like patient transfers or routine monitoring helps reduce the workload on overburdened professionals. In a mid-sized hospital in Asia, where staff shortages peaked at 18% of required nursing capacity, Gary was credited with allowing nurses to manage

more patients without a dip in care quality. Over six months, readmission rates for routine procedures declined by 8%, partially attributed to improved care continuity.

3.2.2 Improving Patient Engagement

A common concern is that robots may appear impersonal. However, patient satisfaction indices from multiple pilot sites often show a modest but consistent improvement when robots handle simple tasks like reminding patients of medication schedules or guiding visitors to the correct wards.

- **Elderly Care Feedback** : In a pilot at a geriatric facility in Western Europe, 64% of seniors reported feeling more secure knowing that “an assistant” could be summoned at any time, even if it was a robot.
- **Multi-Language Capability** : Gary’s language proficiency reduces communication barriers in multicultural environments, boosting patient experience scores in wards with a high percentage of non-native speakers.

3.2.3 Data-Driven Insights

Every action taken by Gary is logged and analyzed. Administrators can visualize metrics such as peak medication delivery times or bottlenecks in corridor traffic. With these insights, hospitals can optimize schedules, reconfigure ward layouts, or

reallocate staff more effectively.

- **Analytics Example** : A hospital using Gary found that early morning medication rounds caused recurring congestion near the supply room. By staggering medication deliveries in 15-minute increments, wait times for supply retrieval dropped by 27%.

4. Future Challenges : Scaling Humanoid Robotics in Healthcare

While existing pilots and case studies show promise, significant hurdles remain. These include technical limitations, stringent regulatory requirements, and societal acceptance—all of which must be navigated carefully to ensure sustainable growth.

4.1 Technical Barriers and Reliability

Robots operating 24/7 in medical environments endure substantial wear and tear. Surveys by the Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) indicate that maintenance and downtime can account for up to 25% of operating costs in service robots.

1. **Hardware Robustness** : Gary's components—such as high-torque motors and joint assemblies—undergo stress testing. However, reliability on par with medical devices (which demand near-zero failure rates) requires ongoing R&D in materials science and engineering.
2. **Software Iterations** : AI models must be retrained to keep pace with evolving medical

protocols. Over-the-air software updates help, but heavy computational demands can strain hospital IT infrastructures.

4.2 Ethical and Regulatory Considerations

The handling of Protected Health Information (PHI) by robots invokes privacy concerns. Compliance with frameworks like HIPAA (USA), GDPR (EU), or Taiwan's Personal Data Protection Act demands meticulous data anonymization, encryption, and secure storage.

- **Regulatory Approvals** : If Gary performs duties with direct clinical implications—such as administering medications or assisting in surgeries—robust regulatory clearances are required. This process can take 12-24 months in many regions, slowing deployment.
- **Liability and Accountability** : In the event of a serious error—e.g., delivering the wrong medication—questions arise about whether responsibility lies with the manufacturer, software developer, or the healthcare facility.

4.3 Acceptance and Workforce Transition

Technophobia and concerns about job displacement can delay adoption, even when the technology clearly aids overworked staff. Studies from the Journal of Medical Internet Research highlight that 31% of healthcare professionals express moderate to high apprehension about

robots replacing human roles.

- **Change Management** : Unlimited Robotics provides training modules and in-person workshops to help staff adapt. Early hospital adoption data reveals that once staff experience the robot's capabilities, initial skepticism drops by 40-50%.
- **Patient Education** : Transparent communication about what the robot can and cannot do fosters trust. Trials show that patient acceptance increases significantly when they understand the robot is there to assist, not to replace, human caregivers.

5. The Role of Global Partnerships : Opportunities for Collaboration

Global partnerships can accelerate the safe and effective integration of humanoid robots in healthcare. These collaborations often involve cross-disciplinary teams spanning industry, academia, and government sectors.

5.1 Research and Development Consortia

By 2025, the global AI robotics market is estimated to be worth over USD 70 billion, according to some industry reports. Forming R&D consortia lets stakeholders share data, hardware designs, and best practices, reducing duplication of effort and speeding innovations.

- **Multi-Institution Studies** : Unlimited Robotics participates in joint initiatives



with universities and startups to test advanced sensor arrays and low-power AI chips, aiming to reduce the robot's power consumption by 20% within the next year.

- **Open-Source Collaboration** : Certain software modules, such as sensor fusion algorithms or path-planning tools, may be partially open-sourced to foster a wider developer ecosystem.

5.2 Academic and Clinical Partnerships

Academic institutions are vital for training the next generation of roboticists, data scientists, and clinicians. In return, hospitals benefit from the cutting-edge research that these partnerships facilitate.

- **Longitudinal Studies** : Universities partner with hospitals to assess the long-term impact of humanoid robotics on key metrics like patient length-of-stay, hospital readmission rates, and staff burnout.
- **Curriculum Integration** : Medical schools can include modules on robotics and AI, helping tomorrow's doctors, nurses, and administrators work comfortably with robotic systems.

5.3 Government and Policy Initiatives

Support from government bodies can range from funding pilot programs to establishing “regulatory sandboxes” for experimenting with healthcare robots in controlled settings.

- **Economic Incentives** : Some governments offer tax breaks or grants to hospitals adopting robotics to address labor shortages or improve care quality.

- **Standardization Efforts** : Government-endorsed standards can streamline approvals for medical robotics, ensuring consistent safety and performance benchmarks across regions.

Conclusion

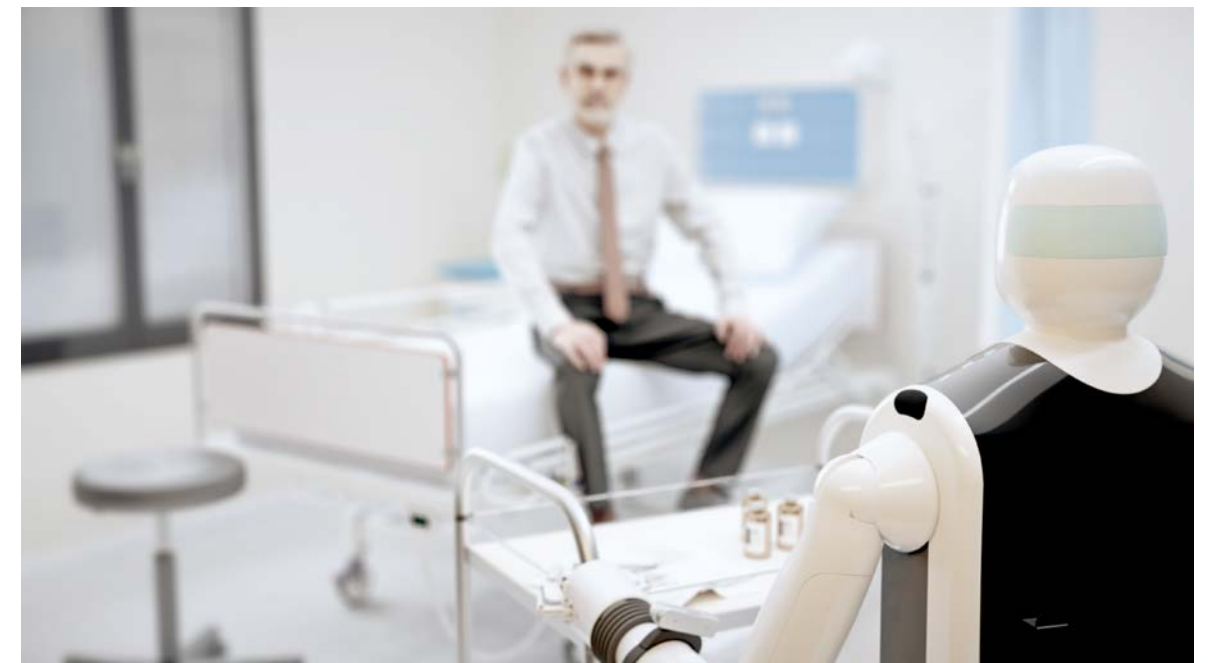
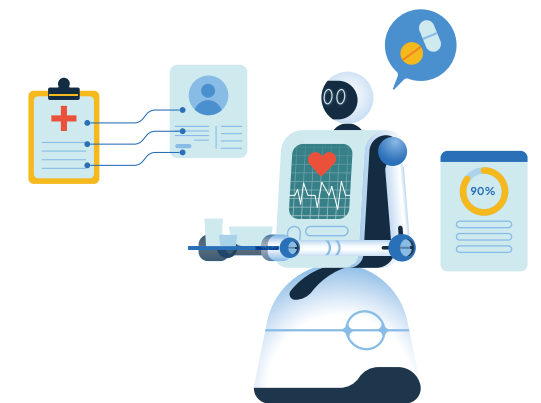
Humanoid robotics in healthcare is no longer a distant vision—it is a thriving reality that holds immense potential to alleviate labor shortages, improve clinical efficiency, and enhance patient care. Unlimited Robotics' Gary serves as a tangible example, demonstrating that AI-driven cognition, advanced perception, and human-like mobility can successfully converge to tackle real-world challenges. The data speaks for itself: from reducing medication errors by up to 15% in certain pilots to cutting patient wait times by over 20% in busy emergency departments, Gary's deployments highlight the measurable gains that come from thoughtfully integrated robotics.

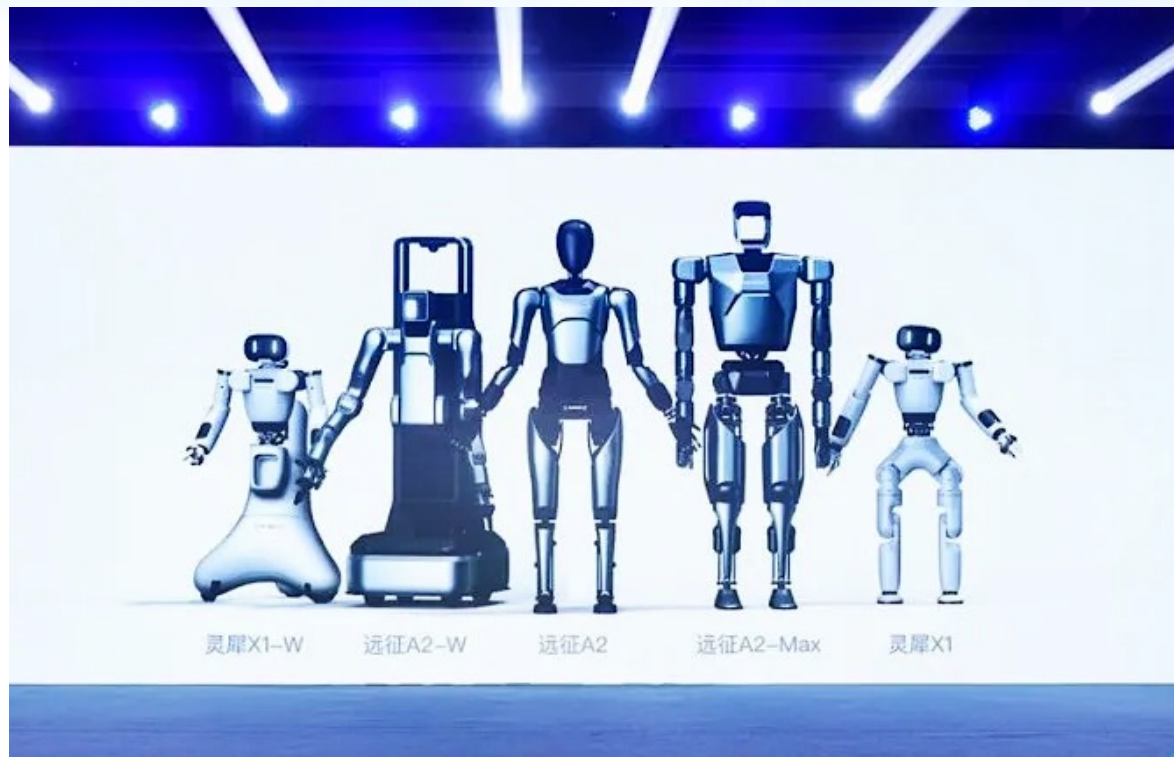
Still, formidable challenges remain. Technical reliability, high regulatory barriers, and workforce apprehension can slow adoption. Addressing these requires a concerted effort. Manufacturers must refine their hardware for higher durability;

researchers must push AI towards more context-aware and safety-critical capabilities; policymakers need to create supportive yet rigorous frameworks; and healthcare providers must remain open to change, backed by transparent data and training.

