

建筑施工中的智能机器人技术应用探讨

水龙飞

(中国十七冶集团有限公司, 安徽 马鞍山 243000)

摘要 全球建筑业的快速发展和技术创新的推动,使智能机器人技术逐渐成为建筑施工领域的焦点。传统建筑施工过程中面临的挑战,如效率低下、安全风险和高昂的人力成本,促使了人们对智能机器人技术的探索和应用。本文对建筑施工中的智能机器人技术应用展开研究,期望能为推动建筑行业向智能、高效的方向发展提供有益的借鉴,为科技与建筑的融合注入新的活力。

关键词 建筑施工; 智能机器人技术; 施工效率

中图分类号: TP242; TU7

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)01-0016-03

智能机器人技术的飞速发展正在深刻地改变着传统的建筑施工方式,为这个古老而庞大的行业注入了新的活力。本文探讨智能机器人技术在建筑施工中的应用,旨在揭示智能机器人如何成为推动建筑行业进步的引擎,提高施工效率,并为建筑从业者、研究者和决策者提供关键信息,以应对未来建筑施工领域的挑战,同时激发更多创新思维,助力建筑行业迈向更加智能和可持续的未来。

1 智能机器人技术的基本原理

智能机器人技术的基本原理涵盖了感知、决策和执行三个关键领域。首先,感知阶段通过传感器、摄像头和其他感知设备,使机器人能够获取周围环境的信息,包括对地形、障碍物、建筑结构等的感知,以及对温度、湿度等环境参数的监测。其次,决策阶段涉及机器人系统对感知数据的处理和分析,以制定合理的行动计划,这一阶段通常涉及人工智能、深度学习和算法优化等技术,使机器人能够做出智能决策。最后,执行阶段则是机器人根据经过决策的行动计划执行实际任务的阶段,涉及机械臂的运动、无人机的飞行、自动化设备的操作等^[1]。

2 智能机器人技术在建筑施工不同阶段的应用

2.1 土地准备阶段

1. 环境调查与数据收集。在建筑施工的初期阶段,智能机器人技术在土地准备中发挥着关键的作用,特别是在环境调查与数据收集方面。通过搭载先进的传感器和摄像头,机器人能够迅速而准确地获取有关工地及其周边环境的丰富数据,包括地形特征、植被分布、水文情况等多维度信息,为施工团队提供了深入的了解,从而为后续施工决策奠定了坚实的基础。

在环境调查方面,机器人能够在短时间内对工地进行全面勘测,不仅能够识别潜在的障碍物和地形特征,还能够快速响应环境的变化。这为施工团队提供了实时的、高精度的环境数据,有助于更好地规划和优化施工流程。

数据收集方面,机器人通过其感知系统收集的各类数据可以被用于建立数字化的工地模型,不仅提供了对地理信息的详细把握,同时也为施工过程中的资源管理、安全分析以及决策支持提供了可靠的基础。

2. 土地清理与平整。机器人配备的高度敏感传感器和先进的视觉系统使其能够快速而准确地识别工地上的各类障碍物和杂物。通过这些信息,机器人能够执行高效的清理任务,将建筑工地从杂乱的状态中迅速整理出一个清晰的施工场地。

在土地平整方面,机器人的运动控制系统和智能化算法确保了对地表进行精准而平滑的调整,不仅提高了土地平整的效果,还有助于减少后续施工阶段可能出现的问题。机器人的自主性和即时响应能力意味着它们能够在短时间内适应不同地形,并根据实时获取的数据对土地进行精细调整,确保施工基础的均匀性和稳定性。

此外,智能机器人在土地清理与平整中的应用也显著提高了施工过程的安全性。通过替代人工劳动,机器人在处理可能存在的危险物品和复杂地形时能够降低事故风险,为施工现场创造更安全的工作环境。

2.2 基础施工阶段

1. 基础测量与定位。机器人配备的先进传感器和定位技术使其能够迅速而准确地获取有关地基和建筑位置的关键信息。通过三维激光扫描、全球定位系统(GPS)、惯性导航系统等先进技术的融合,机器人能

够实现对建筑工地的精确测量和实时定位,为后续施工工作提供了坚实的基础。

在基础测量方面,智能机器人的应用将传统测量工作提升到一个全新的水平。机器人能够高效地获取地基的形状、尺寸和地形等信息,建立数字化的基础模型,不仅提高了测量的准确性,还加速了数据处理的过程,为施工团队提供了更实时、详细的工地信息,有助于及时发现潜在问题和进行有效调整^[2]。

在定位方面,智能机器人通过使用多传感器融合技术,实现了对自身位置的高精度定位,这对于确保建筑元素的准确放置和对齐至关重要。机器人的实时定位能力使其在复杂的建筑环境中迅速适应,为精准施工奠定了坚实的技术基础。智能机器人在基础施工阶段的应用,不仅提高了施工的效率 and 精度,同时也为工程的质量和可持续性奠定了可靠的基石。

