

2020 TAIROS 大秀机器人成果

撰文 | 陈怡如

集结自动化、机器人、3D打印等制造领域的智能制造系列展于8月中举办，全球最大规模的智能制造实体展，展示面对工业4.0，最坚强的智能制造与资通讯产业实力。

新冠肺炎重创全球经济，但也为产业布局带来新机。国际机器人联盟(IFR)数据显示，全球企业在疫情缺工及断链的影响下，正重新评估供应链的管理风险。未来机器人将扮演生产要角，企业将加速引进机器人，连带也推进机器人技术和智慧自动化系统的发展。预估至2022年，全球将有400万台工业机器人在工厂中运转，协助产业因应市场挑

战。

在2020年的机器人与智慧自动化展(TAIROS)中，工研院发表10项智慧机器人创新成果，包括首创可精准拣货的AI人工智能自动标注系统、协助工厂免停机、仍可多样生产的高品质

研磨系统、具多任务弹性服务的七轴驱动整合式关节机器人手臂等，大秀工研院在智能制造，协助产业数字转型的成果。

工研院机械与机电系统研究所所长胡竹生表示，后疫情时代，分散生产基地、走向智能制造，满足自动化、减少





人力依赖、快速调整和客制化等需求，已成为未来制造业发展的新趋势。

因应当前制造业供应链重组、少样多量的生产挑战，及针对劳动力缺乏的社会趋势，工研院身为产业推手，在擘画的 2030 技术策略与蓝图中，全力整合机械、资通讯、电子等跨领域的研发优势，以及 AI 人工智能、5G、云端通讯等科技，开发更多元化的智慧机器人技术，协助工厂数字转型，迈向智慧制造，提升后疫情时代的国际竞争力。

七轴驱控模块手臂类人作业更多任务

机械手臂灵活转动，七个转轴宛若人类的肩膀、手肘和手腕等关节，能自由操控转动角度和方向，崭新技术来自工研院领先市场研发的七轴驱控整合式关节机器人手臂。

传统机器人体积庞大，臂长与构型弹性较少，难以因应现今少量多样、快速生产、复杂精细的生产需求。体积小巧的七轴机器人手臂，不仅方便与人类协作，同时能满足所有转动需求，与六轴

相比，手臂动作更灵活、稳定，可提供类人的作业能力。

但也因为体积轻巧，最大的技术挑战，就是要把马达、驱动器、编码器、传感器、电源转换等组件，全都整合在手臂里，7 个转轴，就等于有 7 套驱控整合模块。但也因为模块化，未来就能因应不同产业需求，变化组合手臂轴数。

此七轴机械手臂总重约 15 公斤，可举起约 5 公斤的物品，荷重比 0.3，精准度与误差度的重现性则为 0.02 毫米，展现驱控模块机械手臂的高精准度、



高重复性与高稳定性。

该款七轴机器手臂，未来整合 AI 视觉辨识、夹具或机器手掌，就能让机器人具备自动辨识、实时追踪、精准夹取物体等功能，具备更弹性多任务的能力，从事轻工业加工、家居服务与医生照护的工作。

多自由度仿生机械手掌 灵活抓取更拟真

像真人手掌一样弯曲手指关节、灵活抓握，拿水瓶、夹名片全都难不倒它，逼真模样近似人类真实手掌。这是首度自主研发的多自由度仿生机械手掌，能抓取各种形状不规则与软性对象，加上运用碳纤维复合材料，与手机重量相差无几，既轻巧又高度灵活，TAIROS 展中亮相令人惊艳。

这只机械手掌包含 11 个关节，手指结构仿造真人手指关节进行设计，除原有 5 指关节外，又增加大拇指基部的活动范围，让抓握更细腻。若搭配机器手臂，可取代过往机器手臂末端的夹具，帮助于卖场取货与工厂上下料作业。

因抓取更灵活，特别适合用来抓取形状不规则物体，解决夹具只能抓取特定外型或高硬度对象的问题。例如食品加工厂里的生鲜鱼类，每只鱼的大小不一，仿生机械手掌能随时调整手指关节，符合抓取对象的形状。

此外，由于仿生机械手掌的 5 根手指头，采用机械控制与弹簧设计，手指在碰撞硬物时能反弹，降低义肢毁损的情形，性价比优于市面义肢；未来预计在指端加上感测器，当手掌抓取时，只要达到一定力量就会停止抓取，避免让

物品损伤，有效协助身障者满足日常生活的功能，造福义肢用户。

金属制品外观质量 AI 鉴别与回馈模块自动检测金厉害

良率是生产在线的重要指标，但对金属产业来说，要找出瑕疵品十分困难。碍于金属制品表面容易反光，加上齿轮、齿距间的起伏易形成阴影，传统使用机器视觉 (AOI) 进行瑕疵检测时，容易受到干扰或误判，于是需多靠人工目视来确保质量，检测过程耗时费力。

