

服务型机器人应用场景分析及实施方案探讨

区乐轩

(奥意建筑工程设计有限公司)

【摘要】随着人工智能与机器人技术的飞速发展,服务型机器人逐步渗透社会生活各领域,成为推动建筑空间智能化、服务精细化的关键力量。文章梳理导览、迎宾接待、配送、清洁、消毒、医疗服务、康养及安防巡检八大类机器人核心功能,分析其应用场景特点与需求,构建建筑环境适配性实施方案。

【关键词】服务型机器人;应用场景分析;建筑环境适配;自主导航;人机交互;电梯通信

中图分类号: TP242

DOI: 10.13655/j.cnki.ibci.2025.S2.071

Analysis of Application Scenarios and Discussion on Implementation Plans for Service Robots

OU Le-xuan

(A+E Architectural Engineering Design Co., Ltd.)

【Abstract】With the rapid development of artificial intelligence and robotics technology, service robots have gradually penetrated various fields of social life and become a key force in promoting the intellectualization of architectural spaces and the refinement of services. This paper sorts out the core functions of eight major types of robots, including navigation, welcome reception, delivery, cleaning, disinfection, medical services, elderly and healthcare services, and security inspection. It analyzes the characteristics and demands of their application scenarios and constructs an implementation plan for adaptability to the architectural environment.

【Keywords】service robot; application scenario analysis; building environment adaptation; autonomous navigation; human-robot interaction; elevator communication

1 引言

人工智能、5G通信与传感器技术的深度融合,推动服务型机器人从实验室走向商业化应用,成为社会智能化转型与现代服务业效能提升的核心力量。在办公、文旅、康养等建筑空间中,传统人力服务面临成本高、效率低、高危场景安全风险大等问题,且社会对无接触服务、个性化体验的需求日益增长。服务型机器人凭借自主化、智能化、可持续工作的优势,为建筑空间服务模式革新与运营流程优化提供解决方案,其大规模应用兼具经济与社会价值。

本研究聚焦“机—建”融合问题:一是梳理服务型机器人应用场景,分析场景功能与需求;二是从建筑空间、机电条件、智能化系统、垂直交通(电梯)四维度,构建建筑环境适配体系与实施方案;三是通过导览机器人案例,验证理论与方案有效性,为智能建筑、智慧城市规划提供参考。

2 服务型机器人应用场景分析

2.1 导览应用场景

核心功能为智能讲解、自主导航、人机交互,应

用于多领域:

文旅与文博:上海气象博物馆机器人“天天”通过AI语音交互与室内导航提供讲解;襄阳古城景区“呆萌机器人”以三国人物为原型,结合方言与3D地图还原历史场景,部分景区叠加虚拟现实技术推荐个性化路线。

政务与公共服务:政务大厅机器人解答业务、引导路线,依托高精度语音识别提效;大连理工大学校史馆机器人具备二维码识别与避障功能,循环执行宣讲任务。

商业与展览:企业展厅机器人展示产品与企业文化,部分支持远程控制;展会筹备期辅助搬运,展会期间提供引导与数据收集。

技术支撑:多模态交互(语音+视觉+触觉)提升体验,激光雷达与传感器保障复杂环境导航,未来向个性化、场景化发展。

2.2 迎宾接待应用场景

酒店行业:大堂机器人办理入住、发放房卡、识别VIP,某五星级酒店引入后前台效率提升30%;擎朗XMAN-R1等人形机器人可送物、搬行李、提供情

感安抚。

商业与公共服务:商场机器人指引路线、推送促销信息,部分支持多语言翻译;政务/医疗机构机器人咨询业务、导航科室,减少排队;养老院/学校机器人通过互动娱乐提升服务温度,跨维智能 W1 Pro 曾在世界机器人大会展示咖啡制作。

技术与趋势:核心技术包括激光雷达导航、自然语言处理、情感计算,发展方向为拟人化设计(如 40 个动力单元仿人结构)与云端数据整合,正从“工具替代”转向“人机协作”。

2.3 配送应用场景

餐饮服务:餐厅机器人自主配送餐品,支持跨楼层作业,通过扫码下单、智能控梯实现无接触服务;写字楼机器人解决高峰期餐饮配送延迟问题。

医疗与养老:医院机器人运输药品、器械,保障数据安全,部分辅助样本配送;养老院机器人配送餐食、药品,提升护理效率。

物流与仓储:无人物流车与人形机器人破解“最后一公里”难题,亚马逊测试包裹投递成本降至万元级;京东“地狼 AGV”用于仓储搬运、盘点,效率提升 2 倍以上。

特殊场景:武汉亚心总医院 5G 物流机器人在疫情中提供无接触配送;校园、社区机器人分别解决餐饮/快递配送、“最后一公里”瓶颈。

技术要点:依赖 SLAM 技术实现定位导航,需克服玻璃、黑色物体等干扰,未来人形机器人成本或降低,应用场景进一步扩展。

2.4 清洁应用场景

2.4.1 商用场景

写字楼/办公空间:奇勃科技 ONE S55 实现扫洗拖消一体化,效率 1000 m²/h(为人工 3 倍);科沃斯 DEEBOT PRO 通过 AI 路径规划与多传感器融合,监测清洁效果并集成物业系统。

