

走进科研院所
九龙坡区科协协办

云化复合移动机器人 技术开发及应用研究

重庆遨博智能科技有限公司 刘晶晶 杨鑫凯



复合移动机器人是指由移动平台、操作机(以机械臂为主)、视觉模组、末端执行器等组成,利用多种机器人学,传感器融合定位与导航、移动操作、人工智能等技术,集成了移动机器人与操作机功能的新型机器人。相对于传统工业机器人,具有作业范围广,能集成更多功能、能串联更多工作环节的优势,满足当下柔性产线的生产需求。加大对云化复合移动机器人技术研究有助于推动行业技术发展。

A 云化复合移动机器人技术发展现状及趋势

(一)技术发展现状

国外复合移动机器人技术发展迅速,德国Magazino推出TORU移动仓库机器人,其具有智能识别系统,能够准确地从货架上分拣出指定的物品;美国Fetch Robotics公司的Fetch and Freight仓储机器人,可把货架上的商品拿下来,放到Freight上,然后由Freight运送到指定区域;德国库卡生产的KMR iiwa,其具有高度灵活性,能实现人机协作。

在复合移动机器人领域,国内厂商积极探索开发,陆续推出各自品牌的复合机器人。国内协作机器人巨头遨博(北京)智能科技有限公司、新松机器人有限公司等是国内率先推出搭载复合机器人的厂商。

(二)技术发展趋势

复合机器人根植于工业机器人技术发展而来,机器人技术经过两个世纪的发展,取得了明显的进步,如今机器人的智能化程度已突飞猛进。但是随着时代的发展,人们对机器人各方面性能要求的提高,未来机器人的飞速发展是可以预见的,而机器人发展的总体趋势可概括为以下几点。

1. 微型化

随着微电子技术、纳米技术的不断发展,控制器件、传感器也趋于微型化,因此机器人的微型化是必然趋势。机器人的微型化意味着质量、体积的缩小,和更高的灵活性以及更低



西洽会重庆遨博研究院展位。

的能耗。

2. 高可靠性

未来机器人可能面临极其复杂的环境,机器人必须具备较高的可靠性,保证正常工作,在实际生产中,减少机器人的故障停机时间具有现实意义。

3. 设计仿生学

如同人类由鸟儿飞翔得到启发发明飞机,机器人的很多设计创意来自大自然,目前人们发明了一些仿生机器人,例如机器鱼等,但仍需深入研究。

4. 更友好的人机交互

为了使机器人能够更好地为人类

服务,机器人要能全面理解人类的想法,不仅限于通过人机界面,还包括语言、动作、表情等的交互。

5. 人机协作

人机协作是科技发展的新趋势,改变原来机器人和人相互隔绝的现状,由人和机器人共同完成作业。简单地说就是人直接用“手”来操作机器人。

6. 人工智能

人工智能是未来机器人最显著的特点,机器人具备与人类一样感知环境的能力,以及在当前环境下做出最优决策的能力,变得越来越拟人化。

B 云化复合移动机器人技术开发面临瓶颈

(一)对协作机械臂柔顺控制技术及碰撞规避研究进入深水区,技术突破难度加大

复合机器人上搭载的机械臂,需要在移动过程中和到达点位时完成高效精准的动作,是复合机器人实现其功能与任务的最重要载体。由于复合机器人具备移动能力,令协作机械臂的工作范围极大扩展,对协作机械臂的柔顺性、灵活性、安全性也提出了更高的要求。

现阶段高速高精度协作机械臂通常采用阻抗控制方法实现柔顺性,但与真正的人机协作相比还存在不小的距离。特别是柔顺控制方案中的稳定性阈值选取缺少合适的理论依据,只能根据经验得出,同时大多数集中于优化单一目标,缺少多目标优化方案。以复合机器人柔顺控制的需求为牵引,结合积累的大量用户反馈数据,通过稳定性指标确定,设计多目标优化的自适应控制算法,实现高速高精度协作机械臂的柔顺控制。并研制高速高精度协作机械臂系统样机,进行人机协作能力典型应用验证。

综合来看,复合机器人上使用的协作机械臂,还需要完成一体化关节设计,高速、高精度、多自由度的一体化关节研发,实现高速、高精度、运动灵活的协作机械臂产品在复合机器人上的稳定安全应用。

(二)视觉感知导航技术不够成熟

复合机器人基于视觉感知规划系统实现自主导航,视觉感知规划系统包括传感、感知、规划系统等三部分。鉴于复合机器人的功能多样性和可扩展性,视觉感知规划系统应采用模块化的设计方法,构建高精度视觉感知规划系统的分层体系结构,包括核心算法层、软硬件平台层及应用层。在核心算法层面,进行成像算法、识别算



高性能复合移动机器人。

法以及轨迹规划算法等的深入研究;在软硬件平台层面,形成包括高精度3D相机、视觉算法软件以及机器人规划软件等搭建起来的视觉规划体系;在应用层面,形成具有不同功能的视觉组件,对应的产品通过提前定义的通信协议进行互联互通,最终实现通过视觉引导复合机器人的任务规划与动作执行,实现复合机器人更完善的应用。

复合机器人视觉感知规划系统应具备自主可控的低成本核心部件,能够对机械臂作业环境进行感知,以及对于目标的多传感器融合感知,从而构建起多目标约束下的多自由度机械臂自主运动规划技术。但目前视觉感知技术依然存在一些技术缺陷,主要有工业相机视觉成像安全稳定性不高、视觉感知软件算法精确性不足等问题。

