

Research and Development and Optimization of Automatic Slag Fishing Robot Based on Visual Recognition Technology

Jiaping Wen

Shougang Company Qian'an Iron and Steel Company, Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract

As a key automation equipment in modern industrial production, the fully automatic slag recovery robot plays an important role in the field of metal smelting and processing. With the continuous development of science and technology, visual recognition technology, as an important perception technology, provides new possibilities for the research and development and optimization of automatic slag fishing robot. This paper discusses the research and development and optimization of automatic slag fishing robot based on visual recognition technology, and conduct in-depth analysis of its system architecture, visual recognition system design, collaborative design of robot control system and other aspects, in order to provide useful reference and inspiration for the research and practical application in related fields.

Keywords

fully automatic slag fishing robot; visual recognition technology; research and development

基于视觉识别技术的全自动捞渣机器人研发与优化

文家平

首钢股份公司迁安钢铁公司, 中国·河北唐山 063000

摘要

全自动捞渣机器人作为现代工业生产中关键的自动化设备,在金属冶炼和加工等领域发挥着重要作用。随着科技的不断发展,视觉识别技术作为一种重要的感知技术,为全自动捞渣机器人的研发与优化提供了新的可能性。论文探讨基于视觉识别技术的全自动捞渣机器人的研发与优化,并对其系统架构、视觉识别系统设计、机器人控制系统的协同设计等方面进行深入分析,以期对相关领域的研究和实际应用提供有益的参考和启发。

关键词

全自动捞渣机器人; 视觉识别技术; 研发

1 引言

在钢铁等重工业生产中,捞渣作业是保证炼钢质量的重要工序。传统的捞渣作业通常依赖人工进行,不仅效率低下,而且存在极大的安全风险和劳动强度。近年来,机器人技术、计算机视觉技术和智能控制技术的结合为解决这一问题提供了新的技术手段。全自动捞渣机器人的研发和应用,能够有效提升捞渣作业的自动化水平,提高生产效率和安全性,同时也是实现智慧工厂和智能制造的重要步骤。

2 全自动捞渣机器人的背景和重要性

2.1 技术背景

全自动捞渣机器人的出现,离不开现代工业自动化技术

【作者简介】文家平(1982-),男,中国海南东方人,本科,工程师,从事机电工程系列自动化控制、智能化及信息化管理研究。

的发展。随着人工智能、机器人技术、传感器技术等领域的快速发展,工业生产过程中的自动化程度不断提高,全自动捞渣机器人利用先进的视觉识别系统、智能控制系统和机械臂等技术,能够精准识别并清理各类渣料,实现全自动化操作。

2.2 工作原理

全自动捞渣机器人通常配备有高清晰度摄像头和先进的图像识别算法,能够准确识别炼钢过程中产生的各类渣料,一旦识别出目标渣料,机器人便会运用自身的机械臂和抓取装置,精准抓取并清理渣料,然后将其转移至指定的处理区域,完成整个清理和处理过程。在这一过程中,机器人能够根据实时数据和算法进行智能化的决策,从而提高了操作的精准度和效率^[1]。

2.3 重要性

全自动捞渣机器人在钢铁生产中具有重要的意义和价值。一是它能够显著提高生产效率,降低人力成本,相较于传统的人工清理方式,机器人能够实现24小时不间断作业,高效完成清理任务,大幅度缩短了清理时间,提高了生产效

率。二是全自动捞渣机器人的运行能够降低工人的劳动强度，减少了人为操作对工人身体健康造成的影响，提升了工作环境的安全性。三是机器人的清理过程更加精准、规范，有利于提高渣料回收利用率，降低了对资源的浪费，符合可持续发展的理念。

3 全自动捞渣机器人的研发与优化

3.1 捞渣机器人的系统架构

3.1.1 机器臂系统

全自动捞渣机器人的机器臂系统是其核心部件之一，也是实现自动化操作的关键。以 ABB 机器人为例，其包括机器人本体、控制柜、示教盒、编程器、供电电缆及控制电缆、编程软件、I/O 接口模块等。机器人本体通常由高强度材料制成，具备良好的承载能力和稳定性，同时配备先进的伺服电机驱动系统，以实现精准的运动控制。此外，LM Guide & Rack Pinion、Moving Cable & Cableveyor 以及防尘罩等装置也是机器臂系统不可或缺的组成部分，它们保证了机器人的运动轨迹精准、稳定，并且在恶劣环境下也能够正常运行。

3.1.2 机器人底座

机器人底座作为机器人的第七轴，承担着支撑和运动传动的的作用。通常采用 SS400 结构件焊接加工而成，具有良好的强度和稳定性。在运动传动方面，采用了驱动性能优越的伺服电机，以及精密的 LM Guide & Rack Pinion 系统，这些装置保证了机器人在工作时的精准定位和可靠性。同时，为了保证运动电缆的稳定传输和保护，还配备了 Moving Cable & Cableveyor 装置，并且为了防止外部环境对机器人运动系统的影响，还配置了防尘罩^[1]。