为改善业界瓶颈，工研院研发金属制品外观品质 AI 人工智能鉴别与回馈模块，以 AI 深度学习训练检测模块，搭配国内首创 3D 螺旋切齿齿轮检测机，在金属曲面反光的情形下，能成功自动检测黑皮、撞伤与崩齿等瑕疵。目前这套系统已导入齿轮厂商，正确率达 96%，不仅减少 50% 的人力需求，检测一颗齿轮的速度更从 60 秒降至 30 秒以下。

这套模块支持边缘运算和云端运算 2 种模式，若厂商检测速度需求较慢，就能采用价格较低的嵌入式 All In One 的智慧相机进行检测，于机台独立进行边缘运算。若厂商需要的检测速度较快，可结合 5G 或云端服务器加速运算，并实时回馈制程。除了单独使用，这套模块也能搭配传统 AOI 机台进行复判。

为了加速导入产业，团队也发展出迁移式学习 (Transfer Learning)，加快 AI 学习速度，让系统可以更快应用在不同金属产品上，协助厂商有效量化瑕疵状况与良率。

高质量研磨制程自主化系统多样生产免停线

在小巧的透明橱窗里，展示着全套精细的研磨抛光系统，涵盖工业机器人、智慧砂带机、夹爪和输送料台，相较传统的大型机台，其体积大幅缩小，更适合处理小型金属工件，像是精品、折刀、水五金、手工具等金属加工制品，有效满足小型工件商品少量多样、快速换线、高度客制化的生产需求。

这套高质量研磨制程自主化系统能快速换线的秘诀，在于独特的视觉进料辨识技术。当研磨不同商品时，只需把料盘放在进料区中，系统就能立即辨识工件种类，并仿真研磨路径，辨识率达100%；即便换料时，工厂也无需停线生产，亦无需人员操作设定，达到少量多样、快速换线的弹性生产。

研磨时，透过虚实整合系统（Cyber-Physical System; CPS）和力量传感器等技术，系统能仿真机器人的研磨编程路径，减少仿真端与实机端的误差，可让误差小于1毫米，还能模拟研磨力量，准确度达80%，增进研

磨质量。

目前这套系统已导入折刀厂商，未来可望再开发工件变异的量测。当研磨不同工件时，需要调整机械路径，透过雷射量测，系统就能得知工件的体积大小与需研磨的规格，在线量测、在线补偿、研磨、换线皆能一次完成，精准控制研磨成品。

AI 自动标注系统应用：随机堆栈智能取料 乱中有序一把抓

机器手臂来回移动，在成堆混杂的糖果、饼干、科学面里，自动辨识抓取同样物品放置正确的盒子里。这套 AI 人工智能自动标注系统应用：随机堆栈智能取料，透过开发自动标注系统，加速 AI 学习辨识的时间，是全球首创的崭新技术。

机器手臂应用于制造业的拣货备料程序是新蓝海市场，虽然目前机械手臂已可进行上下料，但却无法自主学习辨识各种不同对象。本系统结合 AI 辨识技术，可让机器手臂在成堆混杂物料中，自动进行辨识并夹取分类，达成快速拣

货和备料。AI 学习的养分就是数据，过去须由人工标注图片传达 AI 个别物料的姿态和特性，1 小时只能标注 25 张图片，这套自动标注系统，整合计算机图学仿真器，能自动搜集并快速标注图片数据，1 小时标注 1 万张，时间提升 400 倍。

有了大量的学习养分，训练 AI 辨识的速度即能大幅提升。过去随机取料若需于产线将 A 件更换为 B 件，涉及不同视觉算法，通常需 30 天左右，这套系统却可简化为 1 天，换线时程快 30 倍，可大幅加快机器手臂的拣货效率，且机器手臂能 24 小时运作，节省 3 班人力。目前这套系统已导入在鞋业、手工具等产业，未来希望能应用在仓储物流中，协助工厂数字转型。

机器人仓储与加工管理系统 智能统包超省力

未来的智慧工厂是什么模样？收到系统派工后，机械手臂自动移至仓储，搬运指定对象，放置机台上开始加工，结束后还会汇整制程数据分析，掌握生





产质量。这样高度自动化、人力极度精简的智慧工厂不是梦想，只要透过工研院开发的机器人仓储与加工管理系统就能实现。

这套系统提供全厂区、整产线的统包服务，整合派工排程、物料、仓储管理、厂房信息及制程数据分析，也可与厂商的企业资源规划（ERP）系统串接，汇整完整的生产流程履历；还能与机台、传感器及量测仪器搭配，自动量测并补偿制程误差，有助产业升级智慧制造，

员工可以专心从事更有价值的工作。

厂区生产几乎是所有制造业的共通需求，因此这套系统的应用范围非常广泛，还可依厂商的需求客製化设计。像是运用机械手臂搭配轨道，适合单纯直线的生产线作业；若是大型仓储场域，未来也能搭配无人搬运车（AGV），达到近无人化生产。

目前这套系统已导入航天产业，过去都靠人工搬运零件，但由于飞机零组件体积庞大，一个零件就重达十几公斤，

加上精密度高不能碰撞，用机械手臂来搬运和加工不仅能更省人力，其 24 小时运作使产量大增。这套智能制造管理系统，是制造业迈向数字转型的好帮手。

MFC