深圳市南山区机器人应用场景征集表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **需求名称** | 面向硬质手术器械盒的智能搬运机器人需求 | | |
| **应用场景** | 本项目所采购的搬运机器人主要应用于医院手术室相关区域，包括但不限于消毒供应中心与手术室之间的器械盒运输，以及手术室内部各辅助区域到手术间的器械配送环节 。旨在替代人工完成将不同规格器械盒搬运至物流机器人的工作，再由物流机器人送至手术间，从而提升手术室物资流转效率，减少医护人员非医疗工作负担，降低人为差错风险。 | | |
| **具体需求** | 功能需求  1. 自适应搬运功能：  需适配不同尺寸器械盒；承载重量范围2-10kg，满足从轻量眼科器械到重型骨科器械的全场景需求。采用"双边卡式机械臂+底部托盘"的复合夹持机构，确保搬运稳定性。   1. 智能导航功能：   依靠先进的导航技术（如激光导航、视觉导航或UWB定位等），可根据下单指令准确无误地抵达器械盒存放位置，定位精度达到±1cm；完成搬运后，能自动规划最优路径返回待命区域或根据新指令前往其他工作地点。  3. 器械管理功能：  RFID/NFC器械盒识别，100%追踪记录器械流转过程。与医院HIS系统对接，自动接收配送任务指令。实时显示器械盒位置和状态，支持紧急任务优先处理。  4. 安全防护功能：  全机身防液体溅射设计（IP54防护等级）；接触部位抗菌涂层处理，符合手术室感染控制标准；配备多重安全防护机制，如碰撞检测传感器（遇到障碍物能在5cm距离内及时停止）、急停按钮、异常报警装置等，保障在人员密集的手术室环境中安全运行。  技术需求  （一）机械系统  1.精度与噪声优化：高精度伺服电机重复定位精度保持±0.5mm，新增“静音运行模式”，电机运行噪声从<45dB降至<40dB，提升搬运效率。  2.续航与充电适配：机器人续航时间≥8小时（满足单班手术需求，如8:00-16:00），支持“快充模式”——充电30分钟可满足2小时应急使用（应对加班手术或突发手术需求）。  （二）传感系统  1.多传感器融合升级：在激光雷达+深度视觉+超声波基础上，新增“振动传感器”——检测搬运过程中机器人振动幅度（振动加速度≤0.5g），若振动超标（如地面不平导致），自动降低速度并记录异常位置，便于后期优化路线。  2.识别系统适配：器械盒识别视觉系统除准确率≥99.9%外，支持“模糊识别”——当RFID信号受到干扰，可通过视觉识别器械盒外观特征辅助判断；同时支持“批量识别”，提升效率。  3.重量检测细化：重量分布检测传感器精度从“防止偏载”明确为“重量检测误差≤50g”，可通过重量变化判断盒内器械是否缺失；同时支持“重量预警”——当单次搬运总重量接近上限时，自动降低移动速度，提升稳定性。  （三）控制系统  1. 协同调度适配：基于ROS的分布式架构支持5-8台机器人同时调度，新增“负载均衡调度”——根据各机器人当前任务量、剩余电量自动分配任务，避免某一台机器人过度负载，同时支持“手动干预调度”——护士长可在紧急情况下（如某机器人故障），将其任务手动分配给其他机器人。  2.神经网络控制优化：自适应神经网络除学习搬运参数外，新增“临床场景学习”——记录不同手术类型的器械配送频率、路线偏好，自动优化调度策略；同时支持“参数重置”——当新类型器械盒（如进口特殊器械盒）无法适配现有参数时，工程师可通过远程系统重置学习参数，无需现场调试。  3.远程监控与诊断升级：5G远程监控除实时查看机器人状态外，支持“远程操作指导”——当机器人出现轻微故障（如夹持部件松动），设备科工程师可通过远程系统发送操作步骤至机器人触控屏，指导护士现场解决（无需等待工程师到场）。  （四）数据系统  1.大数据分析细化：除优化器械使用率和配送路线外，新增“临床效率分析”——通过数据统计不同手术类型的器械搬运耗时、护士人工替代时长，生成《手术室器械自动化配送效益报告》。  2.数据安全强化：与医院HIS系统对接采用“加密传输协议”（符合国家《医院信息平台技术规范》），避免器械数据、手术数据泄露；新增“权限分级管理”——护士仅可查询本手术间相关数据，护士长可查询所有手术间数据，设备科仅可查询机器人运行数据，确保数据访问符合临床岗位需求。 | | |
