

基于人机协同的建筑装修机器人功能设计与实践探索

任姝炎¹ 闫 森²

1. 哈尔滨工业大学机电工程学院 黑龙江 哈尔滨 150000
2. 黑龙江科技大学矿业工程学院 黑龙江 哈尔滨 150022

摘 要：人工智能与机器人技术的迅速发展正为建筑装修领域带来前所未有的改变，文章剖析了建筑装修机器人在人机协同理念下的功能设计与实际应用，切入点为行业当前遭遇的种种挑战。功能设计依托人机配合模式逐步显现，如何在实际工程中运作成为重要部分，建筑装修机器人在人机协同模式下逐步显现优势，施工进度加速，人力投入降低，工程品质把控能力提升，为智能化升级提供了全新的解决方向，理论与应用层面上的探索价值也同步得到了印证。

关键词：人机协同；装修机器人；功能设计

建筑装修行业长久为人工成本，施工效率和质量控制等顽疾的泥沼，新技术近年来飞速崛起，像人工智能，机器人技术以及物联网，这些为建筑装修行业的智能化转型打开了一扇门。人机协同这种工作方式使人类与机器人各自的长处交融，在施工中达成更高的效率和更精准的操作成果，文章琢磨基于人机协同理念下建筑装修机器人功能规划，借助实践案例检测可行性与有效性，为建筑装修行业的智能化进程提供灵感。

1 建筑装修机器人功能设计

1.1 人机交互功能设计

建筑装修机器人的人机交互功能在人机协同中尤为重要，其设计对施工效率与操作便捷性存在直接施加，自然语言处理技术让作业者和设备通过语音互动，像启动，暂停或任务转换等命令可借助语音发出；这种直观简单操作显著减少学习使用的时间投入。手势识别为另一技术特征，动作直接决定机器行为方向或进行细微调整，不再需要繁杂流程，增强现实技术嵌入其中，工作人员被提供更清晰的视觉反馈，佩戴AR眼镜能够追踪运作路线或者工程进程情况等重要消息，多重手段组合让整体建造环节变得更加顺畅，工作者体验指数得以提升。

1.2 自主导航与定位功能设计

复杂施工场景下建筑装修机器人进行移动与作业，自主导航和定位功能是前提，激光雷达技术让机器人可实时搭建施工环境的三维地图，SLAM算法达成精准定位。视觉传感器让机器人具备识别环境中动态障碍物

的能力，像工人或者材料堆垛等，进而适时调节行进路线，惯性测量单元（IMU）在室内GPS信号受限时优化定位精度，各类技术相互作用，使机器人适应各种难缠的施工情形完成任务。

1.3 多功能末端执行器设计

建筑装修机器人作业过程中，多功能末端执行器直接对适配性与施工成效等多重要素施加作用，模块化思路的嵌入提升了设备适应不同施工需求的能力，工具头更换变得迅速，打磨，喷涂或切割等工具的切换成为可能，这种灵活性为多任务操作增加可能并减少耗时，力反馈技术的引入提升了精准控制，在复杂工况下表面特性可自动调整施力大小和角度，墙面打磨过程中力度均匀性的保障便与机制作用相关。自适应控制算法的使用，使末端执行器能够依据实时传感器数据调整操作参数，在瓷砖铺设时，位置与施力大小可自动校正，精度得以确保。繁琐调试得以避免，适配性显著提升，多样化任务需求能够有效满足，人为误差干扰减少，施工稳定性得以保证，多功能性优势优化施工流程，效率和质量同步提升，不再显著受到传统方法的速度瓶颈限制。

2 人机协同模式优化施工流程

2.1 任务分配与协调机制

建筑装修施工在人机协同模式下，任务分配与协调机制成为效率提升的关键，传统施工中任务分配大多依据人工经验分割派活，这种方式不仅效率低，还常造成资源损耗。新型人机协作模式中，任务分配结合机器人和工人的能力特性，智能算法动态调整优化，机器人擅长重复且高精度的任务，例如墙面打磨或瓷砖铺设等，能够完成得相当称手；人类工人在创造性强，需灵活应变的任务上能力显著，像复杂造型的设计或应对突发状

作者简介：任姝炎（2003.11—）女，汉族，河南柘城人，本科在读，哈尔滨工业大学，专业：机器人工程

闫森（2004.12—），男，汉族，四川乐山人，本科在读，黑龙江科技大学，专业：测绘工程

况等难题,任务分配算法需要考虑任务类型,机器人能力框架以及工人技能库存情况,尽可能把不同任务内容分给适合的执行个体来完成。

协调机制的设计意图实现人机无缝连接,实际施工中机器人对工人操作意图的实时感知尤为重要,同时自身行为也要求及时调整,人类工人通过交互界面了解机器人状态与进度,这为任务计划调整或介入做前提工作,物联网通信系统将机器人,工人和管理平台连接起来,信息共享与任务动态调整在协调中完成。

