

“机器人+”背景下工业机器人技术创新发展方向

陈柏,叶可,吴洪涛

(南京航空航天大学 机电学院,江苏 南京 210016)

摘要:就《“机器人+”应用行动实施方案》的提出,探讨工业机器人的总体发展趋势及其在传统领域和新兴行业的应用与现状,介绍工业机器人技术今后一段时间在协作共融、群智控制技术等方面创新发展的方向和思路。

关键词:工业机器人;协作共融;群智控制

中图分类号:TP242 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-5276(2023)02-0001-03

Development Direction of Industrial Robot Technology Innovation under Background of “Robot +”

CHEN Bai, YE Ke, WU Hongtao

(College of Mechanical and Electrical Engineering, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016, China)

Abstract: Regarding the implementation plan of the "Robot+" application action, the general development trend of industrial robots and their applications and status in traditional fields and emerging industries are discussed, and the directions and ideas for the innovative development of industrial robotics in the next period of time are introduced in terms of collaborative co-integration and group intelligence control technology.

Keywords: industrial robot; collaborative integration; group intelligence control

0 引言

2023年1月19日,包括工业和信息化部在内的十七个部门发布了《“机器人+”应用行动实施方案》,该方案提出,到2025年,制造业机器人密度较2020年实现翻倍,服务机器人、特种机器人行业应用深度和广度显著提升,机器人促进经济社会高质量发展的能力明显增强。在多种因素的影响下,如政策推动机器人应用、疫情后制造业用工需求的提高以及通用设备行业的复苏等,工业机器人行

业有望迎来一个高速发展的新阶段^[1]。

1 工业机器人应用场景不断拓展

自20世纪中期以来,依托计算机和自动化技术等的高速发展,工业机器人在汽车生产线、电子封装制造、食品包装等领域得到了广泛应用,而随着产业应用的深入与扩展,新兴领域如新能源电池、高端装备、仓储物流、环保设备等布局也在加快(图1)^[2]。

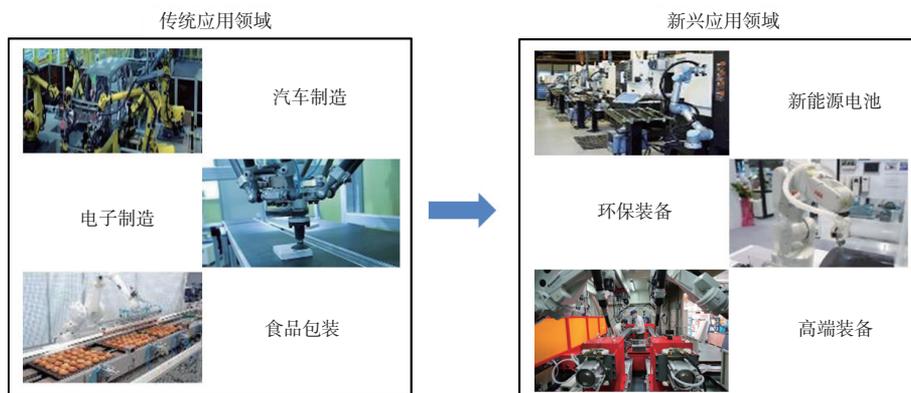


图1 应用场景由传统制造领域向新兴领域加快延伸

基金项目:江苏省科技成果转化项目(BA2022036)

第一作者简介:陈柏(1978—),江苏泰兴人,教授,博导,南京航空航天大学智能机器人研究所所长,江苏省数字化医疗装备重点实验室副主任,国际仿生工程学会高级会员,中国机械工程学会高级会员。入选江苏省“333”高层次人才计划、“六大人才高峰”计划、青蓝工程中青年学术带头人。先后承担国家自然科学基金项目3项、国家863计划项目1项、国防重点预研项目1项、江苏省科技支撑重点项目1项,江苏省重大成果转化项目6项以及其他各类课题20余项。项目技术已获授权国家发明专利40余件。在国内外重要学术期刊发表研究论文100余篇,其中SCI、EI收录论文90余篇。研究成果获江苏省科学技术进步奖二等奖1项。

目前,机器人在工业应用中的典型场景如下。

1) 新能源行业: 工业机器人在新能源行业的应用集中在锂电、光伏两大细分领域^[3]。在锂电领域,我国动力电池产能约占全球 70%,正处于新一轮能源革命的“风暴中心”,锂电池上、下游的产能都呈爆发式增长;而光伏行业历经十余年的发展,其制造规模、技术研发、市场应用和体系建设等多方面都处于国际领先地位。机器人在新能源行业的应用主要是生产车间与仓库两大场景,用于光伏拍板、串焊以及产品在工序间的流转和搬运。在高流量、多任务场景中,集群式工业机器人的智能化与协同性得到了较好的体现,这些应用也促使企业以更高效、更柔性等优势能力快速投产,加速转型升级。