| **拟投入资金（万元）** | 150 | **拟建设周期** | 1年 |
| **应用现状** | 1.技术发展：  全球医疗机器人市场快速增长，年复合增长率达18.5%，预计2025年市场规模将突破150亿美元；搬运机器人技术从传统的AGV向AMR（自主移动机器人）升级，智能化程度显著提高，医疗场景下的机器人需满足特殊要求，如无菌环境适配、低噪声设计等。  2. 市场应用：  目前医疗搬运机器人主要应用于药品配送（占比62%），器械专用搬运系统仍属空白；达芬奇手术机器人等高端设备普及推动了医院对配套自动化系统的需求； 国内三甲医院已开始试点物流机器人，但针对手术器械的专业化解决方案仍待开发。  3. 存在问题：  现有物流机器人多采用通用设计，未考虑手术器械的特殊性（如无菌要求、重量分布等）；器械盒交接环节仍需人工干预，全自动化程度不足；缺乏与医院信息系统的深度整合，管理功能薄弱。 | | |
| **建设基础** | 作为区域内高水平三甲医院，深圳市南山区人民医院在手术室智慧化建设领域积累了深厚基础。针对面向硬质手术器械盒的智能搬运机器人应用场景创新项目，医院已形成场景适配、要素完备、合作明确的全维度支撑体系，为项目落地提供坚实保障，具体如下：  **一、前期工作：手术器械搬运场景调研与验证精准落地**  **（一）专项调研聚焦核心痛点**  医院于 2023 年组建由**后勤保障部、信息部、手术室、消毒供应中心及护理部**骨干构成的专项工作组，针对手术器械盒搬运场景开展为期 8 个月的全流程追踪调研。重点梳理两大核心环节痛点：一是消毒供应中心与手术室之间的器械盒转运，存在人工搬运单次承载量有限（人均单次搬运 2-3 个器械盒）、高峰时段（每日 7:30-9:00 手术准备期）配送延迟率达 22% 等问题；二是手术室内部辅助区域至手术间的配送，因器械盒规格多样（从 15cm×20cm 眼科器械盒到 40cm×60cm 骨科器械盒），人工分拣交接耗时较长，且易因视觉疲劳导致错配风险。  **（二）现有物流体系奠定实践基础**  医院已于 2024 年 1 月建成并稳定运行**气动物流、轨道物流、垂直仓储、AGV 机器人转运**多维度物流系统，覆盖全院 80% 以上的物资流转场景。其中，AGV 机器人在耗材等通用物资转运中的运行数据（累计安全运行超 1.2 万小时，故障率低于 0.3%），为手术器械盒专用搬运机器人的路径规划、调度逻辑提供了直接的实践参考，有效降低了技术适配风险。  **（三）需求参数形成明确标准**  基于调研结果与临床反馈，工作组明确机器人核心参数与场景适配要求：如承载重量需覆盖 2-10kg 全范围，适配多规格器械盒的 “双边卡式机械臂 + 底部托盘” 夹持结构，以及符合手术室感染控制标准的 IP54 防护等级、抗菌涂层处理等，为解决方案定制提供了精准依据。  **二、核心要素：数据、资金与硬件的场景化储备**  **（一）数据资源实现手术场景精准适配**  医院信息系统已完成手术相关全链条数据打通，形成专属数据支撑体系。一是**空间数据精准覆盖**：院内 GIS 系统完成手术室、消毒供应中心及连接通道的厘米级三维地图绘制，重点标注器械存放架位置、手术间入口坐标、电梯停靠精准点位等关键信息，相关空间数据量达 28GB，可直接支撑机器人 ±1cm 定位需求；二是**业务数据实时联动**：HIS 系统已实现手术排班、器械需求清单等数据实时推送，2024 年全年累计生成手术器械相关调度数据超 32 万条，涵盖眼科、骨科等 12 类手术的器械配送频率、重量分布等特征，为机器人 “临床场景学习” 功能提供充足的数据样本；三是**设备数据互联互通**：现有轨道物流、垂直仓储系统的数据接口已完成标准化改造，可实现与器械搬运机器人调度系统的无缝对接，保障跨设备协同运行。  **（二）资金保障具备明确规划与来源**  项目拟投入资金 150 万元，使用规划清晰可控。