商场/超市:萤石云视觉 BS1 联动梯控跨楼层清洁,每日覆盖 1000 m² 以上,解决货架死角;高仙 Beetle 适配工业仓储环境。

公共交通/场所:汤恩科技 SPARKOZ TN 70 在机场、地铁站实现无人清洁;北京环卫“小鲸灵”户外作业 8h,效率 6000 m²/h。

2.4.2 居住场景

扫地机器人具备避障、导航功能(密集家具环境适应性有限);追觅 Matrix10 Ultra 等洗地机器人支持智能换拖布与分区清洁;擦窗机器人解决高层清洁难题,泳池机器人清理池底污垢。

2.4.3 技术与市场

依托 SLAM 导航、多传感器融合深化场景应用,2025 年中国市场规模预计达 350 亿元,年增长率超 20%。

2.5 消毒应用场景

医疗场景:医院手术室、ICU、隔离区机器人 24h 无人作业,避免医患交叉感染;消毒供应中心机器人精准控制消毒剂用量,保障器械安全;实验室采用紫外线+喷雾双重消毒,杀灭细菌、病毒及孢子。

公共场所:机场、地铁站机器人对扶手、座椅等高频接触点消杀,每小时覆盖数千平方米;商场、学校、办公楼通过智能调度联动人流数据,动态调整消毒频率,减少化学残留。

技术扩展:部分机型结合 AI 导航与梯控系统实现跨楼层作业,支持手机 APP 远程监控;低浓度过氧化氢消毒剂分解为水和氧气,对人体与设备无害。

2.6 医疗服务应用场景

手术辅助:腹腔镜/胸腔镜机器人完成前列腺癌根治、肺癌切除等手术,切口仅 1cm 且出血量少;骨科机器人定位误差 0.5mm 级,辅助螺钉植入与关节置换;5G 支持下,医生可跨地域操控机器人手术(如“林白手术”),缓解偏远地区医疗资源短缺。

康复训练:外骨骼机器人通过脑机接口帮助卒中、脊髓损伤患者重建行走能力(福建协和医院应用于膝关节术后患者);智能系统为骨科患者提供个性化步态训练。

诊断与服务:AI 辅助诊断通过深度学习分析 X 光、CT 影像,识别肺癌结节等病变;中医四诊仪集成舌象、脉象分析;朔州市大医院“小豹”机器人导航科室、分诊症状,语音识别准确率超 90%;互动机器人缓解儿童就诊焦虑。

远程医疗:5G 支持救护车、高铁等移动场景实时影像传输;智能指环采集生理数据,联动医院电子病历。

2.7 康养应用场景

生活护理:大小便护理、家务助理机器人帮助失能老人完成基础生活需求;智能站立机器人辅助移位防跌倒,洗头机实现卧床洗发;智能助餐通过RFID识别餐食营养,支持人脸支付。

康复支持:迈步H系列外骨骼机器人为下肢障碍者提供康复训练,场景延伸至家庭;傅利叶智能机器人通过视觉反馈指导动作;德壹AI理疗机器人实现360度艾灸。

健康管理:机器人监测血糖、血压,云端建立健康档案;便携式智检箱支持上门服务与远程数据传输;中医AI一体机提供体质报告与理疗方案,对接5G医疗资源。

情感陪伴:云端人形机器人提供歌舞表演、政策咨询,部分集成端侧大模型实现自然对话;数字OT系统、棋牌机器人丰富精神生活。

产业进展:我国32个试点项目覆盖十大类别(涉及14省市),预计2025年市场渗透率突破8%。

2.8 安防巡检应用场景

公共安全:机场、车站、广场机器人通过全景监控与人脸识别24h巡逻,检测打架、跌倒等异常并报警;沈阳桃仙国际机场机器人检测跑道探伤。

智慧园区与社区:园区机器人识别车辆违停、消防通道占用,与无人机形成立体巡检,某5A级景区通过AI人流检测提前30min预警踩踏风险;社区机器人补充巡逻盲区,夜间自动巡查并提供咨询。