At the heart of this transformation lies global collaboration. By forging alliances that cut across national and disciplinary boundaries, stakeholders can pool knowledge and resources to drive innovation forward responsibly. Initiatives that combine clinical expertise, academic research, and industrial know-how are already paving the way for safer, more efficient, and more humane healthcare systems—systems in which robots like Gary are not mere tools but trusted partners in delivering care.

This is the promise and challenge of humanoid robotics in healthcare: to strike the right balance between technological prowess and human empathy, delivering solutions that tangibly elevate both patient experiences and clinical outcomes. With ongoing research, robust partnerships, and a commitment to evidence-based deployments, the future of humanoid robotics stands poised to reshape healthcare as we know it—and for the better.





五款商用人型機器人應用

文 上海智元新創技術有限公司

2024 年末新品發佈會上，智元發佈“遠征”與“靈犀”兩大家族共計五款商用人型機器人新品：遠征 A2、遠征 A2-W、遠征 A2-Max、靈犀 X1 及靈犀 X1-W。同時，還展示了在機器人動力域、感知域、通信域、控制域一系列自主研發的技術成果；此外，智元機器人前瞻性地定義具身智慧 G1 到 G5 技術路線圖，並推出了具身智慧資料系統 AIDEA；而源自智元 X-Lab 孵化的一系列新品，為發佈會增添了更多創意和驚喜。

此次發佈會上，智元機器人宣佈一系列重磅開源計畫，來促進具身智慧型機器人產業創新和生態發展，包括：智慧型機器人高性能通信框架 AimRT 將於 9 月底開放原始碼，由 X-Lab 孵化的靈犀 X1 也將於 9 月份陸續全端開放原始碼，同時預告基於 AIDEA 的百萬條真機、千萬條模擬資料集將在今年四季度開放原始碼。

這一系列新品的發佈和開放計畫，體現智元機器人對於具身智慧技術發展趨勢的深刻思考和敏捷實踐，也是智元機器人致力於將最新科技轉化為實際生產力，推動商業落地、構建產業生態的堅定承諾。

五款新品，全場景深度覆蓋

新發佈的五款機器人採用家族化設計語言，結合輪式與足式兩種形態，覆蓋交互服務、柔

性智造、特種作業、科研教育和資料獲取等應用場景。

交互服務機器人遠征 A2，為交互服務場景量身定制，集五大核心優勢於一身：擬人構造與人因設計；多模交互與智慧體驗，自主移動與可靠行走；多重保障讓安全無憂；便捷操作與極簡維護。

在發佈會現場，遠征 A2 首次以機器人主持人的身份亮相，展現流暢自如的講解能力和穩定自然的運動功能。

柔性智造機器人遠征 A2-W，專為柔性智慧製造場景打造，具備五大核心亮點，雙臂協作

與全域可達；高效部署與柔性作業；模型進化與持續演進；多模感知與安全無憂；持久作業與極簡維護。在發佈會開場情景劇中，A2-W 展現動態任務編排、複雜作業執行及雙臂協同作業等強大實力。

重載特種機器人遠征 A2-Max，擁有腿部直驅動關節與高扭矩關節模組，以其力大窮的特點，能輕松應對各種任務；其 19 自由度工業級視觸覺靈巧手，可以實現靈巧作業。在發佈會情景劇中，A2-Max 展現出輕鬆搬起 40kg 航空箱子的實力。目前 A2-Max 尚在產品研發階段。



圖 1. 智元遠征 A2



圖 2. 智元遠征 A2-W



圖 3. 智元遠征 A2-Max

全端開源機器人靈犀 X1，採用串並聯混合構型手臂和差分驅動雙肩關節設計，整臂僅重 2.5kg。依託智元 X-Lab 自研的 Powerflow 兩款模組化關節，實現全身三十多個自由度的精準操控，獨特的“機-機模式”，能將智慧手機化身為機器人大腦。靈犀 X1 的模組化設計、高自由度、安全輕量及高可擴展性，是人機交互與輕服務場景的理想選擇，同時以全棧開源將產品創新成果貢獻產業，讓人型機器人的理想照進現實。



圖 4. 智元靈犀 X1

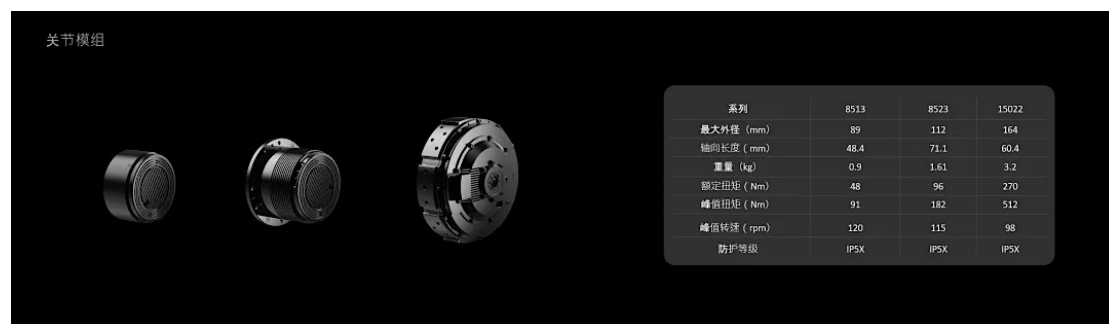


圖 5. PowerFlow 關節

專業數據採集機器人靈犀 X1-W，在繼承遠征家族機器人性能的同時，提供更為經濟的本體解決方案。作為預訓練基礎具身模型的低成本高可靠資料來源，X1-W 能顯著降低資料獲取成本，是大規模資料獲取的普適優選方案。

全端技術，機器人四域革新

類比新能源汽車三電系統，智元機器人將機器人系統分為動力域、感知域、通信域、控制域四大領域。智元從產品起步階段就進行了完整佈局。在動力域層面，智元機器人去年發佈的 PowerFlow 關節模組今年已實現量產化反覆運算，新款 PowerFlow 不僅在參數上有了顯著提升，更在可靠性和穩定性上進行大量優化與測試，確保了商用量產的品質。

同時，靈巧手也迎來了重大升級，自由度數從 11 個躍升至 19 個，主動自由度翻倍至 12 個，基於 MEMS 原理的融覺感知和視、觸覺感知技術，升級後的靈巧手在物體操作和感知上都展現出前所未有的靈活度。

除了核心零組件升級，配備在遠征 A2-W 上的兩個高精度力控 7 自由度雙臂，賦予 A2-W 卓越的作業能力，配合六維力感測器，A2-W 能夠精準執行阻抗控制、導納控制、力位混控等多種力控任務，也能支持雙臂引導示教模式和視覺化調節。



圖 6. 靈巧手



圖 7. 7 自由度力控雙臂

在感知域層面，機器人整合了 RGBD 相機、雷射雷達、全景相機等感測器，並引入自動駕駛領域的 Occupancy 等先進感知方案，通過 SLAM 演算法提升環境理解能力，確保機器人在複雜環境中的安全與高效導航。

在通信域層面，智元機器人自研具身原生、輕量化、高性能的智慧型機器人通信框架 AimRT。相比 ROS 等協力廠商中介軟體，AimRT 較好的提升了性能、穩定性、系統部署的效率和靈活性，同時又完全相容 ROS/ROS2 已有之生態。

AimRT 在 2024 年 9 月底已開放原始碼，邀請全球開發者共同參與開源建設，完善這一原生面向具身智慧型機器人的通信框架，推動機器人通信技術的進一步發展。

控制域是智元水机器人的另一大亮點，智元機器人 Model-based 的演算法具備場景成熟落

地的能的能力，同時也在積極推進 Learning-based 路線，兩種演算法的結合，使機器人在複雜環境中展現出卓越的運動控制能力和適應性。除此之外，智元機器人預研了基於自然語言指令集驅動的，可以適應不同機器人本體的 AgentOS，基於強化學習，實現機器人技能的精準編程與高效執行。

為了促進機器人技術的普及與應用，智元構建了面向開放生態的軟體平臺 AIMA (AI Machine Architecture)，覆蓋機上、雲端和用戶端。該平臺不僅整合了機器人軟體的核心技術，還提供豐富的二次開發介面，旨在吸引更多外部夥伴加入，共同推動機器人技術的創新與發展。

定義具身演進路線

商業化量產與技術前瞻研發並行借鑒自動駕駛從 L1 到 L5 成熟的技术分級體系，智元



圖 8. AgentOS

機器人對具身智慧技術演進路線，進行了 G1 至 G5 的劃分。G1 是傳統自動化的起點，幾乎不具備泛化能力；G2 通過提煉可複用原子技能，並以相對通用的方式來實現，結合任務編排大模型，可以具備對一大類相似場景的泛化；G3 開始走向資料驅動端到端，進一步形成一套通用的訓練框架，學習一個新技能，只需要採集相應資料就行，來實現更通用跨類別的泛化能力；隨著資料量的進一步增加，G4 演變為一個通用的操作大模型，結合認知推理規劃大模型來實現端到端通用操作。G5 是一個長期牽引目標，最終形成一個真正的感知、決策、執行的端到端大模型。

過去一年中，智元機器人在 G2 路線取得了

階段性突破，實現一系列 zero-shot 和 few-shot 的通用原子技能，比如通用的姿態估計模型 UniPose、通用的抓取模型 UniGrasp，通用的力控插拔型 UniPlug 等。

在 G2 階段的原子能力模型，已在多個實際場景中得到商業應用，面向柔性智造和交互服務場景，智元機器人目前正與多家領軍企業進行場景 POC，在 2024 晚些時候全流程驗證通過，讓機器人正式在客戶場景中商用部署作業實現商業化落地。

在 G3 路線上，智元機器人針對資料開展大量基礎建設工作，並形成一套完整的全流程具身資料方案，即智元具身智慧資料系統

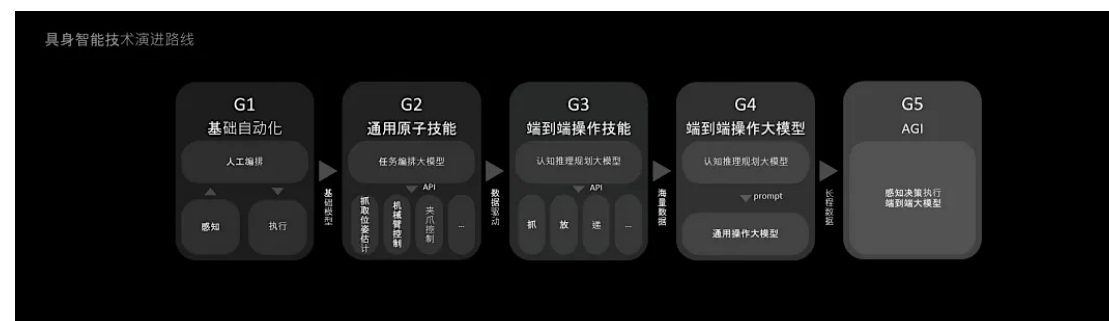


圖 9. 具身智慧技術演進路線 (G1~G5)