财务部门已制定精细化资金分配方案：80% 用于机器人研发（含适配不同规格器械盒的定制化改造），15% 用于系统对接与调试（重点保障与 HIS 系统的加密协议适配），5% 用于人员培训与后期运维，确保资金使用与项目建设各阶段需求精准匹配。  **（三）硬件设施完成手术场景专项改造**  院内基础设施已针对手术器械搬运场景完成智慧化适配，无需额外大规模改造。一是**网络支撑低时延高可靠**：手术室区域部署 5G+Wi-Fi6 双网络冗余系统，实测网络时延低于 18ms，丢包率小于 0.08%，可满足机器人实时导航、远程监控与数据加密传输需求；二是**通行与停靠设施完备**：已完成2 部连接手术室与消毒供应中心的电梯物联网改造，实现机器人自主呼梯、楼层精准定位；关键通道宽度均优化至 1.2 米以上，地面经平整处理并标注导航辅助标识；在器械存放区、手术部通道建成 9 个机器人专用停靠站点，配备具备快充功能的智能充电桩（充电 30 分钟可满足 2 小时应急使用），适配机器人续航与应急需求；三是**消毒配套同步到位**：与机器人回站流程联动，确保器械盒搬运过程中的无菌环境要求。  **三、解决方案：定制化对接与落地保障**  **（一）合作方案聚焦手术场景痛点**  医院已形成定制化解决方案。方案核心亮点包括：一是**机械与传感系统适配**：采用激光 SLAM + 视觉导航双融合技术，新增振动传感器（振动加速度≤0.5g）与重量检测传感器（误差≤50g），可精准应对手术器械盒搬运中的稳定性与安全性需求；二是**控制系统专项优化**：基于 ROS 架构开发的调度系统，支持 5-8 台机器人协同运行，新增 “手术优先级调度” 功能 —— 可根据手术紧急程度（如急诊手术优先于常规手术）自动调整任务顺序，适配手术室应急场景；三是**数据安全符合标准**：采用符合《医院信息平台技术规范》的加密传输协议，设置护士、护士长、医工部三级权限体系，确保手术数据与器械信息安全。  **（二）落地测试具备成熟条件**  信息部已完成系统接口测试，实现机器人调度系统与 HIS 手术器械管理模块的模拟数据交互，成功率达 100%。同时，医院已预留手术部辅助区域作为试点场地，该区域已完成电源、网络接口的预铺设，可直接开展机器人的实地调试与场景模拟运行，预计试点周期可压缩至 3 个月以内。  **（三）运维保障建立专业团队**  医院将组建由医工部工程师、手术室护士长、信息科技术人员构成的专项运维团队，完成与合作企业的技术对接培训。配合团队完成机器人日常维护、参数重置等工作，确保设备在手术高峰期的稳定运行。  **四、临床基础：需求迫切性与落地适配性充分**  **（一）临床需求形成共识**  医院已完成手术室及消毒供应中心89名护士的需求问卷调查，支持率达 100%。调研数据显示，手术护士日均用于器械盒搬运的时间达 30-50分钟，且因搬运重型器械盒导致的腰肌劳损等职业损伤发生率达 8.7%，临床对自动化搬运的需求极为迫切。  **（二）试点条件全面具备**  除预留专属试点区域外，医院已完成 HIS 系统器械管理模块的接口开发前期准备，信息部有专人负责对接机器人系统的加密协议适配与数据权限配置。同时，手术部已制定试点运行的临床配合流程，明确护士在机器人任务下发、异常处理等环节的操作规范，确保技术落地与临床工作的顺畅衔接。  3. **效益预测**  **临床效益**：填补手术器械盒专业化自动化搬运空白，器械配送时间缩短 40-50%，到位准确率提升至 99.9% 以上；减少护士 5-10% 非医疗工作时间，降低劳力性损伤发生率，助力医护人员聚焦临床核心工作。  **管理效益**：通过大数据分析生成专项效益报告，实现器械使用率、配送效率精准管控；构建 “投入 - 产出” 参考模型，150 万元投入可节约 3-4 名分拣搬运人员成本，为医院资源优化配置提供数据支撑。  **行业价值**：形成专科器械搬运场景范式、技术适配模板与政策衔接经验，可快速复用于二级以上综合医院及专科医院，推动医疗物流从 “人工辅助” 向 “智能主导” 转型，为全国医疗机构手术室智慧化升级提供示范样本。 | | |