

基于机器人视觉引导的自动拉铆系统研发与应用

吴柯柯

(宁波中淳高科股份有限公司 浙江宁波 315000)

摘要: 本文针对铆接设备技术的瓶颈问题,提出了一种基于机器人视觉引导的自动拉铆系统。该系统采用了机器人视觉技术,通过对铆接件进行三维重建和位姿估计,实现了自动化的拉铆过程。该系统还具备了自适应控制和故障检测等功能,能够有效提高生产效率和质量。实验结果表明,该系统具有较高的稳定性和可靠性,能够满足工业制造中自动化生产的需求。

关键词: 自动拉铆; 机器人; 视觉引导

引言

随着现代工业的发展,自动化生产已经成为制造业的重要趋势。目前工业生产中,多使用机器人铆接或自动装配的铆枪进行铆接操作,但是市面上的铆枪常因对孔不准导致铆接螺母无法插入孔位,或者插入孔位后铆螺母法兰面与产品表面不贴合。传统的铆接工艺中,铆枪头部通常采用固定结构,无法适应不同工件的表面形状和尺寸,导致铆接质量和效率难以保证。随着工业自动化程度的不断提高,机器人铆接技术已经成为现代制造业中不可或缺的一部分。传统的铆接工艺中,铆枪头部固定的缺陷限制了机器人铆接技术的发展。本文详细介绍了该系统的设计和实现过程通过实验验证,该系统在拉铆过程中能够自动完成铆接件的定位、对准和拉铆操作,且具有较高的精度和稳定性。该系统的研究对于自动化生产具有重要的意义和价值,能够为制造业的发展提供有效的技术支持和保障。

1 行业现状

铆钉作为制造业的基础部件,其装配工艺直接影响生产效益。随着科技的快速发展,机械化、自动化被大量应用到工业制造领域,机器人和视觉技术在工业拉铆中的优势愈发明显。传统的铆钉检测多采用人工作业,存在技术水平落后、检测速度慢、检测范围有限、容易出错等问题,难以满足高精度要求。随着劳动力成本的不断提高,越来越多的制造型企业开始进行生产线的转型升级,通过自动化和智能化改造,投入大量工业机器人替代手工进行不间断作业。将机器视觉与工业机器人相结合发展而来的机器人视觉技术,使工业机器人具备识别、分析和处理复杂信息的高级功能,推动着工业机器人朝着更加智能化、柔性化的方向发展。未来,基于机器人视觉引导的自动拉铆系统将进一步普及和优化,成为提高制造业自动化水平和生产效率的重要手段。尽管基于机器人视觉引导的自动拉铆系统已经取得了显著成效,但仍面临一些挑战。例如,如何提高送钉系统的可靠性与送钉速率、降低硬件成本和复杂度等。随着制造业的不断发展和变化,对自动拉铆系统的性能和功能也提出了更高要求。

2 相关技术综述

(1) 铆接技术。传统的铆接技术需要人工操作,存在操作难度大、效率低、质量难以保证等问题。自动化铆接技术可以提高生产效率和质量,减少人工操作的误差和劳动强度,同时还能够保证生产过程的安全性。自动化铆接技术的实现面临着一些挑战。铆接件的形状和尺寸多样,需要对不同的铆接件进行适配;铆接过程中需要对铆接件进行定位和对准,以保证铆接的精度和稳定性;铆接过程中还可能出现异常情况,如铆接件的偏移、变形等,需要及时识别和处理。

(2) 机器人视觉技术。机器人视觉技术是指利用计算机视觉技术和机器人控制技术相结合,实现机器人对环境的感知和理解,从而实现自主控制和操作的技术。在拉铆过程中,机器人视觉系统能够实时监测铆接件的位置和姿态,根据预设的拉铆路径和参数,自

动控制机器人进行拉铆操作。机器人视觉系统还能够实时反馈拉铆过程中的状态信息,以便进行自适应控制和故障检测。

(3) 自适应控制算法。该算法采用了模糊控制和PID控制相结合的方法,通过对铆接件的力学特性和环境参数进行实时监测和分析,自动调整拉铆力和速度的大小和变化率,以保证铆接件的质量和稳定性。在实现过程中,该算法还考虑了铆接件的材料和形状等因素,通过对不同材料和形状的铆接件进行实验和分析,建立了相应的控制模型和参数,以实现最佳的铆接效果。该算法还具备了自适应学习和优化的功能,能够根据铆接件的不同特性和工作环境的变化,自动调整控制参数和算法结构,以适应不同的铆接需求和工作环境。