AIDEA (Agibot Integrated Data-system for Embodied AI) AIDEA 專門針對具身資料獲取痛點，在數據採集本體、遙操設備、資料平臺三個方面提供面向行業的解決方案。

數采本體提供了輪式、足式等類型豐富、可靠穩定的機器人，可用于工業任務作業和交互服務類的數據；除了本體，也配備一套支援全身建模、臂手協同和高精即時的遙操設備，搭配智元機器人自研的，融合碰撞規避功能 WBC 全身動作建模演算法，確保數採集的高效與精準。此外，AIDEA 包括“資料獲取 - 資料標注 - 資料管理 - 模型訓練 - 模型平測 - 模型部署 - 資料回傳”等全銷路的資料平臺，支援 SaaS 服務和私有化部署，形成資料閉環。

AIDEA 目前已經在智元內部實際運轉使用了，在今年下半年，預計會有數百台以上量級的自有部署機器人，專門用於端到端資料獲取。AIDEA 平臺也會在 2024 年 Q4 正式對外上線。

開源資料與平臺，建設開放生態

隨著自有機器人資料積累，智元機器人將在第四季度重磅開源業界首個百萬條真機、千萬條模擬資料的具身資料集來支持具身產業

的發展創新。

同時，基於智元的軟體開放平臺 AIMA，面向機器人軟體系統，為合作夥伴提供高效二次開發能力。智元機器人正攜手均普智慧、數字華夏、科大訊飛、北電數智、軟通動力等商業夥伴一起，面向不同場景打造商用落地的解決方案，同時與上海人工智慧實驗室和中國科學院軟體研究所等頂尖科機構緊密合作，聚焦多模態大模型和機器人作業系統的技術研發。

隨著機器人系列產品的穩步量產，智元也將啟動一系列全面而深入的開發者支持計畫，包括但不限於開放核心介面與詳盡文檔、舉辦機器人創新大賽、以及定期舉辦“智元暢享日”等活動，為開發者們搭建起交流思想、碰撞靈感的廣闊舞臺。智元期望彙聚行業力量，共同推動技術的成熟和應用，協力構建高效完善的行業生態，持續推動行業高品質健康發展。

極致創新 構建創新實驗室

智元 X-Lab，暱稱“樵揮君實驗室”，成立於 2024 年 6 月，是智元機器人專門面向極致創新和敏捷探索而設立的。X-Lab 以極致高效的創新，成功孵化全棧開源機器人靈犀 X1 和專業數采機器人 X1-W。



圖 10. AIDEA

在靈犀 X1 的打造過程中，團隊依託于遠征系列產品上積累的經驗，自研了 2 款全新的 PowerFlow 關節，名為 PFR86 和 PFR52，兩款新關節設計優雅，性能強勁，具備中空走線、輸出端絕對值編碼、支援 PF-Link 智慧介面等眾多功能，而且融入了模組化設計的理念，可以通過簡單抱箍形式輕鬆拆裝。

在執行器方面，靈犀 X1 配備自研超低成本的自我調整夾爪，可以只靠一個主動自由度輕鬆實現各種形狀物體的抓取，並且具備前饋力控功能。

此外，通過創新的結構硬體方案，推出滿足場景需求的百元級成本的六維力感測器。

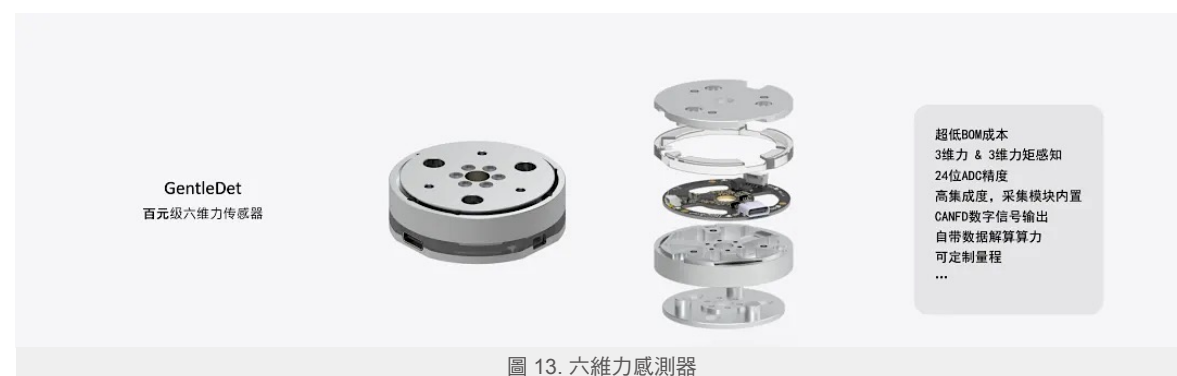
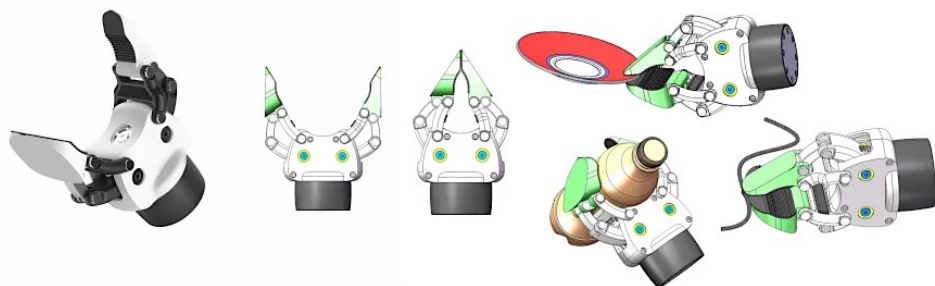
以上這些組件讓靈犀 X1 做到了極致的標準化。靈犀 X1 大部分設計資料和代碼，包括本體的設計圖紙、軟體框架、中介軟體源碼、基礎的運控演算法等也將被開源，以吸引更多人才加入行業生態共建。

靈犀 X1 開啟“人型機器人人人造”的時代，基於核心部件和開源產品，人人可以打造屬於自己的人型機器人。



OmniPicker
自适应通用夾爪

超低BOM成本
自适应模式&夾持力
支持夾持力自鎖
前饋力控
驅動內置
...



GPM

檢量磨拋自動化 領導製程創新



AOI

- Glass Substrate AOI
- Bare Wafer AOI
- Reclaim Wafer AOI
- Wafer Carrier AOI



Metrology

- Scan White Light Interferometer
- 3D NIR



Grinding

- Panel In Feed Grinder
- Strip Grinder



Polishing

- Panel Polisher



Intelligent Automation System

- AMR



均豪精密



Inside
Advanced Packaging Process Integration

G2C+
INTEGRITY ALLIANCE

humanoids



Cheap, robust, safe and accepted

文 By Luca Marchionni, CTO of PAL Robotics

The media has been calling 2024 “the year of the humanoid robots,” and I don’t disagree. The rapid developments in the field are fueled by the boom in artificial intelligence, robotics growth, and a pressing demand for automation across multiple industries. Designed to mimic human movements and perform tasks traditionally handled by people, humanoid robots help address labor shortages and enhance operational versatility.

As the chief technology officer at PAL Robotics, my role is to anticipate the direction of innovation and to build robots that lead the way. Leading our Legged business unit, my focus is to make humanoid robots practical and viable for the market, which expects them to be cheap, robust, safe, and accepted. Keeping up with the competition is part of this role, but it’s becoming more challenging as new humanoids are introduced every few weeks—it’s hard even to keep track of their names.

Versatile or efficient?

Companies like Boston Dynamics, Tesla, Agility Robotics, and Unitree are hinting that bipeds are getting ready for real-world tasks. It has become trendy – and a sign of technological power– to have your own humanoid, and they all need to be smarter, stronger, and more capable than ever. Some of the arguments used to justify this boom are :

- Humanoids are versatile and they can solve many of the tasks that aren’t yet

automatized

- Human form is the most suitable for a world that is built for humans
- Humanoid robots can learn faster and better from human demonstrations than specialized industrial robots

The global market for humanoid is set to grow sharply, from \$2.9 billion in 2023 to \$46.3 billion by 2031, with an increase of 48.6% per year, according to Coherent Market Insights. It’s unprecedented. But the big question is : will this growth last? Can humanoid robots prove their value in the long run?

Humanoid robots as research platforms

At PAL Robotics we are working towards this goal, and we have been commercializing humanoid robots for more than 15 years. Our goal is to provide our customers with an ecosystem that allows them to develop

and integrate their algorithms and software solutions. We feel proud to have our robots used to train new generations of roboticists, and for that our choice to work with open-source tools and libraries such as ROS has great added value.

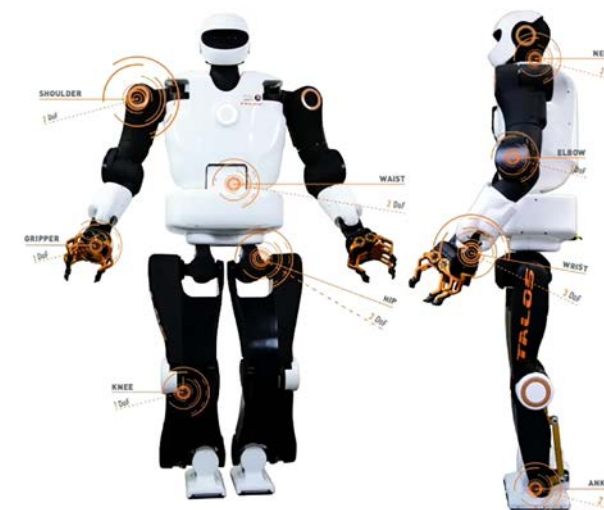
Why ROS?

A significant part of our success lies in our commitment to open-source technology. Ros control is the framework we use for real-time control, and it originated from the effort of making generic and robot agnostic hardware controllers. We were amongst the first in adopting it and integrating MoveIt and ROS navigation stack on both wheeled and legged platforms.

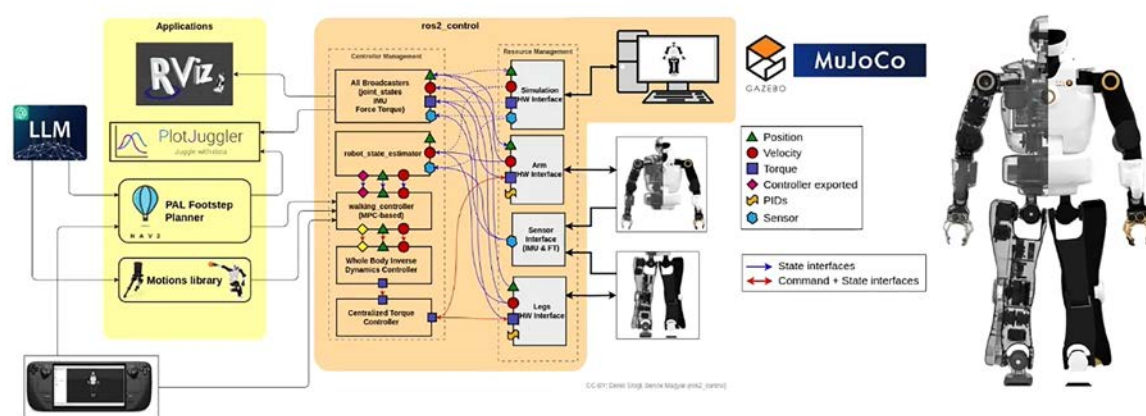
Our robots’ kinematic and dynamic models, along with simulation tools like Gazebo, MuJoCo, and Isaac Lab, provide a foundation for high-level robotics programming and development.