2. 基础混凝土浇筑。机器人的运动控制和自主定位系统结合先进的混凝土喷射技术,使其能够在浇筑过程中实现高度的精确度和效率,不仅提高了混凝土浇筑的质量,同时在减少施工时间和人力成本方面也发挥了显著作用。

机器人在混凝土浇筑中的关键优势之一是其对复杂结构的适应能力。通过使用激光扫描和三维建模技术,机器人能够精确识别建筑元素的形状和尺寸,从而调整混凝土喷射的位置和角度,确保混凝土均匀分布并完全填充所需区域。这样的精准性有助于提高混凝土结构的强度和稳定性,为建筑的整体结构质量提供了可靠保障。

此外,智能机器人在混凝土浇筑中的应用还增强了施工现场的安全性。机器人能够在危险或难以到达的区域执行任务,减少了工人的暴露风险。同时,由机器人执行混凝土喷射任务也减少了人工误差的可能性,确保了施工过程的准确性和一致性。

2.3 结构建设阶段

1. 钢筋绑扎与混凝土浇筑。机器人在这一阶段的作业中通过精准的感知系统和先进的运动控制,实现了高度复杂的钢筋绑扎任务。其灵活性和自主性使得机器人能够迅速适应各种结构形状,确保钢筋的正确布置,从而为后续的混凝土浇筑奠定了坚实的基础。

在钢筋绑扎方面,机器人通过视觉和激光测距等先进技术,能够在高密度的钢筋网中精准地识别、捆扎,并确保每一根钢筋的紧密连接,不仅提高了绑扎的速度,也降低了错误的发生率,确保了结构建设的牢固性和稳定性。

而在混凝土浇筑方面,智能机器人通过实时感知施工现场的数据,可在钢筋绑扎后迅速调整其位置,

精准地进行混凝土浇筑,这种实时性的调整不仅提高了浇筑的准确性,还避免了浇筑过程中的浪费^[3]。通过机器人的自主协作,钢筋绑扎与混凝土浇筑的集成应用不仅提高了工程效率,同时也为建筑结构的强度和耐久性带来了更为可靠的保障。

2. 结构检测与修复。机器人搭载的先进传感器和视觉系统能够以极高的精度实施对建筑结构的检测。通过激光扫描、红外线成像等技术,机器人能够迅速而全面地获取结构的三维信息,识别潜在缺陷、裂缝或者其他结构问题。

一项重要的技术是机器人的结构健康监测能力,通过实时采集结构的振动、应变等数据,机器人能够检测到结构的微小变化,预警潜在问题,以及为结构的性能提供准确的评估。而且,机器人还能够在检测到问题后进行即时的结构修复,利用先进的技术,如自修复材料、机器人臂的精确操控等,对结构进行修补和强化。

结构检测与修复中,智能机器人技术的另一项创新是其自主性和协作能力。机器人之间可以进行实时通讯和协同工作,形成一个高效的检测与修复网络,这种协同性质意味着可以在短时间内对大面积结构进行全面检测,快速响应并修复潜在问题,提升了整个建筑施工的质量和安全性。

2.4 装修阶段

1. 室内装修。机器人在这一阶段的应用主要聚焦于提高施工效率、优化材料利用以及提升室内装修的精度和美观度。

首先,机器人在室内装修通过搭载高分辨率的摄像头和先进的计算机视觉技术,能够实现室内环境的实时识别和分析。这使得机器人能够自主导航并理解室内结构,准确识别墙面、天花板、地板等装修区域,为后续的施工任务提供精准的参考。

其次,机器人在室内装修的涂装任务中表现出色。通过配备喷涂设备和智能化控制系统,机器人能够实现墙壁、天花板等表面的均匀喷涂,不仅提高了涂装效率,也降低了涂装的材料浪费。这种精准的自动喷涂技术还能确保表面涂层的一致性和质量,为室内装修的视觉效果提供了更为一致和优美的外观。

在室内装修的其他任务中,机器人还能够执行地板安装、瓷砖铺设等工作。通过搭载先进的定位和运动控制系统,机器人能够准确地调整位置,确保地板或瓷砖的铺设精度,不仅提高了施工的精度,也减少了由于人工操作可能引起的误差,保障了装修的质量。

最后,智能机器人技术在室内装修中的集成应用提高了整个施工过程的数字化程度。通过与建筑信息

模型(BIM)的融合,机器人能够更好地理解和适应室内空间,为装修任务提供了高度自动化和智能化的执行能力。这种数字化的集成不仅提高了工作效率,还为室内装修的过程管理和质量控制提供了可靠的数据支持。