技术与趋势:核心功能包括自主导航、环境监测、智能识别、异常预警;未来5G与物联网推动多机器人协同,实现“人防”向“智防”转变。

3 机器人应用实施方案

3.1 实施流程

需依次开展用户需求分析、场景规划,以五类条件配合实施(见图1)。



图1 机器人应用实施流程

3.2 建筑条件适配

空间布局:预留机器人通行宽度与高度,避免台阶、陡坡,采用缓坡或升降平台;通过三维建模预演路径,优化结构。

地面适配:地面满足负载与平整度要求,喷涂区域做防滑处理;地毯场景优先选择≤1cm短毛地毯,确认机器人越障参数(如石头T7S智控模组防湿拖)。

环境适应:集成激光雷达、视觉识别技术,应对复杂环境。

3.3 室外条件适配

感知与导航:采用抗强光3D相机(如张量无限户外设备),解决光照问题;通过凸集图与贝塞尔曲线算法,实现避障与轨迹生成。

结构与防护:履带式底盘适配松软地形,全向轮(如麦克纳姆轮)适配硬质地面;机器人防护等级≥IP67,配置密封与温控模块,抵御极端环境。

安全设计:激光雷达划定预警区,人员闯入触发急停;关键部件(电机/控制器)双备份,降低故障风险。

3.4 机电条件适配

关键区域设置电源接口,支持长时间作业;室外区域配备大容量电池与太阳能充电,保障户外运行。

3.5 智能化条件适配

3.5.1 通信保障

采用5G或工业级Wi-Fi,确保远程控制与数据传输稳定,避免延迟失控。

3.5.2 门禁对接

硬件配置:机器人集成UWB定位、蓝牙5.0或4G模块,与门禁控制器交互;金属环境用LoRa通信,闸机响应延迟<200ms。

协议对接:门禁系统实时验证权限,支持多时间组授权;机器人发送开门指令,控制器驱动电锁并反馈状态。

安全防护:门禁控制器具备静电、浪涌保护;机器人配陀螺仪,监测电梯晃动触发急停。

3.5.3 接口与安全

采用BACnet、Modbus开放协议,建立标准化数据字典,构建数据中台支持BIM与数字孪生应用。

防火墙隔离机器人与机电网络,设计断网自维持逻辑,保障作业连续。

3.5.4 运维优化

物联网监测机电设备状态,AI预测故障并优化机器人策略;力控能效系统降低能耗,巡检机器人辅助设备维护。

3.6 电梯条件适配

3.6.1 核心条件

空间约束:标准轿厢(1.6m×1.4m)要求机器人体积<0.3m³、重量<80kg;采用折叠机械臂(如UR10e),展开半径1.2m。

安全规范:符合GB/T 24477-2021,双冗余急停系统响应<50ms,TOF 激光+视觉融合避障精度±5mm。

3.6.2 关键技术

智能调度系统基于群控算法实现优先派梯(延迟<3s);机器人抗电磁干扰(EN 61000-6-2 认证),陀螺仪+IMU 补偿震动,定位误差<2cm。

3.6.3 乘梯流程(见图2)

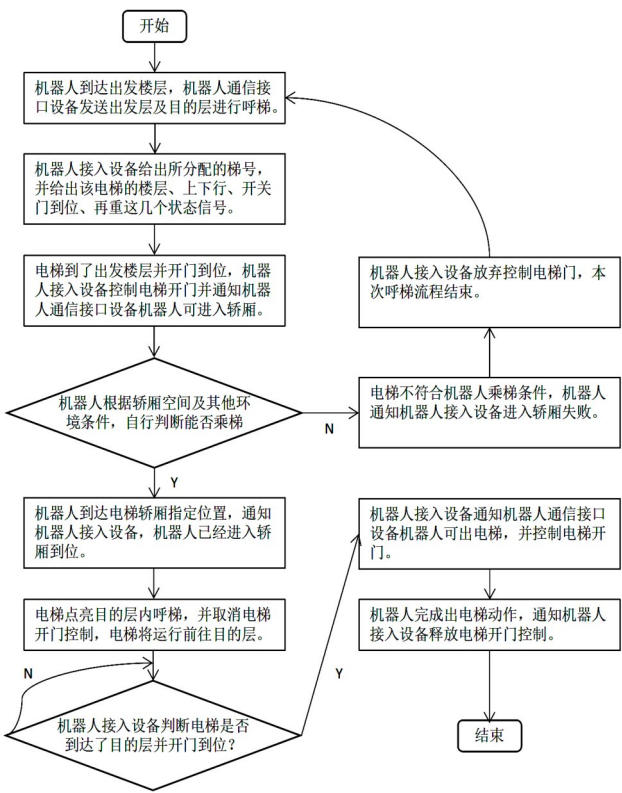


图2 机器人呼梯流程图

4 导览机器人应用案例

4.1 展厅应用规划(见图3)