TALOS High Payload Biped

100% ROS	Torque Controlled	6 axis FT Sensors ankle/wrists
6 Kg Payload per arm	32 Actuated DoF	EtherCAT control loop 2kHz
175 cm Height	95 kg Weight	3 hours Autonomy



General Overview of PAL humanoids control architecture



Our Legged Robots

Most of the complex behaviors of our robots, such as locomotion, manipulation, balance and jumping make use of Whole-Body Inverse Dynamics algorithms with joint torque control, which allows them to adapt and be compliant with objects and people. This is an important remark, as humanoid robots are not anchored to the floor: they can slip, collide with obstacles and fall. Interaction forces need to be controlled.

Talos

A torque-controlled robot that has been developed in collaboration with LAAS-CNRS and Airbus to explore the use of humanoid robots in the aircraft manufacturing industry. It is a powerful machine which requirements were :

- EtherCAT communication for fast and precise control of actuators

- Torque sensing for responsive feedback and control
- High payload capacity to handle industrial tools effectively

Kangaroo

Our latest biped robot available as a research platform was designed to be agile and resistant to impacts. Its unique leg architecture places all actuators in the base, using closed kinematic chains to drive the joints. This lightweight design greatly improves power efficiency and enhances stability by minimizing impact forces during ground contact.

Kangaroo's actuators are equipped with custom force sensors, and its control approach combines Model-Based Control algorithms with cutting-edge Reinforcement Learning (RL) techniques. By training

RL algorithms in simulation with GPU acceleration, we're able to create robust controllers, accelerate development cycles, and push the robot's hardware to its limits.

Our robots in action

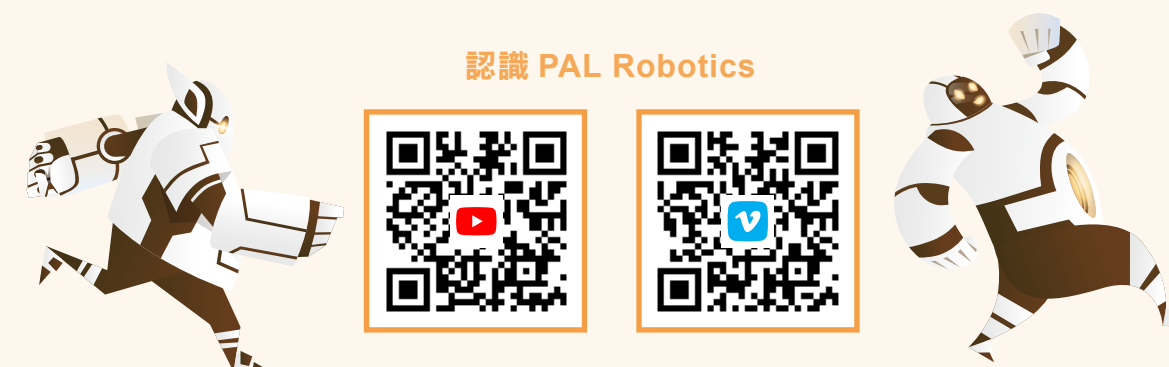
Talos, Kangaroo, and TIAGo Pro were big highlights at the Humanoids 2024

IEEE Conference in Nancy, France. The IEEE-RAS International Conference on Humanoid Robots is an annual event that brings together researchers and industry leaders to discuss advancements in humanoid robotics, covering areas such as mechatronics, control, perception, and human-robot interaction.

KANGAROO

Agile, Dynamic and Robust Biped

100% ROS	40 kg Weight	Torque Controlled
64 Passive DoF	12 Actuated DoF	EtherCAT Control loop 2kHz
160 cm Height	Force sensors each actuator	3 hours Autonomy





Orbita is turning heads... literally

文 Pollen Robotics

Since we introduced Reach about a year ago (beginning of 2020), its design has always been the center of all the attention. People find it expressive, cute and full of emotions. They are eager to interact with it. They instantaneously personalize the robot. They don't need any user instructions to understand what the robot is doing, what the interaction is about.

At Pollen Robotics, design is at the heart of our approach. When we create a robot, we take special care of the interaction, the emotion and expressiveness. To us, this is key to leverage a natural and fruitful human-robot interaction and collaboration as it makes the whole process natural, easy to apprehend, efficient, but also better for acceptance. No-one will use social robots if the interaction feels awkward or is hard to understand.

This is obviously a very broad and complex topic; however, we have always followed one guideline: to get inspiration from living creatures. By this I mean

studying how they interact with their environment and extracting the essence of what makes it work so well. Note that we're not trying to directly imitate it, it would be an impossible task as it is too complex, and we would probably miss what's important.

This above statement most likely feels really abstract to you right now. Let me illustrate it with a very tangible example : how we designed **Reachy's neck based on the Orbita actuator.**

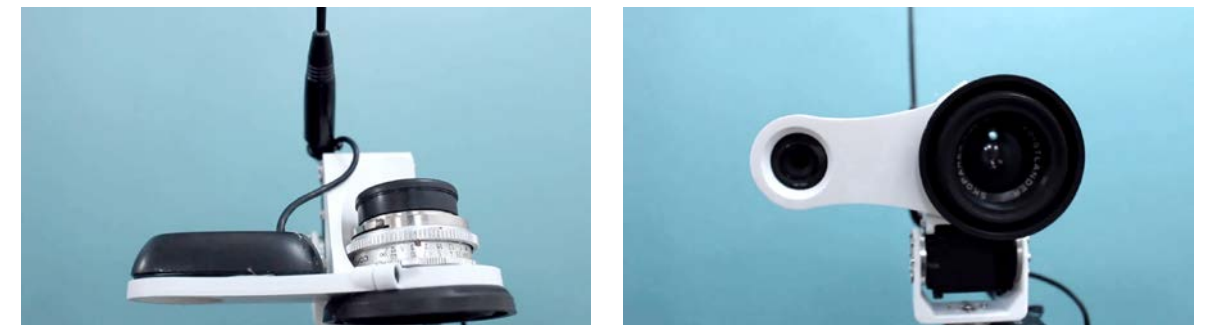


Figure 1. The first head of reachy, based on a pan-tilt system.

The need for a specifically designed robotic neck

The classical Pan-Tilt system

The first solution we developed for Reachy's neck was a pan-tilt system. This is a very common solution for robotic necks as it is easy to integrate and to use.

Pan-tilt systems have 2 rotations that roboticists call degrees of freedom (usually noted 2-DOFs). Each of these rotations are actuated by a single motor. This allows the head to rotate from left to right and from top to bottom. Combining these rotations gives the robot the ability to look around itself. The two motors are typically placed one after the other as a serial system, which is quite simple to control and to integrate into a robot.

But while being simple to design, produce and control, this system has some significant limitations. To understand them, as I promised in the introduction, we will go back to studying the neck of a living creature.

Keep the head straight

First, this may not be obvious if you never thought about this, but **the main role of the neck is to always maintain our head straight.** Having a stable head is a critical feature, selected by years and years of evolution. This plays a key role, in locomotion, visual flow and tracking (how predators assess prey for instance). The commercial below illustrates how amazingly good some animals are at stabilizing their head :

A pan-tilt is ok if your body doesn't really move. But when it does, you **need that third degree of freedom to make sure your head stays horizontal!**

For the moment, our robot Reachy doesn't have locomotion capacities, however we plan to add such features soon. On top of that, it is important to note the purpose of the neck is not only for maintaining the head horizontal...

Communication and conveying emotions

As you can now gather, species evolution has designed us humans with a 3D-actuated neck for vision purposes. On top of that, we developed further critical uses for this neck. **Our head and its orientation play a central role in communicating and conveying emotions.** Our face (eyes, mouth, eyebrows) already conveys most of it, but our head itself is also important. Sure, we would also understand the meaning of 🤖 if the head was straight, but the tilt makes it much more impactful.

Some of the expressions conveyed by our neck can be reproduced by a pan-tilt system. **But they often fail to look natural, realistic and aesthetic.** To go even further, there are moves that we, humans, often do and that are **simply impossible to operate with a 2-dof neck.**

The head bending left can mean empathy, sweetness and sometimes seduction; bending right, it can mean questioning or disagreement, etc...



Figure 2. Tell me this does not convey emotion.

These are examples of rotations on one axis, but conveying any emotion usually remains more complex and implies all 3 rotations at once.

That was the main drive for us to design Orbita : **we need the 3 degrees of freedom of a human neck to allow Reachy to display a full range of emotions.**

What is Orbita?

As we explained above, for our neck, we need those 3 degrees of freedom. So, to actuate this 3-DOF joint, **we need 3 motors.** Moreover, we don't want a slow or insufficiently accurate neck for a head supposed to track objects, glance at several people and that for a long moment. What we want is a fast, strong actuator, with smooth and clean trajectories.

On many robots, the 3 degrees of freedom are given by **serial systems** composed of 3 motors placed **one after the other.** We first thought about this solution,

but we noticed that it leads to **three main issues** :



- The three rotations are **not on the same point in 3D space**, and they will offset one another. This is not equivalent to how the human body moves and can lead to situations where rotations are not made simultaneously and thus look awkward.
- Gimbal Lock phenomenon can be observed by combining some rotations, which makes us lose one DOF.
- Placing 3 motors one after the other is **not efficient at all** since the first motor must carry the two others. Plus, the system gets bulky and doesn't look elegant...

After this observation, we chose the alternative: we placed the motors **next to another** to make them work together, so that the rotations are combined in only one motor, at the same point in 3D space. No more shift between the motors, no more motors carrying the others. This is called

a **parallel system** and also, it's more powerful and accurate than serial systems, it is much more complex to design and control...



At Pollen Robotics, we love mind-blowing systems that show simple yet beautiful design. So, a neck with a 3-DOF serial system was not going to do the job of making Reachy look pretty and would even limit the span of its expressions! Turns out, a parallel and compact system would be much **more aesthetically pleasing** to see and an exciting challenge to design and control.



Figure 3. Current design of our Orbita joint.

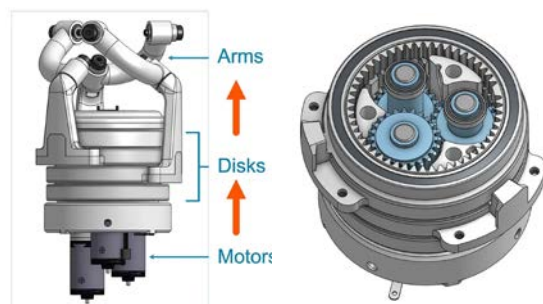
Since no such actuator is commercially available today and existing ones (like the Parloma Wrist or these marine propulsor) are still in prototyping stage (and not compact enough to suit Reachy anyway), we created **our own mechanical structure and control method!**

How does Orbita work?

The mechanism of Orbita is based on three motors simultaneously actuating 3 disks.

The **disks** are cylindrical parts with bearings inside to roll well one on the other. They also have a **gear included** that controls motor speed and torque through a pinion. Then, **arms** are connected to the disks to transmit the rotation to the end effector through three connecting points. The end effector could be a head, a hand or anything you want, as long as it has 3 threaded holes to connect Orbita's arms on it.

To sum up : the motors make the disks rotate, then the disks make the arms rotate to actuate an end-effector.