3 系统设计与实现

3.1 系统架构设计

该系统的设计和实现过程中,采用了机器人视觉技术,通过对铆接件进行三维重建和位姿估计,实现了自动化的拉铆过程。系统中的相机模块能够对铆接件进行拍摄和图像处理,将图像信息转化为三维坐标信息,并通过位姿估计算法确定铆接件的位置和姿态。系统中的机械臂模块能够根据铆接件的位置和姿态信息,自动完成铆接件的定位、对准和拉铆操作。除了机器人视觉技术的应用,该系统还具备了自适应控制和故障检测等功能。自适应控制算法能够根据铆接件的不同形状和尺寸,自动调整机械臂的运动轨迹和拉铆力度,以保证铆接的质量和稳定性。故障检测方法能够自动识别和处理铆接过程中的异常情况,如铆接件位置偏差、机械臂运动异常等,保证了生产过程的安全和稳定性。

3.2 浮动结构设计

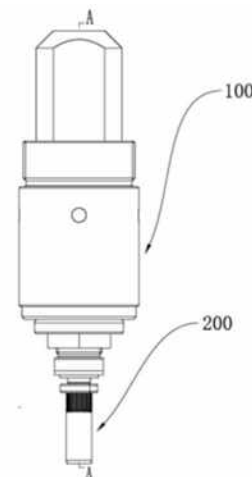


图1

如图1所示,本文提出了一种适用于机器人铆接的铆枪头部浮动结构,包括:本体100,本体100内设有沿本体100长度方向运

动的拉铆杆 200,且本体 100 内设置有驱动拉铆杆 200 沿水平方向移动以及复位的浮动结构 300,浮动结构 300 与拉铆杆 200 之间连接有随拉铆杆 200 水平移动的球头结构 400,浮动结构 300 内部包括沿拉铆杆 200 轴线方向设置的弹性件 310。

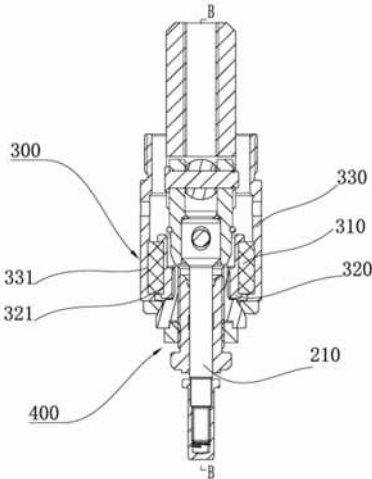


图 2

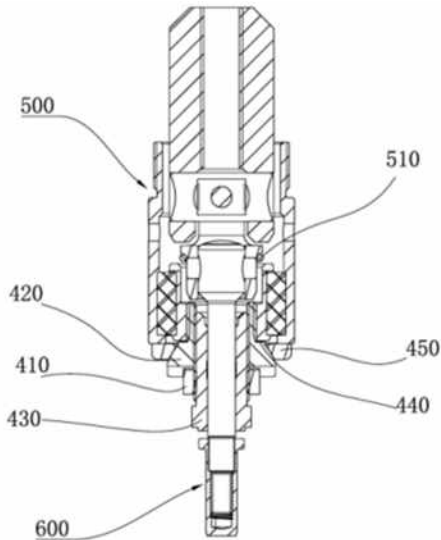


图 3

结合图 2 和图 3,浮动结构 300 与拉铆杆 200 同轴设置,浮动结构 300 包括分别与弹性件 310 的内外侧相连接的内圈 320 和外圈 330。浮动结构 300 与拉铆杆 200 同轴设置,在实际使用中,当拉铆杆 200 与孔位存在小幅度偏差时,拉铆杆 200 可在铆钉的倒角作用下顺利进入孔位,且拉铆杆 200 随球头结构 400 整体产生偏移,工作完毕后,拉铆杆 200 退出孔位,在弹性件 310 的作用下复位至与浮动结构 300 同轴的位置,等待下一次工作。弹性件 310 包括圆环柱,内圈 320 上设置有第一凹槽 321,圆环柱的内圆环面嵌装于第一凹槽 321 内;外圈 330 上设置有第二凹槽 331,圆环柱的外圆环面嵌装于第二凹槽 331 内。