2) 汽车制造行业: 汽车及汽车零部件行业具有严密且完备的标准和体系,是自动化程度非常高的行业。伴随着汽车行业新需求、新技术的到来,其生产正不断向定制化、柔性化和智能化的方向转变,汽车工业制造领域还有广阔的市场空间可待开拓。当前我国近一半的工业机器人都应用在汽车制造领域,用于弧焊点焊、装配、搬运、喷漆、检测、码垛、研磨抛光和激光加工等复杂作业。工业机器人有利于解决汽车制造行业精密加工难度大、招工难以及高风险作业等行业痛点,实现了人与机器的协同发展。

3) 3C 制造业: 3C 制造业作为一种劳动密集型行业,行业人员需一直重复进行高强度的劳动。随着工业自动化水平的提高,能够不间断工作的机器人被越来越多地应用在 3C 行业,生产效率得以大大提高。工业机器人在 3C 制造领域的应用主要有元器件生产、贴片和机器组装等领域。目前,在 3C 制造领域组装机器使用较多的是 SCARA 型四轴机器人,而后是串联关节型垂直六轴机器人。

4) 其他行业: 工业机器人技术现已从传统制造业推广到其他制造业,进而推广到诸如建筑、农业、采矿及灾难救援等各种非制造行业。值得一提的是,特种机器人以高度的灵活性、机动性、适应性,应对复杂环境的能力显著,在应急救援、消防巡检等急难险重任务以及空间探索、海洋资源勘查开采、极地科考等国家重大工程领域实现创新应用,已能部分替代或全部替代人工作业,有效保障了人员健康安全。此外,

中国空间站大小机械臂成功“联手”,精准配合航天员圆满完成舱外操作任务;自主研发的自供电软体机器人,实现了万米海底深潜和驱动;四足机器人、仿生鱼等仿生机器人,可以完成复杂环境的巡检、监测、勘探等多种任务^[4]。

2 工业机器人的新技术发展方向

在技术层面,工业机器人正向“高速、高精、重载、轻量化和智能化”^[5]方向发展。2022 世界机器人大会发布了具有自然语言理解、情感识别与人机交互仿人机器人,软体机器人和人工肌肉等机器人十大前沿技术和家用机器人、医疗康复机器人、仓储和物流机器人等十大应用热点产品。在“机器人+”时代下,随着新一轮科技革命和产业变革加速演进,人工智能、5G 等新技术与机器人技术深度融合,机器人跨行业跨领域的融合应用正在不断增多,新技术新产品新模式新业态也在持续涌现。目前,工业机器人技术的几个主要发展方向如下所述。

2.1 协作共融技术

共融机器人是指能与作业环境、人以及其他机器人协作交互、自主适应复杂动态环境并协同作业的机器人,如图 2 所示。机器人协作共融技术,就是要让机器人把人的符号化、学习、预见、自我调节以及逻辑推理能力与机器的精准、力量、重复能力、作业时间、环境耐受力等结合在一起。共融机器人通过人工智能^[6]与规划算法进一步提高感知、推理、决策、学习等智能活动的能力,融入到人的生产环境,是一个可以和环境、人类进行自然交互的工作系统。

近年来,国内外企业发布了多种人机协作型机器人,这些机器人大多采用圆润、柔软的外壳,并于各个关节集成高性能碰撞检测功能、力矩传感器和视、触觉等感知元件,如应用广泛的“UR”系列协作机器人、ABB 公司的 YuMi 等。这些协作机器人大多轻量小巧,因此带负载能力有限,并且传感器等造价昂贵。在现有工业制造系统中,协作工业机器人由于设计初衷及能力限制,在人员感知和柔性控制能力方面仍有较长的一段路要走。