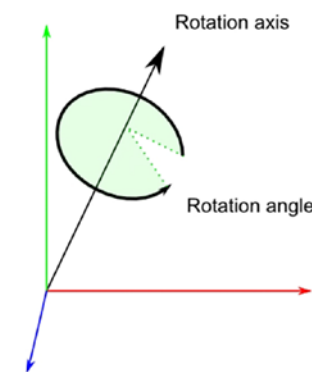
The particularity of Orbita compared to other comparable actuators is that the gears are **inside the mechanism** and not outside. Thus, Orbita is more compact, independent of the external elements and can be placed anywhere.

Ok, but how do I control this?

Roboticians are used to control robots' rotations with **Euler angles** that represent rotations on the X, Y and Z axis of the effector's frame that we call Roll, Pitch and Yaw (RPY). They are very convenient to make simple rotations, since each motor corresponds to one of the RPY rotations. But they become more complex to use and visualize when we need to compute several rotations at the same time.

To simplify the computation of the rotations of Orbita's effector, we made a control method based on another mathematical tool which is the **quaternion**.

A quaternion is a mathematical representation of the rotation of a certain angle around a certain vector, using only the vector's 3D coordinates and rotation angle.



Quaternions can be described with the next mathematical expression :

$$q = w + xi + yj + zk$$

w , x , y and z parameters are calculated from the axis $V = (a, b, c)$ which is a vector and the angle of rotation α on this axis as follows :

$$q = \begin{cases} w = \cos(\alpha/2) \\ x = \sin(\alpha/2) * a \\ y = \sin(\alpha/2) * b \\ z = \sin(\alpha/2) * c \end{cases}$$

Then, the coordinates of each basis vector (X, Y, Z) of the effector's frame after the rotation can be easily obtained by a simple quaternion multiplication. See the example below with the X axis :

$$X' = q * X * q^{-1}$$

You may have noticed that quaternions look like complex numbers with 3 imaginary numbers. But fear not, there is an explanation for that. With a complex

number, you can make a vector rotate on a 2D plan, while quaternions allow a rotation in 3D space plus a rotation on the vector's axis.

Quaternions are very convenient because they allow us to simply compose **several rotations as one** (thanks to the multiplication associativity). They also avoid annoying phenomena like gimbal lock.

Visual servoing

The 3DOFs combined with this powerful representation allows very simple yet powerful 3D visual servoing.

Let's assume you want Reachy to gaze, and eye follow an object and that you are able to get the 3D position over time (x, y, z).

All you need to do is to compute the quaternion needed to make the X vector (the X axis corresponds to the forward arrow) point toward $X' = (x, y, z)$. It can be done as follows :

$$V = X \wedge X' \\ \alpha = \arccos(X \cdot X')$$

What now?

With Orbita, Reachy can see everything that a pan-tilt neck would allow him to see and much more! Its neck is powerful and accurate so that we can control the

head's orientation in the 3 dimensions without having a hard time moving quickly or targeting a precise position in space. In addition, the design of Orbita offers a sophisticated and elegant appearance to Reachy that attracts people and invite them to interact.

Orbita is not just a 3-DOFs actuator used for its dynamical performance, even if it's already a great breakthrough. Used as a neck, it leverages the design of realistic and expressive head motions that improve user experience with Reachy.

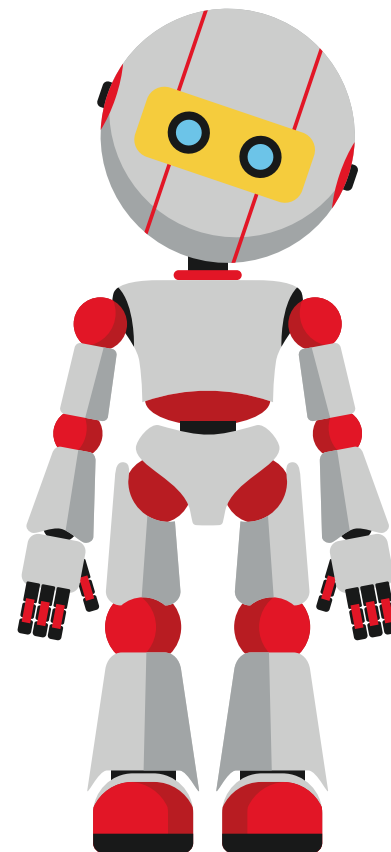
It is likely that the same features would prove useful placed on other articulations of the robot. For instance, when humans speak to communicate, they also move their hands in very complex and meaningful ways. For this reason, we have already experienced Orbita as a wrist. We are also looking into using a more powerful version of Orbita to actuate the shoulder. These improvements would further enhance the realism of Reachy's motion, its dynamic performance and, of course, its loveliness.

About Pollen Robotics
We build accessible and open-source technology for the real world.

For new technology to have a positive impact, transparency and cooperation

matter. Back in 2013, we started with Poppy, the first 3D printed open-source humanoid robot and since then, we have been dedicated to creating open-source, open science and open data products. We work with scientists, artists and innovators to explore usages and make the robotics revolution an opportunity for everyone.

(This article is reprinted from Medium – Pollen Robotics : "Orbita is turning heads, literally", originally published on 2020.Dec 18.)



METALTECH Co-locating: **autoMEX**

14 - 17 MAY 2025 **MITEC, KUALA LUMPUR**

29TH INTERNATIONAL MACHINE TOOLS METALWORKING & AUTOMATION TECHNOLOGY EXHIBITION

THE LARGEST
MACHINE TOOLS, METALWORKING & AUTOMATION EXHIBITION IN MALAYSIA



Register Now



METALTECH & AUTOMEX
www.metaltech.com.my

Organised by:



Recognised by:





文 龍華科技大學 沈志陽、丁鯤、李易峰、羅俊凱、李秉睿、陳証揚、陳睿穎

本專題旨在開發一套機器手臂輔助拼貼系統，透過達明協作型機械手臂（TM Robot）與視覺影像技術的結合，使機械手臂能夠自動執行拼圖拼接任務。本系統的核心技術包括機械手臂運動控制、視覺辨識與影像處理。初期，透過程式指令預先設定機械手臂的動作，使其能夠精確移動至指定位置。接著，透過六軸參數的調整，優化機械手臂的運動軌跡與抓取動作。同時，在控制程式中導入視覺辨識技術，讓機械手臂能夠自動識別拼圖的位置與方向，精準吸取並放置至正確的拼圖位置，最終完成拼圖組裝。

前言

一、研究動機

隨著人工智慧與自動化技術的快速發展，機械手臂已廣泛應用於工業生產、智慧製造及其他自動化領域。傳統機械手臂主要被用於重複性高、精確度要求高的工業作業，如焊接、組裝與搬運。然而，如何讓機械手臂具備更靈活的操作能力與智能判斷，以應對更精細、變化度高的任務，仍是一項重要的研究課題。因此，本研究希望透過機械手臂與視覺辨識技術的結合，開發一套能夠執行自動拼貼的系統，並藉此探討機械手臂在智能識別與精準操作方面的可能性。

本專題的主要動機來自於機械手臂應用的多樣化需求。一般而言，機械手臂的控制方式大多依賴預先編寫的固定指令，使其按照特定軌跡執行操作。然而，在拼圖拼接任務中，每塊拼圖的形狀、方向和擺放位置可能不同，僅靠傳統的預設路徑難以滿足需求。因此，本研究希望透過視覺辨識技術與六軸機械手臂的

協作，讓機械手臂能夠自主識別拼圖的形狀與方向，並進行精確的抓取與放置，最終完成拼圖組裝。此外，本研究不僅關注機械手臂在拼圖拼接上的應用，更希望探索機械手臂輔助拼貼技術的未來發展方向。透過本系統的開發，希望為機械手臂在其他領域的應用奠定基礎。例如，在倉儲物流方面，機械手臂可以用於辨識並整理不同形狀與大小的貨物，提升分類與堆疊的效率；在智慧家庭應用中，機械手臂可以協助整理物品或進行玩具組裝，提高日常生活的便利性。透過本研究，期望機械手臂能夠發展出更靈活、智能化的操作模式，並進一步拓展其應用範圍，使其能夠適應更複雜、多變的工作場景。

二、研究目標

本研究的目標是開發一套機器手臂輔助拼貼系統，並透過視覺辨識與六軸運動控制技术，提升機械手臂的智能化與自動化水平。希望藉由本研究，為機械手臂在精細作業、自主決策及多功能應用方面提供新的技術參考，進而推動機械手臂技術在智慧製造、物流管理及

家居應用領域的發展。

研究目的建立一個能夠自動辨識拼圖塊，並且選擇正確位置並放置拼圖的機器手臂系統，讓機械手臂能夠自主拼接拼圖，實現全自動化的拼圖過程，儘量達到無需人工干預。這包括機器視覺系統，用來辨識拼圖塊的形狀、顏色或圖案，追求機械手臂在拼接拼圖時的精確度。讓機械手臂能夠快速而準確地完成拼圖任務。

研究設計

本研究針對吸盤機構的管徑與噴頭長度進行設計改良，主要在提升機械手臂操作的穩定性與效能。研究方法採取「設計—測試—改良」的循環驗證方式，透過 Creo Parametric 3D 建模軟體進行專題零件設計，且反覆試驗與調整，以確保最終產品符合實際應用需求。主要研究步驟包括問題分析、初步設計與測試、測試結果分析、改良設計、最終驗證等研究流程如圖 1 所示，詳細說明如下。

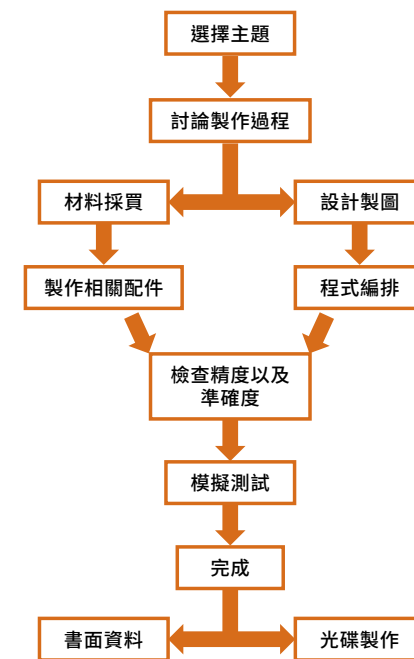


圖 1. 研究流程

一、3D 建模與分析

在設計吸盤機構時，發現管徑與噴頭長度的選擇對於機械手臂的操作精度及可靠度有著關鍵影響，因此在本研究初期，首先針對這兩個因素進行問題分析與需求確認。

1. 管徑設計的影響

管徑的大小直接影響吸盤與其他元件（如金屬吸盤連接座與氣管快速接頭）之間的裝配穩定性與氣密效果。若管徑公差設計不當，可能導致以下問題：

- A. 過小的管徑可能使連接座與接頭鎖附時過於緊密，增加安裝難度，甚至造成零件損壞。
- B. 過大的管徑則可能導致鎖附不夠穩固，影響吸盤的氣密性，進而降低吸附效果，影響後續使用。

在實驗過程中，發現若鎖附時因公差過大導致管壁受到過度擠壓，可能會產生龜裂現象，使得吸盤在長時間使用後出現漏氣問題。因此，決定透過改良設計來調整管徑的公差範圍，以確保零件在裝配過程中能夠順利組裝，且不影響氣密性與耐用度。

2. 噴頭長度的影響

噴頭長度的設計需要考慮機械手臂的整體運動範圍，特別是第六軸上的視覺攝像頭位置。噴頭過短可能導致機械手臂吸取拼圖時發生碰撞，而噴頭過長則可能影響吸盤的吸附效果，導致吸力不足。在第一版設計中如圖 2，為了避免與攝像頭發生干涉，選擇了較長的噴頭，但在測試後發現，過長的噴頭導致吸盤的氣流效率降低，影響吸附效果。因此，需進一

