

制造业中智能机器人技术的应用与发展趋势

矫雨杉 张昊然 张宇豪

石家庄铁道大学

DOI:10.12238/etd.v6i2.12937

[摘要] 全球制造业正逐步向智能化转型,机器人在生产中的应用越来越常见,制造企业通过引入机器人技术,提高了产能效率,降低了投入成本,并让产品品质有了更好的保障,本文探讨分析了智能机器人在全球范围内制造业当下的应用情境,和未来发展态势,以及所面临的关键难题,以此为相关科研人士及行业工作者提供一定的参考思路,期盼能够助力制造业实现智能化与自动化水平的跃升。

[关键词] 智能机器人; 制造业; 自动化; 柔性生产; 可持续发展

中图分类号: TP242.6 **文献标识码:** A

Application and development trend of intelligent robot technology in the manufacturing industry

Yushan Jiao Haoran Zhang Yuhao Zhang

Shijiazhuang Tiedao University

[Abstract] Global manufacturing is gradually to intelligent transformation, the application of robots in the production of more and more common, manufacturing enterprises through the introduction of robot technology, improve the capacity efficiency, reduce the input cost, and make the product quality have better guarantee, this paper mentioned intelligent robot manufacturing in the global application situation, and future development trend, and the key problems, for relevant researchers and industry workers to provide a reference ideas, looking forward to help manufacturing to achieve intelligent and automation level jumped.

[Key words] intelligent robot; manufacturing; automation; flexible production; sustainable development

引言

制造业作为国民经济的顶梁柱角色,其发展状况映射出国家的综合国力,在全球踏入数字化与智能化浪潮之际,智能机器人技术逐步成为驱动制造业转型升级的重要推手,它能够接管高精度和高强度任务,还能适应复杂多变的生产环境,助力柔性化生产的落地生根,为制造业打开了前所未见的可能性大门。

1 制造业中智能机器人的应用领域

智能机器人技术现已渗透进制造业的每个环节,从生产加工到物流仓储,再到质量检测及人机协作等领域都可见其身影,推动制造业加速迈向高效、精准与智能化运行模式,在各类生产阶段和使用场景下展现出不可小觑的价值。

1.1 自动化生产线

自动化生产机器人技术不断地渗透进焊接,切割,涂覆以及柔性装配等核心环节,特斯拉工厂在汽车制造过程中引入全自动化焊接机器人进行车身焊接,精度可控制在0.02毫米范围内,由此为焊接质量的稳定性提供了可靠保障,苹果公司采用SCARA机器人进行电子元件贴装作业时单台机器每分钟能够以较高精度完成150次贴片动作,这样的技术提升了生产效率。

面对多品种、小批量市场需求背景下,柔性装配技术成为制

造业突破瓶颈的核心要素,以海尔冰箱为例,引入模块化机器人之后,生产线具备了多型号产品共线生产能力,产线切换耗时从原来的2小时大幅缩减至15分钟,模块化机器人搭载多个传感器并通过智能编程,能够精准识别零部件形态与位置进而自主调整操作步骤,混合生产多种类型产品的构想由此得到落实,这一技术革新方向为制造业智能化升级开辟了一条值得参考的道路。

1.2 物流与仓储管理

智能机器人正为物流仓储注入强劲动力,三维视觉识别系统使得分拣货物时能精准捕捉其形态特征,再借由稳定的机械架构完成抓取动作,即便货物堆叠得混乱无章,高效分拣也不在话下,亚马逊仓储中心的Kiva机器人就是典型代表,在激光导航与视觉识别技术的加持下,其订单处理速率提升一半,日包裹处理峰值可达20万件,人工操作需求得以弱化,出错率也显著降低。

智能机器人在学习路径规划后,功能延伸至货物搬运和仓储管理,这让物料快速流转不再困难,海尔集团采用的AGV无人配送系统让库存周转效率显著提高,人力成本更是下降约八成,与此同时它还会自动生成补货方案,赋予企业更好的应变能力,和柔性应对市场需求,展示出了技术对实力层面的有效加持。

1.3 质量检测与控制

深度学习算法使机器人能够精准发现产品瑕疵,不管是尺寸还是形状的偏差都逃不过它的“眼睛”,大量样本的不断训练让系统算法逐步自我调节,产品质量也就这样在算法优化中被持续稳定把控。

机器人通过传感器捕获温度、压力等核心参数并实时处理,搭配数据分析技术即可对异常情况发出预警信号,像机械加工机器人可依据实时反馈自行调整切削参数值,在装配线运行中也能灵活改变生产速率,进而减少次品产生,这种自适应调节能在很大程度上使生产流程更顺畅,为制造业高效发展给予技术支持。

1.4 人机协作与危险场景替代

人与机器人携手协作,能让彼此的优势展现得淋漓尽致,在医疗行业这种表现更突出,像达芬奇手术机器人装备了高精度的机械臂,能重新演绎外科技术的各种细腻动作,微创缝合和病变切除这类操作都不在话下,医生通过这类设备展开合作后,人为出现差错的机会减少,患者因创伤小可更快速康复,这就达成了一种技术互补之下的效率攀升。

