

智能消毒机器人的应用与发展分析

甘锦冰

(广西壮族自治区贵港市人民医院 广西 贵港 537100)

摘要:当前国内逐步提高了对突发公共卫生事件的重视程度,对医院而言,如何有效开展消毒工作、降低感染是一项重要课题。随着科学技术不断进步,智能消毒机器人逐步成为了医院消毒工作的首要选择。基于此,本文首先分析了智能消毒机器人的工作原理与关键技术,并探讨智能消毒机器人在医院中的应用及其效果,最后对今后智能消毒机器人的发展趋势进行思考,以期能促进智能消毒机器人在医院中应用效果的提升,以及对提高医院服务质量起到有效参考。

关键词:智能消毒机器人;医院;技术;原理;应用

0 引言

近几年我国人工智能技术发展迅速,智能机器人在各个领域中都逐步得到了普及,在医疗行业中亦是如此。当前大部分医院中依旧采取人工方式来进行院感的预防与消毒工作,但这种方式往往存在消毒不全面、消毒质量不达标、二次污染、消毒成本高以及消耗大量人力资源等问题^[1],并且如若采取过氧化氢消毒还会威胁消毒人员的身体健康。而在医院中应用智能消毒机器人则能够有效解决该类问题,因此值得对其应用予以充分重视,并在实践工作中进行逐步优化与改进,切实提高医院消毒工作的效率与质量。本文对智能消毒机器人的应用和发展进行了分析。

1 智能消毒机器人的工作原理

1.1 模块组成

通常情况下,智能消毒机器人是由视觉雷达、自感知模块、机器人云、高浓度干雾过氧化氢、超声波雷达、激光雷达、空气净化器、升降装置、全向移动底盘及紫外线消毒灯等模块构成。

1.2 工作方式

工作人员于平板控制终端中设置消毒任务,确定消毒时间及目标区域,利用激光雷达导航来进行定位导航,消毒机器人就会自动前往消毒目标区域。消毒机器人在确认该区域没有人员且关闭门窗的情况下,将紫外线灯管及过氧化氢气化发生器开启,过氧化氢气雾在紫外线作用下会快速分解形成许多游离羟基,从而杀灭该区域物体表面的真菌、分歧

杆菌、细胞繁殖体及细胞芽孢,起到快速杀灭细菌、消毒的效果^[2]。

1.3 应用原理

智能消毒机器人主要是通过运用机器人技术及人工智能算法,充分结合医院场景研发的具有较强独立性、自感应的人工智能消毒机器人,其能够自动识别智能场景、自主感测消毒环节、动态监控消毒过程、智能规划、独立运行及结果评估,并且还能够分析重要数据,如机器人运行数据、消毒数据与结果等^[3]。与此同时,智能消毒机器人还利用现代化消毒方式与技术,充分融合紫外线技术、低温过氧化氢干雾闪蒸技术及等离子空气净化技术,让消毒效果获得了质的飞越。智能消毒机器人在提高消毒效率的同时还能够量化管理消毒工作,一方面能够提升院感管理水准,另一方面还能大大减小对消毒人员的职业伤害。

2 智能消毒机器人的关键技术

相较于传统的机器人技术,智能消毒机器人技术也逐步成熟,概括来说其关键技术主要有移动底盘技术、定位与自主导航技术、运动控制技术、消毒模式及技术方案。

2.1 移动底盘技术

就目前市面上的移动机器人而言,较为常见的底盘结构形式有履带结构、轮式结构及腿式结构。其中:履带式结构具有良好的越野能力,能够大面积地接触地面,且具有良好的爬坡能力与附着力,它的不足之处在于机动不够灵活、转向速度偏慢;轮式结构对于地面条件有一定的要求,需要在路面平滑的情

况下才能正常移动,越野能力低,但它的优点在于机动灵活性好、转向速度较快;腿式结构较为常见的有直立双足机器人、四足机器人及六足机器人,不同的道路环境都可适用,部分腿式结构机器人还能够上下楼梯、翻越障碍,它的不足之处在于动作幅度较大、不能载重且稳定性不强^[4]。

2.2 定位与自主导航技术

机器人定位主要包括绝对坐标与相对坐标。其中:绝对坐标指的是机器人实际所处的环境信息或已经存储的地图全局位置关系;相对坐标指的是机器人移动时和初始间的坐标关系,能够利用陀螺仪的数据以及采集编码器来实施计算与推导。机器人自主导航主要包括未知环境信息导航及已知环境信息导航,机器人在动态环境或未知环境中运行时,主要是利用传感器来对环境信息进行感知,并动态构建地图来实施导航。在已知环境信息中,机器人能够利用算法迅速地规划移动路径,并根据规划路径移动来进行导航。