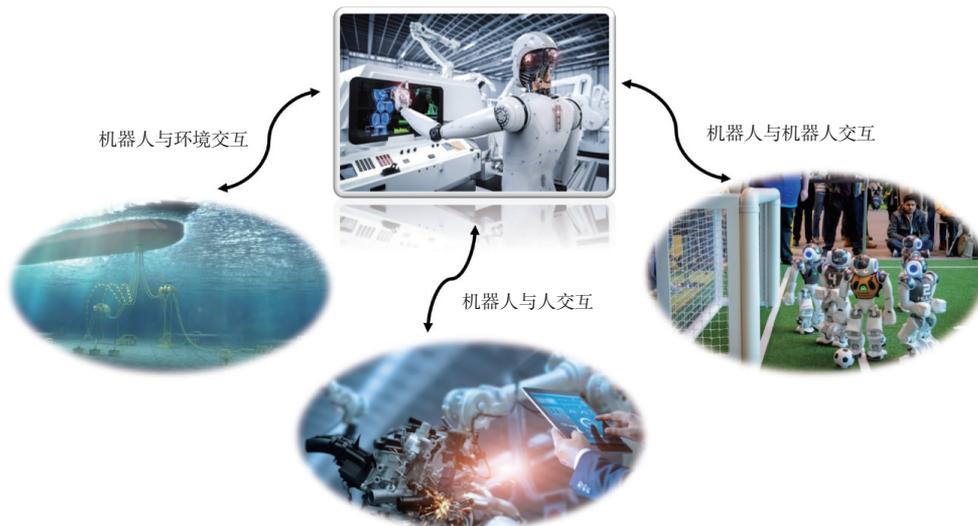


图 2 协作共融机器人

2.2 智慧化、集群化控制技术

工业机器人控制的未来方向主要体现在智慧化、集群化控制技术方面(图3),尤其目前依赖特定问题的数学描述和优化算法实现的“智能”已不能满足日益复杂的作业

和动态任务的需求,将不同的机器人通过群智网络相结合形成智慧机器人的群体,充分利用大数据、云计算和多智能体(multi-agent)控制技术实现高效的信息共享和群体智能感知和行为控制规划是新一代工业机器人技术的重要研究方向。

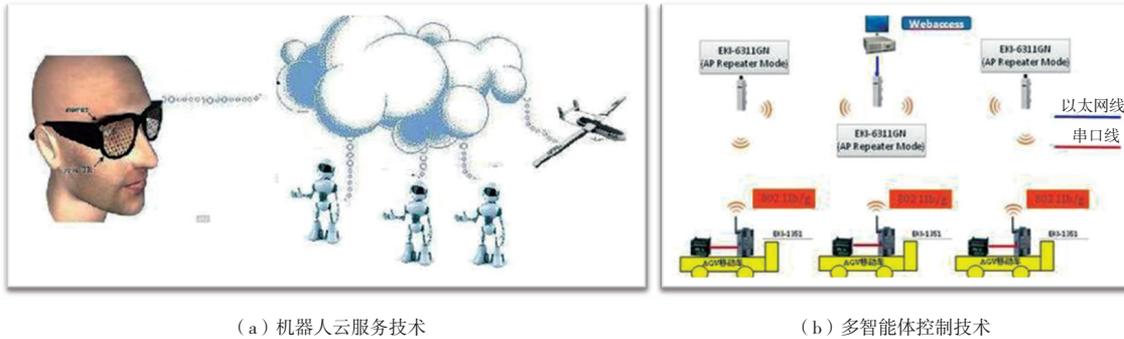


图3 工业机器人技术

2.3 功能模块可重构与系统智能化

工业机器人在功能模块方面的新技术可以分为关键零部件技术和系统层技术两个方面(图4)。随着工业机器人在精密操作、现代智能制造领域的深入应用,生产柔性化、智能化、集成化要求进一步提高,新技术通过整机设计中轻量化、高强度材料的应用提高机器人负载/自重比;新型高标准化、模块化的一体化关节设计有利于提升生产效率和自动化水平;可拓展、可移植的开放式控制系统和可重构化的机械设备搭建能够提高生产线的柔性程度,机器人关键零部件技术的发展将大大加快智能制造和柔性制造的进程。

在系统层技术方面,通过充分利用嵌入式控制系统,使生产技术实现交互式、联网化,达成机器人、机械设备与人之间的共融合作,未来随着人工智能技术的发展与应用,智能机器人系统将以人工智能为决策主体,结合多传感融合感知、虚拟现实与人机交互技术,实现人机智能协作。



图4 工业机器人功能模块

3 结语

随着机器人应用领域的拓展,苛刻的生产环境对工业机器人的质量、体积和灵活度都提出了更高的要求。与此同时,随着研发水平的不断提升、工艺技术的不断创新以及新材料的相继投入使用,工业机器人结构逐渐向轻型化、拟人化方向发展,且控制与感知将向更高智能化水平方向发展。

参考文献:

- [1] 市场潜力持续释放“机器人+”打开应用空间[EB/OL]. (2022-03-02)[2023-03-01]. http://www.news.cn/fortune/2023-03/02/c_1129407601.htm.
- [2] 蔡鹤皋.一个机器人大发展的时代[J].科学与社会,2015,5(2):10-16,9.
- [3] 王玉.新能源行业移动机器人技术创新应用探索[J].物流技术与应用,2022,27(10):138-143.
- [4] 新华网.“机器人+”赋能千行百业 走进千家万户[EB/OL]. (2023-02-02)[2023-03-03]. <http://www.news.cn/info/20230202/590937e55d91410099180a49c434a6af/c.html>.
- [5] 骆敏舟,方健,赵江海.工业机器人的技术发展及其应用[J].机械制造与自动化,2015,44(1):1-4.
- [6] 王志军,刘璐,李占贤.共融机器人综述及展望[J].制造技术与机床,2020(6):30-38,43.

收稿日期:2023-03-03