2.2 施工过程监控与质量评估

人机协同模式中,施工监控与质量评估对工程效率和品质的保障性不言而喻,以往施工监控偏重人工巡检和事后检查,这些手段效率低且难以做到全程实时把控,在人机协同下,物联网,计算机视觉和人工智能技术等助力搭建智能化施工监控与质量评估体系。

施工过程监控系统得盯紧施工环境,同时机器人,人类工人等各类要素也包含在监控范围内,施工现场装上激光雷达,摄像头,温湿度传感器等各类传感器之后,空间尺寸,材料状况和环境条件等施工环境数据就能随时获取。机器人自己带着传感器,工具磨损情况,施力大小都在监测范围内,人类工人戴上智能头盔,智能手套这类可穿戴的东西,操作数据就能传到监控系统里,系统实时分析这些数据,施工进度报告,质量评估报告就能生成,并且风险预警信息也能够发出给管理人员当决策参考。质量评估算法结合施工规范与实际数据,完成智能化且精准化的评估,评估结果用于实时反馈,同时可存储为历史数据,为后续施工提供依据。施工过程监控与质量评估系统需要拥有预测和优化的本领,剖析历史和实时数据后,预判施工中潜藏的问题并抛出优化点子,这种带智能色彩的监控评估方式拔高了施工质量,返工情况减少,成本耗费下滑。

2.3 安全防护与应急处理

建筑装修施工中应急处理与安全防护在人机协同环节的分量相当重要,传统人工监管和实体隔离这些方法,在复杂的施工现场显得力不从心,智能化技术引入后,多维度全场景的安全守护变得可能。信息传感设备和算法支持下的自动预警机制弥补了传统方法的留白,风险点被纳入网格化管理系统,重新定义防护边界,动态调整生成应对方案,被动防御逐步转为主动预测。信号稳定性,人员配合度等变量仍对实际落地存在制约,技术与人力叠加,应急处理与安全防护的进度流畅性在复杂的施工现场面前重新定义。

安全防护系统的核心内容包含施工环境的同步监测

与风险推测,环境传感器和监控设备在施工现场获取温湿度,空气组分比例等数据,同时融合机器人路径与工人位置分布推测安全隐患,周围人员靠近高危作业区时,设备停止运转或改变轨迹避免碰撞冲突,突发状况下系统切换模式降低威胁即时发生。应急处理机制重在迅速反应与协同作业,安全事件或异常现象下,系统要自动触发应急预案,把机器人和人类工人有序组织起来应对,物联网平台向管理者推送实时警报,发送事故现场细致数据,快捷敲定解决方案离不开这些,智能化贯穿其中的安全防护与紧急处理模式,能在相当程度上削减施工潜在风险,维护人员安全,保障工程顺畅。

3 实践应用与效果评估

3.1 墙面处理机器人应用案例

在某大型商业综合体的装修工程中,人机协同墙面处理机器人系统得到了使用,该项目墙面处理包含腻子刮涂,打磨以及喷涂等任务,传统人工操作耗时久且常出现不均匀或漏涂现象,人类工人将精力放在墙面检查与预处理上,墙面处理机器人借助高精度传感器与智能算法完成刮涂,打磨及喷涂操作后,施工效率与质量都明显提升。墙面特性可调节施力程度与工具角度,机器人处理时均匀性保持在实际操作中,从相关结果中可总结,墙面处理效率提高了40%,材料浪费与返工现象降低,机器人工作后人力负担减缓,高空作业安全水准显著改善,人机协同方式在墙面任务中的实用价值与长处也从这案例里显示出来。

墙面处理机器人系统带着实时数据记录与分析功能,可把施工重要时点的数据,例如涂层厚度,打磨力度等上传到云端平台,后续进行质量评估和工艺优化时,这些数据成为重要依据,随着机器人相关技术逐步成熟,智能算法的完善,未来墙面处理机器人或能活跃于更多复杂场景,高效作业能力将展现出来,推动建筑装饰行业朝高端自动化与智能化方向发展的重要助力或可成为墙面处理机器人。

3.2 地面铺设机器人应用案例

高端住宅项目地面铺设中,人机协同的机器人系统特性得到凸显,传统人工测量与手动操作存在误差和低效问题难以避免,此项目人工仅做基层处理和备料,机器人借激光扫描,视觉识别技术完成瓷砖铺设与填缝。设计图让机器人自行规划路径,力反馈调整瓷砖位置保障精度,实践显示,这个系统铺设精度提升30%,施工速率增加50%,返工情况减少明显。机器人上岗减少对熟练工的倚仗,缩减人工开支,这个事例映射出人机协同于地面铺设里的技术亮点与运用潜力,往后机器人技术若