3.2 上位设备及信息通讯装置

3.2.1 电气控制系统

电气控制系统是全自动捞渣机器人的核心组成部分之一，它包括控制柜、继电器、CPU、输入输出模块、通讯模块、电源模块、变频器、绝对值编码器、机头信号传感器、急停按钮及安全门检测接近开关等。这些元件共同构成了机器人的智能控制中枢，通过精密的电气信号传递和处理，实现对机器人动作和功能的精准调控。电气控制系统的稳定性和可靠性直接影响着全自动捞渣机器人的运行效果和安全性能，在研发和优化过程中，需要对电气控制系统进行精细化设计和严格的测试验证，确保其能够满足复杂工业环境下的实际需求。

3.2.2 渣料分布检测装置

渣料分布检测装置是全自动捞渣机器人系统中的重要感知设备，它通常采用激光传感器等先进传感技术，用于实时监测和识别捞渣区域的渣料分布情况。通过获取准确的渣料分布信息，机器人可以精准地规划和执行捞渣动作，提高捞渣效率和准确性。此外，渣料分布检测装置还能为机器人提供关键的环境感知能力，帮助其识别和规避潜在的障碍物，确保捞渣作业的安全进行。在全自动捞渣机器人的研发和优化中，对渣料

分布检测装置的性能和算法进行持续改进和优化，对于提升机器人的智能化水平和应对复杂工况具有重要意义。

3.2.3 安全防护装置

安全防护装置在全自动捞渣机器人系统中起着至关重要的作用，它包括安全栏、安全监控系统、气源处理组件、压力开关、照明设施等。全自动捞渣机器人作业通常处于工业生产线的复杂环境中，安全风险较高。因此，安全防护装置的设计和配置关乎操作人员的人身安全和设备的完整性。安全栏和监控系统能有效限制机器人作业区域，避免人员误入造成意外伤害；气源处理组件和压力开关能确保气动系统的稳定和可靠运行；照明设施则为机器人提供良好的作业环境，同时提升了工作场所的整体安全水平。在全自动捞渣机器人系统的研发和应用过程中，必须充分重视安全防护装置的设计和配置，确保其符合相关的安全标准和法规，并能够有效应对各类潜在安全风险^[1]。

3.2.4 捞渣机械装置

捞渣机械装置是全自动捞渣机器人的执行部件，它包括渣斗、捞勺、捞勺夹具、捞勺支架等。这些机械装置通过精密的设计和工艺制造，能够实现机器人对渣料的精准捞取和搬运。其中，渣斗通常安装有称重传感器，用于实时监测渣料的重量，帮助机器人控制捞渣动作的力度和时机；捞勺则是机器人的“手臂”，通过夹具和支架的配合，能够实现对不同形状和重量的渣料的稳定捞取。在全自动捞渣机器人的研发和优化中，需要对捞渣机械装置进行不断的优化和改进，提升其适应不同工况和渣料特性的能力，从而提高机器人的捞渣效率和作业灵活性。

3.3 捞渣机器人的视觉识别系统设计

3.3.1 视觉识别技术的集成

在全自动捞渣机器人中，视觉识别技术的集成是至关重要的一环。通过视觉识别技术，机器人能够获取并分析生产现场的图像信息，实现对渣料分布、工件位置等关键信息的识别和判断，从而指导机器人的操作和动作。视觉识别技术的集成涉及硬件设备和软件系统两个方面的内容。

硬件设备方面，需要考虑的是相机系统的选择和布置。在捞渣机器人中，相机系统需要能够满足工业生产环境下的要求，包括对光照条件的适应、对远近距离的准确感知等。同时，相机系统的布置也需要结合实际的生产场景，确保能够有效地获取所需的图像信息。除了相机系统，还需要考虑其他传感器设备的集成，如激光传感器用于测距、称重传感器用于捞渣量的检测等。

在软件系统方面，视觉识别技术的集成需要依托于相应的图像处理和分析算法。这些算法可以通过对图像进行特征提取、模式识别等手段，实现对目标物体的检测和识别。同时，还需要考虑将这些算法与机器人的控制系统进行有效的整合，实现图像信息与机器人操作的紧密结合。这就需要软件设计上考虑到系统的实时性、稳定性等方面的要求^[1]。

总体来说,视觉识别技术的集成需要充分考虑到硬件设备和软件系统两个方面的内容,确保能够在实际生产中稳定可靠地发挥作用。同时,还需要注重系统的灵活性和可扩展性,以适应不同生产场景下的需求变化。

3.3.2 图像处理算法

第一,图像处理算法需要能够对获取的图像信息进行有效的预处理,包括对图像的去噪、增强、边缘检测等操作,以提高后续分析的准确性,还需要考虑到不同光照条件下的图像处理方法,确保能够适应生产现场的实际情况。