(三)基于5G的云端一体化实时控制技术不够成熟

控制系统作为调控机器人运动的核心,是保证机器人任务执行准确性与流畅性的关键,对于复合机器人来说,由于其包含了多种不同执行系统与操作模组,对于整个复合机器人的

控制更加彰显出重要意义。作为将自主移动与机械臂任务执行等功能合为一体的机器人,在提供了丰富的任务解决方案与任务处理能力的同时,由于较大的灵活性的引入,势必造成各项任务、各系统之间误差的积累与耦合,降低了操作的精度与稳定性。这需要复合机器人同时具备较高的智能感知、自动解耦、动态修复能力,以权衡复合机器人操作方案的灵活性与任务执行的准确性。虽然复合机器人主要涉及的移动机器人与机械臂各自独立的主控系统都已经相对成熟,但是双方硬件及软件的互联互通性能还略显不足。如何实现复合机器人各子系统间的优化整合与联调联试,将直接决定复合机器人的性能,成本以及所能执行的工作复杂度。

5G云端技术的发展,为机器人控制系统的信息化、轻量化提出了一个新的思路,但目前对基于5G的云端一体化实时控制技术研究不够成熟,还存在较多技术难点。

(四)云管边端的工业互联网平台及应用研究较少

工业互联网平台建设步伐不断加快,对安全的需求更加迫切,从原有的工控安全演进到设备、网络、数据的全面安全,在这个过程中,工业互联网平台安全领域的技术、管理、标准、政策法规体系方面的供给能力都不足。尤其是工业基础设施虚拟化软件或虚拟机操作系统漏洞可能被攻击者利用,破坏隔离边界,实现虚拟机逃逸、提权、恶意代码注入、敏感数据窃取等攻击,从而对工业互联网平台上层系统与应用程序造成危害。另外,云基础设施层通过虚拟化技术为多租户架构、多客户应用程序提供物理资源共享能力,但虚拟化技术提供的隔离机制存在缺陷,导致多租户、多用户间隔离措施失效,造成资源未授权访问问题。

C 云化复合移动机器人技术发展建议

(一)加强协作机械臂柔顺控制技术及碰撞规避方法研究

针对传统工业机器人由于速度快、载重大,易构成安全隐患,不适用于动态未知环境中的配合加工,和一般协作机械臂配备力矩传感器与柔性关节单元,或关节配置应变计,来检测轻微的碰撞,重复精度偏低等问题。提出基于臂-手的空间行为规避理论与方法,揭示基于对人类的动作和行为意图识别与理解的动态运动规律,设计基于多传感器的信息融合精度修正算法,构建运动数据库和动态规避模型,形成协作机器人柔顺控制技术和动态与预测结合的规避策略,从而有效解决当前协作机器人精度不高、规避延迟等问题。

(二)强化基于人工智能微集成导航技术应用

针对一般工业和协作机器人采用固定基座,工作空间受限,运动协调性差等问题,为保证机器人运动路径最优和精确性,提出移动复合式协作方式,揭示运动模式下机械手快速定位与精准抓取的协作规律,设计基于AI(人工智能)的自主导航算法,构建环境感知与定位模型,形成机器人在未知环境中的精准定位抓取能力,有效解决协作机器人动态移动与精准抓取

协调问题。具体技术包括目标环境定位感知、智能识别与动态优化、实时构建与智能决策等。

目标环境定位感知是基于互联网平台的边缘和动态搜索智能算法,通过多传感器的实时信息,探索当前环境中存在的目标,准确标定所有目标的位置、运动状态等,而对于动态变化的目标,根据其变化参数,预测其运动模型,修正并优化目标值。

智能识别与动态优化是基于工业互联网平台的云化软件、通用PaaS、工业App等组件,通过人工智能算法对机器人运行过程中所采集图像进行分析,智能识别出所检测对象的种类及其运动状态,运用智能调度系统,对机器人行进路线进行实时动态自适应修正,智能处理任务优先等级。

实时构建与智能决策是基于工业互联网平台的建模与开发环境和机器学习模型等组件,根据3D激光雷达的数据回传和人工智能算法对所处环境进行特征提取、数据关联、状态估计、状态更新以及特征更新等操作,完成对周围环境的实时3D建模,同时融入人工智能识别等人工智能技术,对运动状态和执行任务进行决策。

(三)加大基于5G的云端一体化实时控制技术开发力度

针对5G通信支持下的复合机器人

多机系统在动态开放环境中执行任务的需求,在现有工业互联网基础上,研究复合机器人硬件集成技术,实现环境监控传感器、电机驱动及运动控制、网络异常安全模块、5G通信等模块的集成,开发复合机器人边缘计算模块及云端服务平台等使能部件,将复合机器人工控机云化。将云端系统作为复合机器人运行的决策大脑,复合机器人系统组成包含复合机器人本体+5G通信系统+云端大脑,通过云端控制计算,其最终效果不高于机电一体化,以逆向方法获取多传感器的信息有效数据,通过5G网关将所有传感器连接到5G基站并直接分流到MEC,优化调参,配置自适应的SLAM导航定位技术、SCADA系统和调度模型,机器人运行中根据需求,自动选择有效的传感信息,动态优化SLAM参数,同时基于调度模型和SCADA系统,控制多机协同。

(四)加强云管边端的工业互联网平台及应用

针对当前边缘计算技术发展的最新趋势,结合复合机器人应用中各方面要求,研究复合AGV硬件集成边缘、云控服务器平台、5G网络技术架构等三个层次的部署方法,形成云管边端的工业互联网平台。云端服务器具备一体化工控机3倍以上计算能力,能够完成3台以上底层群机调度、管控。



▲智博会重庆遨博研究院展位现场。
▲5G智能工厂一体化调度控制系统。
本版图片均由重庆遨博智能科技有限公司提供