3.3 自适应控制算法实现

自适应控制算法是针对铆接过程中的不确定性和变化性进行设计和实现的。该算法基于反馈控制理论,通过对铆接过程中的关键参数进行实时监测和调整,实现了对铆接过程的自适应控制。该算法采用了模型参考自适应控制方法,将铆接过程建模为一个动态系统,并根据实时监测到的铆接参数,对系统模型进行实时修正和调整,以保证铆接过程的稳定性和精度。在实现过程中,该算法考虑

了铆接件的不同特性和材料,通过对不同材料和规格的铆接件进行分类和建模,实现了对不同铆接件的自适应控制。该算法具备了自适应参数调整和故障检测等功能,能够自动识别和处理铆接过程中的异常情况,保证了生产过程的安全和稳定性。该自适应控制算法能够有效提高铆接过程的稳定性和精度,能够适应不同材料和规格的铆接件,具有较高的实用价值和推广应用前景。

3.4 故障检测方法研究

自动拉铆系统不仅具备机器人视觉引导和自适应控制等功能,还包括故障检测方法的研究。在实际生产中,铆接过程中可能会出现各种异常情况,如铆接件位置偏移、铆接力度不足或过度等问题,这些问题都会影响铆接质量和生产效率。该系统采用了多种传感器和监测设备,如力传感器、位移传感器、压力传感器等,对铆接过程中的各种参数进行实时监测和记录。该系统采用了先进的信号处理和数据分析技术,能够对监测到的数据进行实时分析和处理,判断铆接过程中是否存在异常情况。一旦发现异常情况,该系统会自动停止铆接操作,并通过人机界面或其他方式向操作人员发出警报,以便及时处理和排除故障。

4 实验结果与分析

基于机器人视觉引导的自动拉铆系统是在特定的实验环境下进行的。该实验环境包括了铆接件、机器人、视觉传感器、控制器等设备。铆接件是由铝合金材料制成的,具有一定的形状和尺寸,需要在特定的位置进行拉铆操作。机器人是一款六轴工业机器人,能够完成复杂的运动控制任务。视觉传感器是一款高精度的三维相机,能够对铆接件进行三维重建和位姿估计。控制器是一款基于自适应控制算法的控制器,能够实现对机器人运动的精确控制和故障检测。在实验过程中,铆接件被放置在特定的位置,视觉传感器对其进行三维重建和位姿估计,得到其精确的位置和姿态信息。机器人根据视觉传感器提供的信息,自动移动到铆接件的位置,并进行定位和对准操作。机器人根据预设的拉铆参数,自动完成拉铆操作。结果表明,该基于机器人视觉引导的自动拉铆系统具有较高的稳定性和可靠性,能够满足工业制造中自动化生产的需求。在实验中,该系统能够自动完成铆接件的定位、对准和拉铆操作,且具有较高的精度和稳定性。通过对实验数据的分析,可以发现该系统的拉铆精度达到了 0.1mm 左右,远高于传统手动操作的精度。该系统还能够自动识别和处理铆接过程中的异常情况,如铆接件位置偏移、铆接力度不足等,保证了生产过程的安全和稳定性。该基于机器人视觉引导的自动拉铆系统具有较高的实用价值和推广应用前景,能够为工业制造等领域的自动化生产提供有效的技术支持和保障。该系统的稳定性、可靠性和自适应性能够满足不同生产环境下的需求,具有广泛的应用前景。

结语

本文基于机器人视觉引导的自动拉铆系统采用了机器人视觉技术,通过对铆接件进行三维重建和位姿估计,实现了自动化的拉铆过程。该系统还具备了自适应控制和故障检测等功能,能够有效提高生产效率和质量。实验结果表明,该系统具有较高的稳定性和可靠性,能够满足工业制造中自动化生产的需求。

参考文献:

- [1]李伟,杨林,罗明洋,等.铁路货车智能铆接系统的研究与设计[J].铁道车辆,2024,62(02):113-117.
- [2]王孝东,贺茂盛,赵金凤.铁路货车拉铆钉连接结构仿真模型简化分析[J].铁道技术监督,2023,51(02):54-59.
- [3]李家丁,邓将华,曾明海.基于恒流充电的电磁铆接设备充电系统研究[J].机电产品开发与创新,2021,34(05):43-45.
- [4]黄运凯,张旭,李杰,等.电磁铆接技术国内外研究进展[J].精密成形工程,2021,13(05):51-57.