在一些极端恶劣的工作场景中,机器人以独特的优势,接手风险任务已成普遍现象,核电厂的辐射区设备巡检由机器人包揽,耐高温机型能直入火场执行搜救任务,化工厂的气体探测机器人则可定位生产线上有毒气体的泄漏点位,这一系列的应用既有效保障了工作人员的生命安全,又维持了高危环境作业链的顺畅运转。

2 智能机器人的发展趋势

智能机器人对产业变革的影响力不可小觑,新技术层出不穷,市场的需求越来越呈现出多样化的特性,为了在这股科技浪潮中占得先机,智能机器人技术正试图向多个维度发起挑战,不管是融合其他技术领域,还是强化人机协作的深度,抑或是扩展自身在新场景中的落地能力,这些突破性的尝试将如同雨点般洒落在医疗、农业和能源等诸多行业,孕育出全新的智能化应用场景与可能性。这不再是简单的技术叠加,也不是概念上的革新叙事,而是彻底地推动了一场静悄悄却无比深刻的技术与产业对接的大转型,其深远影响必将超出当前认知边界,成为未来产业重塑的关键引擎力量之一。

2.1 智能化与自主化

深度学习算法为机器人注入更多智能元素,生产数据分析及策略优化是它的拿手好戏,在复杂工业环境下的适应力,也能随情境流转,例如汽车装配场景中,机器人能够凭借过往信息自行摸索焊接轨迹,焊接速率与准确度逐步攀升,由此大幅削减次品的生成比例,这种基于经验积累的细微调适过程,展现了技术的自生长能力,同时装备了深度学习思维的机械单元正逐步摆脱固定路径局限,以一种近乎自我学习的姿态投身于高效制造之中,最终形成更为精良且稳定的生产系统。

自适应控制系统赋予机器人自我调节的能力,在半导体车间里借助气压和温度等动态信息的采集,便可快速反馈与校准,

晶圆切割始终处于微米级高精范畴,这类反馈优化循环显著缩减了人工干预的频次,抑制生产中不必要的波动,为工业制造向全面自动化迈进奠定了不可或缺的基础。

2.2 柔性化与定制化生产

市场对个性化产品的需求持续上涨,制造业势必更倾向于柔性生产方式,模块化设计和快速换产技术就成了不可忽视的关键要素,末端执行器的更换或者控制程序的调整,可使机器人完成不同规格与型号之间的转换,为多品种小批量生产开拓空间,这样的制造模式让企业的市场竞争力得到了显著提升。

2.3 可持续发展

当前全球对环保的关切不断增加,智能机器人也已介入环保领域,各厂商纷纷将节能理念植入其设计中,力求降低能耗并提高能源使用率,在制造环节,智能化设备掌控材料用量近乎无误,从而控制废料生成量,为践行低碳生产提供了可能性,并且得益于先进的废料回收技术,工业界的循环使用观念得以全面覆盖各个环节,智能设备的应用范围将极具扩展空间,在精确分拣后,这些废弃物又能重新注入制造业系统当中,帮助实现资源化利用,助力行业长远可持续发展。

2.4 跨行业拓展

智能机器人的应用边界早已突破传统制造业,逐步向农业、医疗以及航空航天等高附加值领域渗透,在农业中,其身影活跃于提升种植与收割效能;在医疗行业里它们既是手术辅助的得力帮手,也化身院内物流工具运送药品,借助自主路径规划避免人类感染风险,同时还有紫外线消毒机器人,承担起无人区消杀任务。智能机器人还广泛渗入航空航天领域,航天设备的精度标准严格,而高性能机械臂恰好能满足这类需求,其能执行如部件组装,及卫星精密焊接诸多任务,且在太空探测时,可代替航天员工作或维持空间站运行,无需让人类身处险恶环境之下,大幅缓解可能的风险。在交叉研究的大环境下,无疑扩充了机器人的使用界限,更为制造业提供了升级智能路径的新可能。

3 技术挑战与应对策略

智能机器人在制造业应用中虽成效显著,但挑战仍存。

3.1 技术瓶颈

智能机器人在实际应用中,技术层面还有诸多瓶颈。比如,目前机器人对环境的感知精度仍不够高。例如在满是物料的仓库,机器人的视觉识别系统,很容易受光线和遮挡物影响,导致空间定位出现误差,最终机器人抓取失败,或发生与货架碰撞等情况。

另一个技术短板在于机器人决策算法还不够完善,遇到生产线设备突然故障或异常检测时,现有算法因容错设计的不足,难以找到较优策略进行应对,甚至还会出现停机的风险,比如汽车焊接任务中,若机器人无法及时察觉焊点出现偏离并自主调整参数,焊缝质量问题便极可能随之而来。