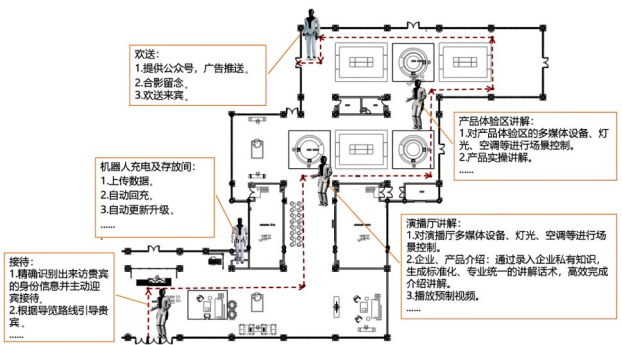


图3 展厅导览机器人应用规划

4.2 建筑环境条件梳理(见表1)

表1 展厅导览机器人应用建筑环境条件梳理

建筑条件	机电条件	智能化条件	电梯条件
地面装饰条件: 1. 硬质地面,避免厚地毯等容易变形的地面; 2. 地表哑面不眩光,有足够摩擦力不打滑。	机器人充电及存放间:市电220V,功率2500W;不少于5个10A插座。	通信需求:无线双频Wi-Fi通信,演示专用Wi-Fi,保证信号质量,100M及以上。	活动区域为展厅,无需对接电梯层控系统/目的楼层控制系统。
水平地面,无凹凸不平、台阶及坡度。	环境照明要求:无从地面或者前后方直射机器人视觉传感器的灯光。	通行需求:活动区域为展厅,无需对接门禁系统。	
活动区域为展厅,无需设电动门。		访客管理需求:与访客系统对接,精准识别贵宾身份信息。	
结构承重无特殊要求。		机器人联动需求:与智能化系统对接,实现联动灯光、空调、多媒体设备。	

5 结语

5.1 研究总结

本研究围绕服务型机器人在现代建筑空间中的

规模化应用,系统性地探讨了其应用场景与建筑环境适配性这一核心问题。通过深入研究,本文主要完成了以下工作并得出相应结论。

完成全景式应用场景梳理与需求分析:本文全面梳理导览、迎宾接待、配送、清洁、消毒、医疗、康养及安防巡检等服务型机器人应用场景。研究表明,不同类型机器人因功能定位差异,对建筑环境的需求呈现鲜明差异化特征。例如,导览机器人核心需求在于精准导航与沉浸式交互,配送机器人关键在于跨楼层通行与无接触交付,康养机器人则对安全性与情感化交互提出更高要求。该场景化需求分析为后续环境适配设计提供了根本依据。

构建系统化建筑环境适配体系:本文突破单一关注机器人本体的研究局限,创新性从“建筑—机电—智能化—垂直交通”四维视角,构建起完整的机器人应用环境适配关键要素体系。

通过案例验证理论体系可行性:以展厅导览机器人为实例,本文具体呈现了上述适配体系的实践应用路径。案例显示,通过满足特定建筑、机电及智能化条件,可成功部署机器人并达成其预期功能,进而验证了本文提出的环境适配理论与实施方案的有效性及指导价值。

5.2 主要贡献与价值

本研究的贡献主要体现在以下三个方面。

①**理论贡献:**将服务型机器人的研究视角从“机器”本身延伸至“机器—环境”的交互关系,提出了“机器人友好型”建筑环境的设计理念与理论框架,丰富了智能建筑与人机环境共融的理论内涵。

②**实践价值:**为房地产开发商、建筑设计师、物业运营管理方及机器人集成商提供了一套清晰、可落地的机器人部署技术指南与实施方案,有助于规避部署风险、降低改造成本、提升应用效能。

③**政策参考:**为国家和行业制定关于智能建造、智慧建筑以及服务型机器人应用的相关技术标准与政策导则提供了有益参考,助力行业标准化与规范化发展。

5.3 未来展望

服务型机器人应用前景广阔,但其与建筑环境的深度融合仍处于持续演进过程。未来研究与实践可向以下方向深化:

动态协同与群体智能:当前研究主要聚焦单体

机器人与静态环境的适配,未来需探索多机器人协同作业的动态调度、路径规划及与建筑设施(如电梯、门禁)的实时优化互动,实现从“单点智能”到“系统智能”的飞跃。

自适应与预测性维护:依托数字孪生与AI大数据分析,未来建筑环境可实时感知机器人状态,预测其维护需求(如电量、故障),并动态调整环境资源(如自动调度电梯、开辟优先通道),实现从“被动适配”到“主动服务”的转变。

标准体系完善与贯通:亟需建立并完善贯穿机器人制造、建筑设计、施工、系统集成与运维全产业链的统一标准体系,打破数据与协议壁垒,为机器人在更广泛建筑类型中实现“即插即用”奠定基础。

综上所述,服务型机器人的深度应用绝非孤立技术问题,而是需机器人技术与建筑环境协同设计、共同进化的系统性工程。本研究通过构建“机—建”融合适配体系,旨在为开启高效、安全、人性化的人机共融新时代,贡献基石性力量。