步調整噴頭長度，以確保既能避免碰撞，又能確保足夠的吸力。測試結果分析與改良根據第一版設計的測試結果，進一步分析問題並進行改良。

- A. 管徑公差的優化：為了解決第一版設計中管徑過度擠壓導致龜裂的問題，進行了更細緻的公差計算，並透過試驗確定最佳的公差範圍。調整後的設計確保了管壁不會因鎖附而產生破裂，同時保持良好的氣密性，提升了整體耐用度。
- B. 噴頭長度的調整：由於第一版噴頭過長影響了吸附效能，因此針對其長度進行優化，透過多次測試調整至「既能避免碰撞，又能確保吸力」的最佳範圍。最終的設計讓機械手臂在運行時不會與攝像頭發生干涉，同時確保吸盤能提供足夠的吸力來完成吸取動作。第二版設計與最終測試在完成第二版設計如圖 3 所式，再次進行測試，以確保所有問題皆已解決。最終測試的結果顯示：

- A. 管徑設計經過調整後，不僅解決了龜裂問題，也提升了氣密性，確保吸附效果穩定。
- B. 噴頭長度經過優化後，成功避免與攝像頭發生干涉，並且吸力足夠，確保吸取效果良好。
- C. 整體裝配與耐用性測試結果顯示，第二版設計的結構穩固，並能夠承受長時間的操作，不會因長時間使用而影響效能。基於上述測試結果，第二版設計被確定為最終製造版本，並投入生產與應用。

3. 結論與應用

本研究透過「設計一測試一改良」的方式，

成功優化了吸盤機構的管徑與噴頭長度，確保機械手臂在操作過程中的穩定性與效能。

研究結果顯示，適當的管徑公差設計能有效提升裝配穩定性與氣密性，避免因鎖附不當導致的龜裂問題。此外，優化後的噴頭長度不僅避免了與視覺攝像頭的碰撞風險，也確保了吸附效率，使機械手臂能夠順利完成吸取作業。

本研究的方法與成果可作為未來類似產品設計的參考，有助於提升機械手臂吸盤系統的可靠性與應用效能，並為自動化設備的設計提供更具體的優化方向。



圖 2. 第一版氣管噴



圖 3. 第二版氣管噴頭

二、專題製作過程

本專題製作過程主要運用 Creo Parametric 進行 3D 建模，並透過 PrusaSlicer 進行 3D 列印數據的調整，以確保最終列印品質符合設計需求如圖 4 所示。整個過程包含 3D 建模、檔案轉換、列印參數設定、模擬列印及實際列印，具體流程如下：

2.1 Creo Parametric 3D 建模

首先使用 Creo Parametric 進行 3D 建模，根據設計需求建立零件模型，並確保其尺寸、結構及功能符合專案目標。在建模過程中，考量了吸盤的管徑公差、噴頭長度及其他關鍵參數，以確保零件在裝配時能順利組合，並避免

因公差設計不良而影響功能。完成建模後，將模型轉存為 STL（Stereolithography）檔案，作為 3D 列印的輸出格式。

2.2 轉檔與 3D 列印數據設定

STL 檔案轉換完成後，使 PrusaSlicer 軟體進行 3D 列印數據的調整，設定適合的列印參數，如層厚、填充密度、支撐結構及列印速度等。這些參數的設定影響列印時間及成品品質，因此需根據零件用途進行調整。例如：若零件需承受較大機械負荷會增加填充密度以提升強度。若零件表面需較高的精細度，調整層厚以提升列印解析度。若零件懸空部分較多，則需開啟支撐結構以確保列印成功。此外，透過 PrusaSlicer 內建的功能來計算列印所需時間，確認該零件能夠在合理的時間內完成列印，避免因列印時間過長影響專案進度。

2.3 列印模擬與確認

在進行實際列印之前，利用 PrusaSlicer 進行列印模擬，預覽零件的分層切片，以檢查列印是否可能出現問題，如支撐不足、結構變形或列印失敗的風險。若發現問題，則回到 Creo Parametric 進行模型調整，或修改 PrusaSlicer 內的列印參數，以確保列印順利進行。

2.4 3D 列印執行

確認無誤後，使用 3D 列印機進行實際列印。列印過程中，需監控列印機的運行狀態，確保噴嘴溫度、列印平台的加熱及材料供應正常，避免因材料堵塞或溫度異常導致列印失敗。列印完成後，根據零件需求進行後處理，如去除支撐結構、打磨表面或其他必要修整，以確保零件品質符合設計標準。

2.5 成品檢驗與調整

列印完成後，對成品進行尺寸測量、結構強度測試及裝配驗證，確保其符合專案需求。若發現尺寸誤差過大、結構強度不足或其他缺陷，則回到 Creo Parametric 進行設計調整，再次執行 3D 列印，直至成品符合預期規格。

透過上述流程，成功運用 Creo Parametric 與 PrusaSlicer 進行 3D 列印設計與製作，確保零件在裝配與使用時具備良好的尺寸精度與結構強度。本方法不僅提升了製作效率，也提供了一個可行的數位化製造流程，未來可應用於其他機械零件的快速開發與製作。

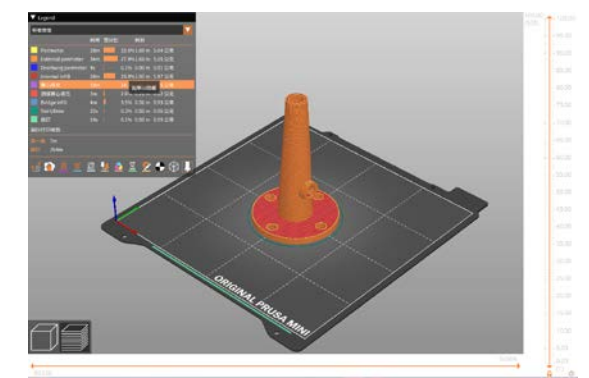


圖 4. 氣管噴頭 3D 列印製作

2.6 程式設計與編程

在本專題的初期測試階段，採用了 PTP（點對點，Point-to-Point）和 LIN（直線運動，Linear）的方式來進行拼圖放置。最初測試時，選擇以 3 片拼圖進行驗證，結果發現每次拼圖的位置都有偏差，無法精準放置到指定位置。此外，視覺辨識方面也遇到一定程度的問題，有時系統無法成功辨識拼圖，導致放置失敗。

2.6.1 視覺系統升級：

針對初期測試的問題，在第一版程式中進行改良，主要針對視覺系統進行優化。升級後

的視覺系統確實改善了部分問題，使拼圖放置的精準度提升，辨識率也有所提高。然而，測試結果顯示，第一版的程式仍無法達到理想的準確度與穩定性。在 5 次拼圖測試中，約有 2 到 3 次的結果與預期不同，顯示仍存在誤差，無法確保每次放置的拼圖都能準確對位。

2.6.2 MOVE 指令與 TM Landmark 的應用：

為了解決第一版的問題，在第二版程式中加入了 MOVE 指令以及 TM Landmark 視覺系統。MOVE 指令提供了更靈活的運動控制，使機械手臂的運動軌跡更加平滑與精準，進一步減少誤差。TM Landmark 視覺系統提供了更穩定的影像處理與對位技術，使視覺辨識更加準確且快速，減少因光線或物件擺放角度導致的辨識錯誤。升級後的測試結果顯示，點位的準確度相較於前一版有顯著提升，視覺辨識的穩定性也大幅改善。第二版的程式在 3 次拼圖測試中，已有 2 次能夠精準對位，大幅降低了拼圖誤差的發生率，成功提升了整體準確性。

2.6.3 提升完整度與拼圖數量增加：

在進一步測試與觀察後，發現即使拼圖放置位置已經相對準確，仍可能因些微誤差導致部分拼圖未能完全拼入。提出了一種新方法：透過板子輕壓拼圖，以確保拼圖能夠更完整地對齊。基於此概念，開發了 第三版程式（最終版），在放置拼圖後，新增一個壓合動作，使未完全拼入的拼圖能夠更加貼合。此外，隨著拼圖準確度的提升，將原本的 7 片拼圖增加至 9 片，進一步提升整體的完整度與拼圖效果。

2.6.4 結果與結論：透過三個版本的優化，成功提升了機械手臂拼圖的準確度與穩定性：

初版程式：拼五次，五次結果皆不相同。

第一版程式：拼五次，仍有 2 至 3 次不準確。
第二版程式：拼三次，已有 2 次能夠精準對位，準確度大幅提升。
第三版程式（最終版）程式如圖 5 所示：新增壓合動作並增加拼圖數量，進一步提升完整度。最終版程式不僅解決了拼圖定位不穩定的問題，還優化了視覺辨識效率，使拼圖結果更加準確，提升了整體拼圖的完整性與成功率，如圖 6、圖 7 所示。本次專題所使用到的材料、零件、設備如表 1 所示。

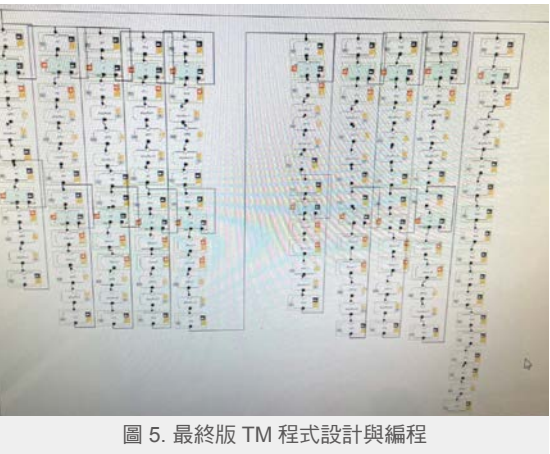


圖 5. 最終版 TM 程式設計與編程

表 1. 材料、零件、設備

項目	材料、零件、設備	數量
1	拼圖盒子	1 個
2	TM Landmark	1 個
3	拼圖	1 組
4	氣管噴頭	1 個
5	壓板	1 個
6	氣管快速接頭	1 個
7	金屬吸盤連接座	2 個
8	矽膠吸嘴	2 個
9	PLA 1.75mm 線材	2 捆
10	砂紙	1 片
11	黑色的布	1 片
12	3D 列印機	1 台
13	達明機械手臂	1 台
14	空壓機	1 台



圖 6. 機器手臂輔助拼貼系統



圖 7. 完成拼貼圖案

結果與討論

本研究透過機械手臂搭配影像辨識技術，成功開發出一套能夠自動化拼圖的系統，並在此過程中結合了電腦繪圖、3D 列印、機械手臂操作及程式設計等多項技術，

透過專題研究證明機械手臂若單獨運作，僅能執行基本的動作，並無法完成更精密的作業，因此透過數值控制結合影像辨識，使機械手臂能夠根據影像資訊自動調整動作，提高作業精準度與效率。這樣的技術應用，不僅適用於拼圖作業，未來也能拓展至自動化生產線、智慧檢測與組裝作業，進一步提升工業自動化的發展潛力。

3.1 結論

透過本次專題研究，不僅掌握了機械手臂與影像辨識技術的應用，也學習到如何透過反覆測試與改良來解決問題，這對未來從事相關領域的研究或工作都將有極大幫助。本研究證明，透過機械手臂結合視覺辨識與數值控制，可有效提升自動化作業的精準度與效率，並具有廣泛的應用潛力。未來若能進一步結合 AI 技術與更先進的機械控制系統，將能讓機械手臂在自動化生產領域發揮更大的價值，為智慧製造與工業 4.0 的發展貢獻更多可能性。