第二,图像处理算法需要能够实现对目标物体的检测和识别,需要依托于图像处理领域的各种算法,如基于特征的物体检测算法、基于深度学习的目标识别算法等,通过这些算法,机器人能够实现对渣料分布、工件位置等信息的实时获取和识别。

第三,图像处理算法还需要考虑到对图像信息的跟踪和建模,在捞渣机器人的应用中,可能会涉及对渣料运动轨迹的跟踪或对工件形状的建模等问题,这就需要图像处理算法能够对连续图像序列的处理和分析,以获取目标物体的运动信息和特征。

3.4 视觉识别系统与机器人控制系统的协同设计

3.4.1 捞渣机器人的优化与性能提升

在全自动捞渣机器人系统中,机器人本体、控制柜、示教盒、编程器、供电电缆、控制电缆等构成了机器人的基本组成部分。通过优化这些部件的设计和性能,可以提升机器人系统的整体性能。例如,通过采用更先进的伺服电机驱动、LM Guide & Rack Pinion 传动、Moving Cable & Cableveyor 等技术,可以提高机器人的运动精度和稳定性,从而提升捞渣的准确性和效率。

3.4.2 算法优化

视觉识别技术的核心是图像处理和模式识别算法优化算法可以提高系统对于复杂场景和光照条件的适应能力,提高渣料识别的准确性和稳定性。例如,可以通过深度学习算法对渣料图像进行特征提取和识别,从而提高系统对于不同类型渣料的识别能力。

3.4.3 系统稳定性提升

在全自动捞渣机器人系统中,系统稳定性对于长时间稳定运行至关重要。在视觉识别系统与机器人控制系统的协同设计中,需要考虑系统在不同工况下的稳定性和可靠性,以及系统故障的自我诊断和恢复能力。通过采用可靠的硬件设计、健壮的控制算法和完善的故障检测与处理机制,可以提升系统的稳定性和可靠性^[9]。

3.4.4 效率与准确性的提升

对于基于视觉识别技术的全自动捞渣机器人而言,提高捞取效率和准确性是其优化的关键目标之一。在提高效率方面,可以通过优化捞取路径规划、提高机器人的运动速度和响应速度等手段来实现,在提高准确性方面,需要通过优

化视觉识别算法、提高机器人的定位精度和抓取精度等手段来实现。通过提高机器人的效率和准确性,不仅可以提升生产效率,还可以降低捞取过程中的误操作率,从而保证生产过程的稳定性和可靠性。

4 未来发展方向和潜在技术改进

4.1 全自动捞渣机器人的智能化发展

随着人工智能技术的不断发展,全自动捞渣机器人的智能化水平将得到进一步提升。在视觉识别技术的基础上,可以引入更先进的深度学习算法和模型,以提高机器人对渣料的识别和分类能力,可以利用机器学习算法和大数据分析技术,对捞渣过程中的数据进行实时分析和优化,以提高机器人的工作效率和准确性。

4.2 全自动捞渣机器人的灵活性和适应性提升

为了适应不同工况和生产场景的需求,全自动捞渣机器人需要具备更好的灵活性和适应性。一方面,可以通过优化机器人的机械结构和传动系统,实现更灵活的运动和操作能力。另一方面,可以引入可变形机械结构和模块化设计,使机器人能够根据不同的捞渣任务需求进行灵活配置和调整。

4.3 全自动捞渣机器人的安全性和可靠性提升

随着全自动捞渣机器人在工业生产中的广泛应用,其安全性和可靠性问题也越来越受到关注,为了保证机器人作业的安全性,可以引入先进的安全感知和控制技术,实现对机器人运动和操作过程的实时监测和控制,同时还可以加强对机器人系统的故障检测和自动恢复能力,提高系统的可靠性和稳定性。

5 结语

基于视觉识别技术的全自动捞渣机器人的研发与优化是一个复杂而又具有挑战性的课题,但其所带来的技术和经济效益将不可估量。通过对全自动捞渣机器人系统架构、视觉识别系统设计、机器人控制系统的协同设计等方面进行深入研究和优化,将有助于提升全自动捞渣机器人的性能和应用价值,推动相关领域的发展和进步。相信在不久的将来,全自动捞渣机器人将成为工业生产中不可或缺的重要装备,为人类创造更加美好的生活和未来。

参考文献

- [1] 李源,罗璟,袁安华,等.串联式捞渣机器人运动学分析及ADAMS仿真[J].农业装备与车辆工程,2023,61(2):152-155+164.
- [2] 王顺.基于视觉引导的捞渣机器人系统开发与应用研究[D].北京:冶金自动化研究设计院,2022.
- [3] 陈洪波.捞渣机器人轨迹规划及跟踪控制研究[D].兰州:兰州交通大学,2022.
- [4] 刘明亮,韩勇,栗波,等.粉煤气化装置捞渣机系统的优化设计[J].中氮肥,2018(2):29-31.
- [5] 陈墨.机器人在冷轧厂锌锅自动捞渣设计中的应用[J].黑龙江科技信息,2017(4):155.