多机器人协同作业场景里,管控体系优化占据重要地位,就拿整车装配生产线来说,任务分配效率需提升,机器人动作同步和实时通信也成了挑战难关,多台搬运机器人同时运转过程中,

一旦遭遇通信延迟或者路径规划出现冲突,整条生产线极有可能陷入拥堵僵局甚至引发设备碰撞危险态势,此问题迫切呼唤强化协同算法,并且应运开发低延时通信协议予以破题化解。

3.2 非技术挑战

智能机器人技术的推广除技术难题外,还需应对一系列非技术层面的现实阻碍。首先,高昂的初始投入与回报周期压力成为企业部署机器人的主要门槛。以中小制造企业为例,机器人系统的采购成本(如机械臂本体、控制模块、配套软件)往往占据其年利润的30%-50%,加之系统集成、产线改造及后续维护费用,资金压力显著。即便对大型企业而言,动辄数年的投资回报周期(如某汽车厂焊接机器人项目需5年收回成本)也削弱了技术升级的动力。

再看数据安全这块领域,其重要性实在不能轻视,毕竟机器人在运行时极易产生大量敏感内容,生产参数,工艺信息这类核心机密可能因系统漏洞问题而被盗取,在之前某电子代工厂便遇到过这种尴尬事,工厂内机器人控制系统遭到黑客入侵后,使得企业的最新产品图纸外泄,造成高达千万元级别的损失,也促使许多公司开始部署防火墙并实施数据加密应对潜在威胁,但从中也避不开额外的技术管理资源付出。

机器人技术飞速发展,深刻影响了不少行业的结构形态,低技能岗位的规模迅速缩减,而高精度运维,编程调试等技术型职位却频频出现用人空缺,某家电企业引入装配机器人后,产线工人中有六成被迫转向新岗位或直接离岗,为此企业投入大量资源开展技能培训,但由于适应周期拉长且流失问题突出,诸多员工并未如愿填补新的职位缺口,生产高效性和就业稳定性的平衡,逐渐成为政策制定者与企业管理方不断探求的关键议题。

3.3 应对策略

智能机器人技术应用落地要克服不少难题,得从多个方面一起使劲,跨领域技术融合正好是突破瓶颈的关键所在,就像物联网实现实时监控,对云计算输送算力,二者与机器人技术携手,能构建起动态感知体系,某车企利用5G和边缘计算这一组合,让车间里的机器人反应速度达到毫秒级别,复杂环境下也能协同操作并自主决策。

政府通过定向扶持可以减少企业的试错成本,像减免采购国产机器人企业增值税或是设置专项基金来助推核心算法研发等措施;产业链上中下游的企业可以联合构建创新联盟,类似于长三角机器人产业协同体,共享着实验平台与专利池资源,如此

或许能加快技术迭代以及场景适配的脚步。

面对人才缺口和转型压力,构建校企合作体系是一条可行路径,企业可设计多层次的培训项目,像某家知名家电企业针对生产线工人推出“机械臂运维”“异常诊断”等针对性课程,助力他们从传统工种转为专业技术员;职业院校则有必要强化智能控制,工业软件等专业技能授课,并与企业深度合作构建实践模块,保证输出的人才能够精准对接产业需求;同时,政府亦可通过提供技能晋升补贴,并配备再就业支持的方式发挥积极作用,在确保产业升级的同时稳定就业秩序,这不仅有助于减少不稳定风险,还让发展动力进一步得到保障。

4 结论与展望

智能机器人在制造业的应用效果显著,给行业带来了深刻变革,这些机器提升了效率与品质的同时,还降低成本削减安全风险,使得制造业更能灵活适应市场波动,满足定制需求,从而推动行业升级转型。

智能机器人技术在制造业的发展前景颇为明朗,伴随新技术逐步渗透与融合,其潜能将持续释放,像例如脑机接口取得的突破性进展,可能会重新定义人机协作方式;模仿生物构造制作的机器人也正在掀起新的潮流,这些新技术推动着机器人技术往更宽领域价值去探索。同时,这股技术潮流向前涌动离不开众多参与者齐心协力,政府、企业和我们自身各类力量需要合作发挥效能,才能最终实现智能机器人良性发展,从而助力制造业运行品质提升。

[参考文献]

- [1]高舒芳.工业机器人在智能制造中的应用[J].集成电路应用,2025,42(01):148-149.
- [2]姚晴.工业机器人技术在智能制造中的应用探讨[J].中国金属通报,2024,(04):92-94.
- [3]赵青.智能机器人技术在制造业中的应用[J].集成电路应用,2024,41(08):430-432.
- [4]权希乔.工业机器人技术在智能制造领域中的运用研究[J].中国信息化,2024,(08):92-94+89.
- [5]王海军.智能机器人技术在制造业的应用与效益评估[J].中国机械,2023,(23):34-37.

作者简介:

矫雨杉(2002--),男,汉族,辽宁省大连市人,本科,研究方向:机械设计制造及自动化。