

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显厉害

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制化设计。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