3.2 建議

3.2.1 技術整合與優化

本研究的拼圖系統雖已具備一定的準確度，但仍可進一步提升。例如，可嘗試使用更高精度的視覺辨識技術或改進機械手臂的運動控制算法，以進一步提升拼圖的成功率與穩定性。此外，若能加入機器學習技術，讓機械手臂學習不同拼圖的特徵，則未來可能應用於更複雜的自動化場景。

3.2.2 應用擴展

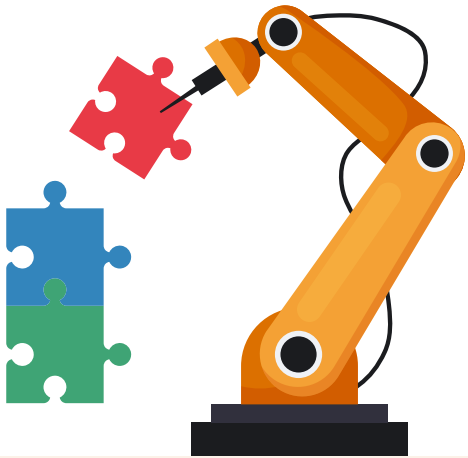
本研究的技術不僅適用於拼圖作業，還能應用於智慧製造、自動化組裝與檢測系統。未來可考慮將此技術延伸至電子元件組裝、物流分揀、產品包裝等領域，進一步提升機械手臂在工業應用中的實用性。

3.2.3 系統穩定性提升

在研究過程中，發現視覺辨識在不同光線條件下可能影響準確性，導致拼圖放置出現誤差。因此，未來可針對光源穩定性與影像處理技術進行優化，例如加入自適應光源調整功能或提升影像處理演算法，以確保系統能夠在不同環境條件下穩定運作。

3.2.4 結合 AI 技術

目前的系統仍以固定規則進行視覺辨識與拼圖放置，若能結合 AI 深度學習技術，讓機械手臂透過學習大量數據來優化拼圖策略，則未來可應用於更高難度的自動化作業，例如：非規則形狀的組裝、異常狀況的自動修正，進一步提升系統的靈活性與智能化程度。



參考文獻

- [1] 淡江大學 I.C.Lab. (2023). 機械手臂可以做什麼？智慧拼圖。
- [2] 淡江大學 I.C.Lab. (2023). 第十三屆上銀機械手臂實作競賽－智慧拼圖。
- [3] 王大明. (2016). 運用工業用機械手臂之自動拼圖的實現。
- [4] TM Robot. (2023). 內建視覺協作型機器人。
- [5] 陳志豪. (2022). 邁向智慧製造：機械手臂整合視覺的現況與未來。
- [6] 劉建宏. (2023). 結合影像辨識之機械手臂應用研究，立高雄科技大學。
- [7] 偉翔. (2022). 以深度學習技術進行自動化拼圖辨識，國立台灣大學。
- [8] 林育民，& 王俊傑. (2017). 影像辨識技術應用於機械手臂路徑規劃之設計與實現。自動化技術學報，19(1), 22-30.
- [9] 高明哲. (2021). 結合傳統視覺演算法與強化式學習之自動化拼圖系統，國立台灣科技大學。
- [10] 吳宗翰. (2019). 影像處理在圖形辨識與機械手臂裝配應用之研究，自動化科技，25(2), 101-109.
- [11] 陳柏宇. (2020). 影像辨識系統結合機械手臂之研究，國立勤益科技大學。
- [12] 黃偉翔. (2021). 視覺與機械手臂整合於銑床控制系統之應用，國立台灣科技大學。
- [13] 李宗儀. (2018). 機械手臂結合影像系統之控制，國立台灣大學。

免費課程/台北班

溫室氣體
盤查3日
種子班

4/11.18.25

免費課程/台中班

溫室氣體
盤查一日
講習班

4/18

免費課程/台中班

溫室氣體
盤查三日
種子班

5/9.16.21

免費課程/台北班

碳足跡2
日進階班

5/16.23

免費課程/台北班

智慧化AI
三日種子班

5/22.23.27

免費課程/台中班

碳足跡2
日進階班

6/04.05

TAIROA 推薦課程

☎ 04-23581866#52 王小姐 04-23581866#51 凌小姐





杜拉克談高效能的5個習慣

企管書籍常常探討如何管理別人，本書則把焦點放在如何有效地自我管理。我們無法充分證明我們真的有辦法管理其他人，但我們總是可以管理自己。的確，如果主管無法有效地自我管理，你也不可能期望他有能力管理同事和部屬。管理有很大部分要靠以身作則，不知道如何達到工作成效的主管只會成為錯誤示範。

要合理地展現高效能，單憑聰明才智、努力不懈、或學識淵博還不夠，效能是截然不同的事情。但另一方面，要展現高效能，並不需要天賦異稟，或具備特殊才能，也不需受過特殊訓練。高效能的管理者必須做到某些頗簡單的事情，包括本書將探討的一些做法，但這些做法並非每個人「與生俱來」的習慣。在我四十五年的企管顧問經驗中，我曾輔導過大大小小各種組織——包括企業、政府機構、工會、醫院、大學、社區服務，地點則遍布美國、歐洲、拉丁美洲和日本，和許多主管合作過，我沒有碰到過任何「天生」高效能的主管。所有的高效能主管都是經由學習，才變得具備高效能。他們全都必須練習高效能的做法，直到做法變成為習慣為止。但是努力培養這些習慣的人都會成功地變成高效能的管理者。我們每個人都可以透過學習，成為高效能的管理者，而且也必須學習如何提高自己的效能。

無論是需兼顧他人績效的經理人，或只需為自己績效負責的專業人士，公司付你薪水，就是希望你展現效能。無論你投入了多少智慧和知識在工作上，也無論你花了多少時間，沒有效能，就沒有「績效」可言。但是大

家似乎不太注意管理者的效能問題，這倒是不足為奇，無論對企業、大型政府機構、工會、大醫院或大學而言，組織的觀念畢竟還算新。一百多年前，一般人除了偶爾到郵局寄信之外，很少接觸到大型組織。如果管理者要發揮高效能，表示組織從裡到外、上上下下都要展現效能。

過去大家幾乎都不太需要注意誰是高效能的管理者，也不必擔心管理者缺乏效能的問題。不過今天我們可以預期，大多數人（尤其是具有相當教育程度的人）的工作生涯幾乎都會在某種型態的組織中度過。在所有已開發國家中，社會已經變成了「組織的社會」。一個人有沒有效能，愈來愈要看他能否在組織中展現效能、能否成為高效能的管理者而定。社會能否展現效能（甚至能否存活），愈來愈需要仰賴組織中的管理者發揮效能。高效能的管理者很快成為社會的關鍵資源，無論對初出茅廬的年輕人或打拚了一段時間的職場老將而言，有沒有效能也是個人能否有所成就的必要條件。

作者簡介

彼得·杜拉克
(Peter F. Drucker, 1909-2005)

1909 年出生於維也納，德國法蘭克福大學國際公法學博士畢業，曾擔任報社記者、大學教授、管理顧問，2002 年獲美國總統頒發最高公民榮譽的「總統自由勳章」。

畢生著作超過 40 本，包括《彼得·杜拉克的管理聖經》、《彼得·杜拉克非營利組織的管理聖經》、《旁觀者：管理大師杜拉克回憶錄》等書，發行遍及全球 130 多個國家，涵蓋管理、經濟、政治及社會學等各方面。

他是第一位深入探討「管理」的學者，更是首位提出「目標管理」、「顧客導向」、「知識工作者」、「後資本主義社會」等原創概念的人，其前瞻性的觀察與洞見影響無數人，被譽為「現代管理學之父」。



今天就把明天的事搞定

「今日事，今日畢」還不夠有效率，做得多，也不表示有效率，現在，你得「今天就把明天的事搞定」，花最少時間，完成更多事，效率更高，成就更多！

- 你分得清「緊急」和「重要」嗎？
- 你可以明白「瞎忙」與「高效」的天淵之別嗎？
- 你還認為你做越多事，就代表越有效率嗎？
- 你想把每件事情都做完嗎？
- 要怎麼做才能精益求精？

運動健將與商業菁英的方法，可能跟你想得不一樣，但這跟他們與生俱來的天賦一點關係也沒有，反而是有效率的習慣，才是成功的關鍵。

世界職棒大賽冠軍聖路易紅雀心智訓練教練傑森·賽爾克博士 (Dr. Jason Selk) 與明星企業顧問湯姆·巴托 (Tom Bartow)，他們在 2011 年發現，頂尖運動員和企業家都具備相同的思維模式，因此他們從體壇和商界擷取精華要點，提出具體且簡單易懂的八大高效習慣力，可以讓你每天更專注、自信、有拚勁

1. 今天就把明天的事搞定
2. 達陣的聰明選擇
3. 三要領把時間極大化
4. 五技巧培養好習慣，戒掉壞習慣
5. 把評估當作「儀錶板」
6. 五步驟學習與自己對話
7. 三技巧學會與他人對話
8. 消除三病毒，讓你成就超凡

這套結合最有效率的方法訓練過許多奧運選手、NBA、大聯盟職業運動員，幫助他們贏得世界大賽冠軍與奧運金牌，也訓練過商界客戶、律師、醫師等專業人員，幫助他們大幅降低壓力、大幅帶來成功。

根據作者的講座經驗，最多客戶選擇從「今天就把明天的事搞定」著手，也是本書的書名。只要你從這八大高效習慣力挑出一項實行，頂多成功善用其中三項，就能有驚人的突破。

本書幫你在安排行事曆時更精確，挪出更多時間，讓你更專注、自信與活力地開始每一天，還能幫助你移除害你表現失去水準的障礙，並實現更富足、更有效率的生活。

作者簡介

傑森·賽爾克 (Jason Selk)

美國極受歡迎的績效教練，曾擔任聖路易紅雀隊的心智訓練總監，幫助球隊先後於 2006 年和 2011 年贏得世界大賽冠軍，著有兩本暢銷書，分別為《十分鐘的強韌》(10-Minutes Toughness) 和《主管的韌性》(Executive Toughness)。

湯姆·巴陶 (Tom Bartow)

巴陶的摯友約翰·伍登 (John Wooden) 為加州大學洛杉磯分校籃球隊的知名教練，巴陶從他身上學得許多獨到概念，在愛德華瓊斯金融服務公司開辦高階顧問訓練課程，課程評價至今稱霸全美。

馬修·魯迪 (Matthew Rudy)

魯迪獨力撰寫及與人合著 23 本高爾夫、商業和旅行書籍，合著夥伴包括漢克·哈尼 (Hank Haney)、麥可·拉登 (Michael Lardon)、戴夫·史塔克頓 (Dave Stockton) 與強尼·米勒 (Johnny Miller) 等，現居康乃狄克州的布里奇波爾市。