2. 外立面装饰。机器人在外立面装饰中的应用主要集中在提高施工效率、精确执行复杂设计以及保障装饰质量等方面。

首先,机器人搭载的高分辨率摄像头和激光测距仪等感知设备使其能够对建筑外立面进行实时而精准的扫描。通过这些先进的视觉技术,机器人能够快速获取外墙的形状、结构和表面特征,为后续的装饰任务提供了精准的基础数据。其次,机器人在外立面装饰中展现出的自主定位和导航能力使其能够在垂直、水平,甚至倾斜的表面上执行精细的装饰任务。机器人通过搭载惯性导航系统和先进的运动控制算法,可以在复杂的立面结构上精准移动,确保装饰元素的准确定位和对齐^[4]。

在装饰的具体任务中,机器人在外立面喷漆方面表现出色。配备高效的喷漆系统和智能控制技术,机器人能够以极高的速度和均匀度进行喷涂,确保涂层的一致性。同时,机器人在喷漆过程中通过实时调整喷头的角度和距离,可以适应不同表面的形状,确保细节部分得到充分覆盖。

3 智能机器人技术对建筑施工效率的影响

3.1 加速施工进度

通过机器人的自主感知和定位能力,施工团队能够更快速、准确地完成各个阶段的任务。在加速施工进度方面,机器人在土地准备、基础施工和结构建设等阶段的应用为提高效率提供了强有力的支持。

在土地准备阶段,机器人通过高度灵敏的感知系统能够快速而全面地获取土地信息,加速了环境调查与数据收集过程。这为规划和设计提供了更为准确的基础,从而在早期阶段优化了整个施工计划。

在基础施工阶段,机器人的基础测量与定位技术大大提高了测绘和定位的精度。这减少了误差,确保了基础建设的准确性,从而加速了整个基础施工过程。机器人在基础混凝土浇筑中的应用也通过精细的自动化控制,快速而均匀地完成浇筑任务,进一步提升了施工效率^[5]。

在结构建设阶段,机器人在钢筋绑扎、混凝土浇筑和结构检测与修复等任务中的高效执行,显著缩短了建筑结构的施工周期。机器人的自主协作和协同作业使得多个机器人能够同时执行不同任务,从而在同一时间内完成更多工作,加速了整体建筑结构的形成。

3.2 降低人力成本

机器人在土地准备、基础施工和结构建设等阶段的自主执行任务能够取代繁琐的人力工作,从而大幅度缩减了施工时间。这种自动化和智能化的特性不仅使施工过程更为迅速,还降低了对人力资源的依赖性,减轻了劳动力压力。特别是在土地准备阶段,机器人的环境调查与数据收集能够在短时间内完成对大面积区域的勘测,从而加速了施工前的准备工作。这不仅提高了工作效率,同时减轻了人工勘测的体力负担,实现了更为经济和高效的土地准备过程。

3.3 优化资源利用

在土地准备和基础施工阶段,机器人通过高度敏感的传感器和智能视觉系统,实现了对施工场地的精准勘测和数据采集,不仅缩短了勘测周期,也提高了资源利用的效率,确保了施工前期资源的充分了解和科学配置。

在基础测量与定位方面,机器人利用先进的定位技术和三维扫描功能,为建筑施工提供了高精度的基础信息。这种高精度的测量不仅提高了建筑结构的准确性,同时也为资源的最佳利用提供了可靠的数据支持。机器人的定位技术能够确保资源投入的准确性,避免了由于测量误差导致的资源浪费。

4 结论

智能机器人技术在建筑施工中的应用为行业注入了新活力,提高了效率、降低了成本、优化了资源利用。机器人在土地准备、基础施工、结构建设等阶段的自主执行任务,展现了出色的定位、感知和协同能力,推动着建筑行业向数字化、智能化的未来迈进,这一技术的持续发展将进一步塑造未来建筑景观,为可持续、高效的施工模式奠定坚实的基础。

参考文献:

- [1] 王洪亮.智能机器人技术在智能制造中的应用[J].电子技术,2023,52(09):382-383.
- [2] 王海军.智能机器人技术在制造业的应用与效益评估[J].中国机械,2023(23):34-37.
- [3] 张希斌.智能机器人技术在机械电子工程领域的应用[J].造纸装备及材料,2021,50(06):108-110.
- [4] 杨阳,张诚.机械电子工程领域智能机器人技术的应用前景[J].造纸装备及材料,2021,50(03):100-102.
- [5] 蔡诗瑶,马智亮.自动化与机器人技术在高层建筑主体结构施工中的应用综述[C]//中国图学会建筑信息模型(BIM)专业委员会,中国中铁股份有限公司.第四届全国BIM学术会议论文集.清华大学土木工程系,2018.