带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人研究

Research on teleport robot with digital twin

邱鸿华 艾方旭 罗晓杰 林哲楷 吴涵钰

Honghua Qiu Fangxu Ai Xiaojie Luo Zhekai Lin Hanyu Wu

东莞理工学院 中国·广东 东莞 523808

Dongguan Institute of Technology, Dongguan, Guangdong, China, 523808

摘要:在热室、复杂等恶劣的环境下,如何用机器人搬运沉重且形状大小不一的废料屏蔽筒成为一大难题。在搬运过程中,由于操作人员视野受限,机器人存在行驶轨迹偏移、容易发生碰撞等问题。在这些痛点的聚焦之下,我们提出了一种带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人。机器人具有机动灵活,孪生数据实时性强,以及上位机与底层框架通讯信号精准的特点,能在复杂环境中提高工作效率。

Absrtact: in hot chamber, complex environment and so on, how to use robot to carry heavy and different shape waste shield tube becomes a big problem. In the process of handling, due to the limited vision of the operator, the robot has the problems of track deviation and collision easily. In the focus of these pain points, we propose a teleoperation radiation shield carrying robot with digital twinning. The robot has the characteristics of flexible maneuverability, strong real-time twinning data and accurate communication signal between the upper computer and the underlying frame, which can improve the working efficiency in complex environment.

关键词:带数字;遥操作;辐射屏蔽筒;搬运机器人

Keywords: band number; Teleoperation; Radiation shield; Handling robot

DOI: 10.36012/etr.v2i11.2910

1 引言:

随着科技的发展,越来越多的实验室被投入研究,其中不乏生物实验室试验地,生物物理研究所等这种工作于复杂环境这种的实验室。其中,在作业过程中,会产生众多的罐装废料物品,由于工作环境的特殊,会产生众多对人体有害的辐射等有害因素,不利于工作人员对其搬运;搬运过程中,由于操作人员视野受限,机器人存在无法精准定位,易碰撞,易偏移等问题。基于这一背景,本文提出了一种带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人,利用数字孪生系统按比例还原了工作场景,在虚拟环境中对搬运车在现实工作中的状况进行监控和预警。

本文所设计的带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人,不仅承重能力强,机动灵活,成本较低,而且基于数字孪生系统的使用,其定位更为精准,实时性更强。不仅在很大程度上减少了对工作人员的健康威胁,其效率 and 安全性也会更加提高,有利于我国的科学技术研究的进一步发展。

2 结构设计:

模型搭建是系统开发的必要环节,本文采用 SolidWorks 三维建模软件进行模型设计。搬运机器人整体分为三个部分——车架、运动控制结构及抬升结构。如图 1 所示

图 1 带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人轴测图

1—驱动轮 2—转向伺服电机 3—双耳托臂(左) 4—宽

【作者简介】邱鸿华(1998~),男,汉族,广东茂名,学士,从事计算机视觉和机械设计研究。

度调节气缸(左)5—竖直导轨(左) 6—电机驱动器 7—竖直导轨(右) 8—直线导轨 9—宽度调节气缸(右) 10—车架

车架为单一开口“凹”字型方形结构,且车架经过加厚处理,使得整体重心降低,提高车辆作业时的稳定性。运动控制系统分为四个驱动轮和四个转向伺服电机,其中驱动轮联接车架,每个驱动轮装置都设有独立的转向伺服电机,每个驱动轮和转向伺服电机可独立控制,使得机器人转向更加灵活。抬升结构在“凹”字型车架开口对应的横梁处,有一竖直放置气缸联接抬升装置和车架,控制整体抬升结构的升降。抬升结构的托臂数量为两组,两组托臂对称安装,可以通过左右调宽气缸控制相对宽度,适应搬运多种宽度的物体。其中的双耳托臂为上下双托位结构,设有上托位和下托位,可根据不同高度选用上托位或下托位,可搬运多种高度的物体,与常用单托臂的升降装置相比,双托臂更加方便适合。

3 系统开发:

本文设计的带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人搭建了基于 I/O 通信的多线程遥操作控制系统和数字孪生系统。

机器人的控制系统:基于 I/O 通信的多线程遥操作控制系统,实现了多个步进电机的独立控制。区别于普通的运动底盘,本系统采用树莓派作为上位机,与底层单片机进行通信,能同时控制多个步进电机,增加底盘运动的自由度,提高机器人在狭隘空间的灵活性。

融合三维重建及增强现实技术的数字孪生系统:该系统需要在环境中布置特定视觉传感器。

三维重建:第一步,将采集的工作环境照片导入三维重建算法模型当中;第二步,利用稀疏点云算法对其进行处理;第三步,利用稠密点云算法对其进行进一步的处理;第四步,进行表面重建和纹理深度重建,得到基本完整的环境三维模型;第五步,将渲染后的模型导入 Unity3D 中,得到环境的孪生模型。

图2 数字孪生系统三维重建技术实现流程图

基于 vuforia 的增强现实技术:结合环境中的视觉传感器,可以实现机器人虚拟模型与现实的同步运动,准确反映位置信息,大大降低了操作者的操作难度。在机器人运动路径发生较大偏移时,系统会发出警报,让操作者及时纠正。

图3 数字孪生增强现实示意图

4 运动测试:

通过上文的结构设计与系统设计,我们进行运动测试。通过三维重建在 Unity3D 中得到孪生场景,再在 Unity3D 中启动基于 Vuforia 的增强现实技术,通过调整在孪生场景中虚拟搬运车的坐标,使之与现实位置相对应。最后再通过遥操作控制系统对搬运车进行远程遥操作作业。环境中的视觉传感器会通过特定的标识物识别搬运车所在位置,并实时同步在 Unity3D 的孪生环境中。在主系统下还设计了安全预警子系统,当搬运车轨迹发生较大偏移时,系统会发出警报,提醒操作员及时纠正。

在实验中,我们启动系统,视觉传感器能正确识别标识物,在 Unity3D 孪生场景中实时同步搬运机器人的位置和状态,并使用遥操作系统对搬运车发出行进、转向及夹持作业等命令,人为地进行运动轨迹偏移对预警系统进行检测。实验结果表明,带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人的遥操作运动控制功能反应迅速,功能完善,数字孪生系统、预警系统能稳定运行。如图4所示,能实现预期效果。

图4 机器人系统测试效果图

5 结语:

本文的带数字孪生的遥操作辐射屏蔽筒搬运机器人,使用基于 I/O 通信的多线程遥操作控制系统,相对于传统的控

(上接第 79 页)如洗眼器、灭火器、应急喷淋装置等,定期进行检查,确保正常使用;配备通风系统,并保证通风换气设备的正常运转;配备烟雾报警器、应急药箱等。

2.3 规范化学药品贮存、使用与管理,保障药品安全

①规范保存及领用流程。根据《危险化学品安全管理条例》(国务院令第 591 号、第 645 号)、GB15603《常见化学危险品贮存通则》等规定要求,化验室中的化学药品和试剂要根据不同的化学特性进行分类存放,并根据化学特性使用专业器具盛放,化学药品的贮存应符合有关安全规定,有防火、防雷、防爆、消除静电等安全措施。化学性质不同或灭火方法相抵触的化学药品不同室存放。化学药品贮存文字标识应清楚,并且不得超量存放。

②剧毒、易制爆、剧毒化学品管理。为了严格属于危险化学品的剧毒、易制爆、剧毒药品的贮存、保管和使用,防止意外流失,造成不良后果和危害,对于化验室的使用的剧毒、易制爆、剧毒化学品要单独制定一个严格的管理制度。应当锁在专用的药品柜中,实行领用需申请、审批、双人登记签字制度。化验室人员在使用时要根据具有使用口罩、呼吸器、防护眼镜、防护手套等用具。

2.4 完善规整制度,落实安全责任制

①安全规章制度的建立是安全管理实施过程中必不可少的。化工企业应根据国家有关安全法规政策,结合自己具体情况制定规章制度和考核标准,如“化验室安全管理制度”、“化验室安全岗位责任”等,定期组织人员学习,做到人人参与、人人监督,把安全工作落到实处。

②制定应急救援机制,防患于未然。虽然通过各种措施,可以降低风险、预防事故。但事故是不可能绝对避免的。所以,要提前制定科学可行的应急救援预案,尤其是面对非常常见的火灾、中毒等安全事故,提高应对风险和防范事故

制系统,提高了搬运车在狭窄复杂环境下的作业灵活性;使用三维重建技术及基于 Vuforia 的增强现实技术相结合的数字孪生系统,实现对真实复杂作业环境的虚拟孪生,以及对搬运车的作业运动进行实时同步,与传统的人工遥控搬运车相比,减少了对工作人员的健康威胁,提升了搬运的效率和安全性。

参考文献

- [1] 汪永吉. 基于非周期性提取像素的全景图像三维重构[J]. 计算机仿真, 2021, 38(02): 128-132.
- [2] 王安然. 增强现实(AR)技术环境下真实与虚拟关系的实在性分析[J]. 自然辩证法通讯, 2021, 43(04): 40-46.
- [3] 石磊, 孙晶, 孙凯明, 王刚. IO-Link 通信从站协议栈的设计[J]. 自动化技术与应用, 2019, 38(02): 46-48.

的能力,保证职工的全员健康和升满全,最大限度的降低财产损失、环境污染以及对社会的影响。

2.5 妥善处理废弃物,防止环境污染

从化验室设计阶段,化验室应当与其他办公区域存在一定距离或者隔离。对化验室内的通风橱等通风设备进行经常性检查维护,对接触物料的设备,做好设备的密封、堵漏工作,避免扬尘和物料泄露。分析人员在检验过程中,所有可能析出有毒气体的操作,都必须在通风橱中进行。化验室废液、废弃物等,设置专门的收集桶、粘贴标识。按照国家规定,实行固体废弃物分离管理处置,不得与生活垃圾混存,处置须有台账,不得乱排、乱放、乱倒。

3 结束语

在当前“安全第一”的大环境下,化验室的安全是各项工作的前提,是保障化验过程正常进行的标准和基础,化工企业化验室的安全管理必须从严、细、实上下功夫。人员安全理念到位、设备仪器和药品管理到位、操作人员操作到位,化验室才能实现本质安全。

参考文献

- [1] 郑云峰. 浅谈化工企业化验室的安全管理[J]. 中国科技博览, 2014(05)
- [2] 邵霞. 浅谈企业分析化验室的安全管理[J]. 化工安全与环境, 2014(50)
- [3] 李晓庆, 李娟, 阮再勇. 浅谈化工实验室安全管理遇到的问题和策略[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2014
- [4] 潘蕾. 实验室安全管理体系的构建与实践[J]; 实验室研究与探索[J]. 2010(12)
- [5] 中华人民共和国国务院令第 591 号 [3] 《危险化学品安全管理条例》