2025 國際展覽資訊一覽表



2025 國際展覽行事曆		
03/31 – 04/04	德國漢諾威工業展 Hannover Messe 德國漢諾威展覽中心	
04/09 – 04/11	日本名古屋工業製造週 Manufacturing World Nagoya 2024 日本名古屋市國際展示場 Portmesse Nagoya	
04/15 – 04/17	日本 AI 人工智慧應用展 AI EXPO TOKYO〔春展〕 日本東京國際展覽中心（Tokyo Big Sight）	組參展團 貿易署從優補助
04/16 – 04/18	韓國國際電子製造關連展 EMK 韓國首爾 COEX 展覽中心	參展優惠
05/12 – 05/15	美國芝加哥自動化技術展 Automate Show 美國底特律亨廷頓廣場（Huntington Place）	
05/14 – 05/17	馬來西亞工具機暨金屬加工設備展 Metaltech 馬來西亞吉隆坡馬來西亞國際貿易展覽中心（MITEC）	
06/24 – 06/27	德國慕尼黑機器人及自動化技術展 Automatica 2025 德國慕尼黑展覽中心（Trade Fair Center Messe München）	慕尼黑 Automatica+ 仿生機器人參訪團
07/02 – 07/05	2025 年越南胡志明市工具機暨金屬加工設備 MTA Vietnam 2025 越南西貢展覽會議中心（SECC）	
08/20 – 08/23	台灣機器人與智慧自動化展 TAIROS 台北國際自動化工業大展 Automation Taipei 台灣臺北南港展覽館	協會主辦
09/23 – 09/27	上海工博會 中國上海 國家會展中心	
10/8 – 10/10	日本 AI 人工智慧應用展 AI EXPO TOKYO〔秋展〕 日本千葉幕張展覽館	參展優惠
10/22 – 10/25	韓國機器人展覽會 Robotworld 韓國國際展覽中心（KINTEX）	參展優惠
10/29 – 10/31	Factory Innovation Week 日本國際機器人研發暨技術大展 RoboDEX 日本名古屋國際展示場（Port Messe Nagoya）	參展優惠
11/25 – 11/27	歐洲工業自動化展 Smart Production Solutions 德國紐倫堡展覽中心	
12/03 – 12/06	日本國際機器人展 iREX 日本東京有明展覽中心 Tokyo Big Sight	組參展團、參訪團 貿易署從優補助
2026 國際展覽行事曆		
01/21 – 01/23	日本國際機器人研發暨技術大展 RoboDEX 日本東京國際展覽中心（Tokyo Big Sight）	參展優惠
03/18 – 03/20	泰國電子智慧製造系列展 2026 Intelligent Asia Thailand 泰國曼谷國際貿易展覽中心（BITEC）	擬申請貿易署補助

★ 備註：本表籌組參展為預訂行程，將依實際獲得貿易署補助後執行，歡迎洽詢業務組
★ 聯繫電話：04-2358-1866 #14（Fion）、#22（Iris）、#26（Eva）



社團法人台灣智慧 自動化與機器人協會 —114 年度課程資訊

開課時間	課程名稱	課程時數	開課地點
4/11、4/18、4/25	【免費課程】溫室氣體盤查 3 日種子班	18	台北
4/18	【免費課程】溫室氣體盤查一日講習班	6	台中
4/24、4/25、4/29	【免費課程】AI 人才種子三日班	18	台中
5/7 – 5/8	生成式 AI 雲端應用開發	12	台北
5/09、5/16、5/21	【免費課程】溫室氣體盤查三日種子班	18	台中
5/16、5/23	【免費課程】碳足跡 2 日進階班	12	台北
5/22、5/23、5/27	【免費課程】智慧化 AI 三日種子班	18	台北
6/4 – 6/5	【免費課程】碳足跡 2 日進階班	12	台中
6/12 – 6/13	智慧機械手臂技術開發與實務應用培訓班	12	台中
6/19、6/20、6/24	【免費課程】AI 人才種子三日班	18	台北
7/23、7/24、7/29	【免費課程】AI 人才種子三日班	18	台中

◎ 更多課程請上網查詢：<http://www.tairoa.org.tw/> ◎ 洽詢專線：04-23581866#51 凌小姐、#52 王小姐

- ★ 貴公司有培訓計畫及需求嗎？智動協會可提供您智慧自動化及機器人領域的「客製化」培訓課程規劃及辦理！歡迎您來電詢問**企業包班**詳情。
- ★ 智動協會提供海外人才培訓服務，歡迎企業及團體與我們連繫。
- ★ 智動協會保有課程更動權利，並設有最低開班人數 10 人；如未達開班標準，學員自付金額將全數退還。



課程詳情請掃 QR CODE

TAIROA 廣告宣傳服務

這是一本專屬服務智慧自動化及機器人領域的出版品，內容涵蓋產品技術發展、市場趨勢、展覽推廣、國際商情、創新拓銷、學術研究計畫推廣等內容。我們同時提供廣告版面給廠商，紙本印刷與協會公開性活動(媒合會、展覽等)傳遞到各領域對智動化與機器人有興趣的企業手上，智動產業期刊為您創造最寬廣的廣告效果。

AIR 期刊廣告價目表

項目	一期 (指定 8 月)		二期 (限 3、6、12 月擇一)		二期 (限 3、6、12 月擇二)		全年度(四期)	
	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員	會員	非會員
封面	100,000	125,000	80,000	105,000	150,000	175,000	280,000	305,000
	* 加贈當期一篇主題稿件 (需配合當季主題)							
	* 搭配 Automation Taipei & TAIROS 展期 2000 本以上發放							
項目	一期				二期		全年度(四期)	
	會員	非會員		會員	非會員	會員	非會員	
封底	70,000	95,000		130,000	155,000	240,000	265,000	
封面裡	50,000	75,000		90,000	115,000	160,000	185,000	
封底裡	50,000	75,000		90,000	115,000	160,000	185,000	
內頁廣告	30,000	55,000		50,000	75,000	92,000	117,000	
跨頁廣告	45,000	65,000		80,000	105,000	140,000	160,000	

備註 1. 廣告刊登連續超過 2 期(含)，即享有原訂價 9 折 2. 價格優惠至 2025 年 12 月 31 日止 3. 會員以團體會員為主 幣值：TWD

TAIROA 網站 \ B2B 平台 廣告價目表

項目	會員	聯盟成員	非會員	期限 / 次數
協會官網活動公告	免費	X	X	1次/1季
LINE 社群	免費	X	X	次數不限
協會每月電子報	15,000	15,000	20,000	3次/1季
協會官網大型橫幅 Banner	25,000	25,000	30,000	90天
協會官網中央方形 Banner	25,000	25,000	30,000	90天
小型橫幅 Banner (前 4 版位)	30,000	30,000	35,000	1年
小型橫幅 banner (後 6 版位)	20,000	20,000	30,000	1年
TAIROA B2B 首頁大型 Banner (含每月電子報)	15,000	20,000	25,000	30天
	24,000	32,000	40,000	60天
	34,000	45,000	56,000	90天
TAIROA B2B 活動大型橫幅 Banner (含每月電子報)	10,000	15,000	20,000	30天
	16,000	24,000	32,000	60天
	22,000	34,000	45,000	90天
TAIROA B2B 產業地圖 - 精選產品 (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30天
	12,800	20,800	28,800	60天
	18,000	29,000	40,000	90天
TAIROA B2B 虛擬展館 - 輪播 Banner (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30天
	12,800	20,800	28,800	60天
	18,000	29,000	40,000	90天
TAIROA B2B 產業消息 - 大型橫幅 Banner (含每月電子報)	8,000	13,000	18,000	30天
	12,800	20,800	28,800	60天
	18,000	29,000	40,000	90天
TAIROA B2B 產業消息 - 新聞稿曝光 (含每月電子報 + 推薦文章置放)	免費	免費	8,000	1次/1季
	8,000	9,600	12,800	2篇
	10,000	15,000	18,000	3篇

項目	會員	聯盟成員	非會員	期限 / 次數
TAIROA B2B 活動上架 (含報名系統 + 講者預約系統 + 每月電子報)	30,000	35,000	50,000	1場
	48,000	56,000	80,000	2場
	68,000	78,000	112,000	3場
TAIROA B2B 活動快訊 (EDM 發送)	15,000	20,000	25,000	1次
	24,000	32,000	40,000	2次
	34,000	45,000	56,000	3次
TAIROA B2B 每月電子報大型橫幅 Banner	10,000	15,000	20,000	1次
	16,000	24,000	32,000	2次
	22,000	34,000	45,000	3次
TAIROA B2B 每月電子報中央方形 Banner	8,000	13,000	18,000	1次
	12,800	20,800	28,800	2次
	18,000	29,000	40,000	3次

幣值：TWD

廣告諮詢聯繫

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會 張小姐
Taiwan Automation Intelligence and Robotics Association (TAIROA)
EMAIL: iris@tairoa.org.tw
住址: 台中市南屯區精科路 26 號 4 樓
電話: +886-4-2358-1866 #22
傳真: +886-4-2358-1566
協會網址: www.tairoa.org.tw

TAIROA 歡迎入會

社團法人台灣智慧自動化與機器人協會致力於整合製造工程、自動化科技、精密機械、模具、通訊、半導體、影像顯示、材料、資訊、電子電機、醫療照護、教育、服務等，學界、產業界等公私機構及相關專業人員之專長與力量，旨在成為智慧自動化與機器人技術交流及異業聯盟之平臺，促進國際交流，加速機器人與智慧自動化相關產業發展！

協會服務

市場推廣

- 國際關係建立與合作
- 國際展覽／國際會議辦理
- 海外技術考察與市場拓展



人才培育

- 企業包班、專業人才培訓班
- 自動化、機器人工程師證照
- 推動產學合作、人才媒合



標準驗證

- 擬定機器人與智慧製造標準
- 建立機器人及智慧製造檢測驗證機制
- 核發 TARS 標章



產業推動

- 跨產業結盟合作
- 產業供需媒合與交流
- 產業發展政策擬定與訊息交流
- 爭取資源、推動產業發展



會員權益



企業交流



海外參訪
參展優惠



培訓優惠



廣宣服務



人才媒合

立即申請入會！

會務聯絡人

徐素芬 Judy Hsu
04-2358-1866#13
member@tairoa.org



了解更多會員權益



下載入會申請表

歡迎蒞臨 台灣展館

4.15 (TUE)

4.17 (THU)

10:00-17:00

Tokyo Big Sight, Japan

參展廠商 Exhibitor List

神燈智能 14-32
LAMP AI INC.



鑫創電子 14-36
SINTRONES TECHNOLOGY CORP



立普思 14-38
LIPS CORPORATION



聯通科技 15-31
GMI Cloud



新夥伴科技 15-35
N-Partner Technologies Co.,Ltd



地圖指南 Floor Plan



30%ff

政府補助最低七折起
提升企業永續競爭力

針對單一企業、關係企業、上下游整合廠或有興趣之廠商，依據需求設計課程辦理員工培訓，協會提供講師、場地安排、行政事務等一切庶務，節省企業執行成本。



時間

總時數達6小時
(含)以上即符合
課程開立標準



地點

可於貴司內部場
地上課或是
指定之設施場地



講師

企業指定講師或
由協會尋找
適合的優秀講師



內容

依公司需求安排
教育訓練課程
內容及專屬教材

AI智慧製造
智慧資安策略

碳盤查
ESG永續經營

機械手臂
機器人技術

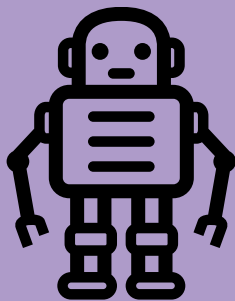
專案管理技巧
六大核心工具

企業包班請洽詢

王小姐
凌小姐

04-23581866 #52
04-23581866 #51

candice@tairoa.org.tw
joy@tairoa.org.tw



人型機器人技術 + 應用

www.tairoa.org.tw

TAIROA 台中

40852 台中市南屯區精科路 26 號 4 樓

4F., No. 26, Jingke Rd., Nantun Dist., Taichung City 40852, Taiwan

TEL : 886-4-2358-1866 FAX : 04-2358-1566

EMAIL : service@tairoa.org.tw

TAIROA 台北

10059 台北市新生南路一段 50 號 6 樓 603 室

Rm. 603, 6F., No 50, Sec. 1, Xincheng S. Rd., Zhongzheng Dist., Taipei City 100, Taiwan

TEL : 886-2-2393-1413 FAX : 02-2393-1405

EMAIL : service@tairoa.org.tw



印刷品 如無法投遞，請退回至：台中市南屯區精科路 26 號 4 樓

定價

NT\$500