持续精进，地面铺设机器人极大可能在繁杂情境下高效运转，推动建筑装修行当朝自动化智能化高水准迈进。

3.3 天花板安装机器人应用案例

某办公大楼装修工程的天花板安装运用机器人系统与人类协同作业，施工中高空作业难题逐步克服，传统作业方式下工人长时间高空施工，效率不理想且隐患重重。此次项目中人类工作者侧重搬运和定位天花板材料，机器人靠机械臂与高精度传感器完成精准安装固定操作，机器人可依据设计图自主校准安装位置，力反馈体系保障牢固性，实际运用效果显示这套系统安装效率提升了35%，高空作业安全风险显著降低。机器人作业减少对脚手架等辅助设备的依赖，施工成本也下降，在天花板安装任务中，高效与安全特质在案例里显著显露，机器人技术若持续优化，天花板安装机器人极有希望在更多复杂危险的情境下应用，建筑装修行业在安全保障与效率攀升方面可受到强劲的支持力量。

3.4 综合效果评估与改进建议

综合上述实践案例的评估，建筑装修机器人系统在人机协同模式下，于施工效率，人工成本，工程质量以及施工安全性等维度均显现了突出成效，墙面处理，地面铺设与天花板安装的实例显示，机器人擅长应对重复性且精度要求高的任务，而人类工人则将精力集中于创造性与灵活性兼备的工作。此类协作形态使各自的优势最大限度地显现，实践中也暴露出若干待完善之处，复杂的施工环境对机器人的适应性进行考验，这要求其感知机制与判断水准更强。人机交互界面还存在改进需求，操作门槛的降低可为工人使用机器人注入动力，往后研究能够把更为前沿的传感器技术与AI算法的探究作为着手点，使机器人智能层级再度提升，系统自身的延展能力也需增强，多样施工任务需求借此契合，依托持续调整优化，建筑装修领域的机器人系统里的人机协作模块有望覆盖更多方向，该行业高效与智能的新阶段可借此带动。

传感器技术的创新为建筑装修领域机器人环境感知元件的敏锐性提升助力，高精度激光雷达配合视觉传感器，使机器人在复杂的施工环境快速识别障碍物，材料堆放点与施工边界，动态适应能力显著提升，AI算法深度嵌入控制系统后，基于实时数据进行快速精准决策变得可为，面对材料尺寸的细微偏差与空间布局临时调整等突发状况，机器人灵活调整施工策略，确保任务推进。

人机交互界面的创新性研发，使操作逻辑的直观性

与简洁性愈加重要，手势识别和语音指令技术的引入，使工人借助简单的动作或话语完成对机器人的控制，虚拟现实（VR）与增强现实（AR）技术也一并引入，为工人在模拟场景中沉浸式预判施工路径，提前应对可能出现的问题，这些技术不仅进一步降低操作的难度，同时提升了工作效率。

建筑装修机器人系统的延展性特征，具体显示为模块化与可重构的结构，墙面，地面和天花板等不同功能模块的快速组装与切换能力，与施工需求存在相关性，旧住宅改造项目中，墙面拆除模块完成任务后，切换为墙面装修模块进行粉刷装饰，这在满足多样施工要求时，同时对设备维护成本也存在降低的推动性。

人机协作模块的拓展推动建筑装修行业过渡到新的发展阶段，智能化施工流程对年轻一代的行业热情提升，为行业注入了活力。高效智能的施工模式在推动标准化和规范化进程时，也逐步提升行业的竞争力，建筑领域中，智能化变革浪潮逐步掀起，施工模式的智能化推动行业标准化与规范化，年轻一代的行业热情为建筑装修行业注入了新的活力。

4 结束语

这篇文章探索建筑装修机器人在人机协同理念里的功能设计与实践运用，功能设定，施工流程改良和实例剖析表明，这种协同方式于建筑装修领域的可行性与效果得到印证。调研显示，这类机器人体系显著提升施工效率与品质，人工开支和安全隐忧降低，为装修行业的智能化变革开辟新途径，后续人工智能与机器人科技不断发展，建筑装修机器人会在更多领域有所作为，引领全行业迈入高效且智慧的发展轨道。

参考文献

- [1]徐诗洋,吴炳晖,纪冬梅,戴新宇. 电力隧道自动巡检机器人设计与运动仿真[J]. 工程设计学报, 2023, 30(1): 32-38.
- [2]电力隧道智能巡检机器人系统的技术探讨 [C]. 刘凯. 中国电力规划设计协会2013年供用电设计技术交流会. 2013
- [3]电厂智能巡检机器人导航技术研究及应用 [J]. 苏晖,刘鲁京. 电子测试. 2016,第023期
- [4]赵昕,彭志远,赵松璞,等.变电站智能巡检机器人的系统设计研究[J].电力系统装备,2019,000(024):147-148.
- [5]腾云, 陈双.基于机器视觉的光伏组件缺陷检测方法[J].电力系统保护与控制, 2023, 47(1): 1-5.