2.3 运动控制技术

智能消毒机器人是移动服务机器人的一种,其平稳运行主要是依赖运动控制技术。运动控制主要是驱动控制电机,根据所制定路径控制导航,抵达指定区域。当前较为常用的驱动方式有滑模控制与PID控制两类。滑模控制是一类非线性控制方式,不需要建立精准数字模型,而且模型参数变动以及控制是否连续都不会对其产生过大影响,因此经常被用于机器人控制当中;PID控制是否精准直接受到实际设置的比例系数所影响^[5]。当前越来越多的智能控制方式,如模糊控制、神经网络控制等方式也被运用到机器人控制当中。

2.4 消毒模式及技术方案

通常来说智能消毒机器人具有动态消毒及定向消毒这两类消毒功能,消毒技术则主要包括采用喷雾消毒及紫外线消毒两种类型,部分机器人还会采取酒精、液氯、臭氧与次氯酸钠等消毒方式。不过因为臭氧会危害人体,所以如果采取臭氧消毒方式,需要在消毒结束后通风30min以上方可准许人进入,这也是导致臭氧消毒无法大范围普及的原因。

3 智能消毒机器人的技术特点

3.1 人工智能算法和消毒深度融合

工作人员通过收集大数据中机器人运行数据、消

毒数据与结果等重要数据,将其录入至机器人云,并基于大数据分析来实施研究与运用,对智能消毒机器人自身、消毒设备及消毒方式进行完善,更好地助推智能消毒机器人的发展。

3.2 室内机器人移动技术和多传感器信息融合技术

室内移动机器人导航技术包括室内定位、录入和匹配环境地图、局部及全局路径规划等内容,通过收集和处理环境信息,基于所掌握到的全局信息数据来规划机器人移动路径。

3.3 消毒软件管理系统

利用消毒软件管理系统能够实现消毒信息的数据化,并且通过对消毒作业流程实施规范来确保消毒效果。该系统能够自动记录和储存消毒的时间、地点、方法以及消毒部件累积运行时长等内容,以便于工作人员任何时候进行查看,从而判断出智能消毒机器人有无根据规定要求在指定时间及区域中开展消毒作业,有无进行全面消毒、有无进行足够时间的消毒、部件使用时长有无超过规定的更换周期等。

4 传统医院消毒方式与智能机器人消毒方式的比较

4.1 传统医院消毒方式

医院过去主要是采取消毒液消毒、紫外线消毒或二者联合使用的方式来进行消毒,其中主要使用过氧化氢或次氯酸作为消毒液。不过上述消毒方式都需要人工来完成,消毒效果会受到操作人员专业水平的影响,可能会出现质量不统一、二次污染等问题。中科检测在评价消毒机器人消杀病毒中提及,采取紫外线静态空气直接照射法来杀灭微生物机体细胞过程中,实际照射范围有限,且要求工作人员能够及时对照射区域进行调整,难以实现全面消毒^[6]。而采取紫外线流动空气消毒方式则要求工作人员能够定期清洁消毒过滤网,避免产生二次污染。如果出现具有较强传染性致病菌的突发公共卫生事件,采取以上消毒方式无法对每次消毒质量有无达到规定标准进行验证。此外,传统医院消毒方式需要花费较大成本;加上存在一定的危险系数,工作人员需要穿戴相应的防护服,也增加了成本,因此传统医院消毒方式总体消费成本较高。

4.2 智能机器人消毒方式

智能消毒机器人消毒方式与传统医院消毒方式有所不同。例如上海钛米机器人股份有限公司的

TRD-03 智能消毒机器人可以有效结合等离子空气净化过滤器与紫外线灯装置,联合使用不同类型消毒方式,并能够结合具体消毒区域与要求来选择单独或联合应用各类消毒模式,确保不同环境中的各类消毒要求都能得到满足。通常来说,在一个杀灭周期中,智能消毒机器人主要包括四个阶段:第一,消毒的预先判断;第二,杀菌因子浓度增加;第三,杀菌因子维持;第四,分解。智能消毒机器人能够根据目标消毒空间面积、实现设定的消毒水平、当时环境温度与湿度等情况来将消毒预期用量以及不同阶段的预计时长自动计算出来,并且能够利用过氧化氢浓度探头来对消毒区域中过氧化氢气雾的浓度实施监控,同时及时调整具体的杀菌使用量。智能消毒机器人还能够根据具体反馈所得的 PM 值来对消毒维持时间及使用数量进行调整,保证消毒质量符合预先设定的要求。智能消毒机器人对消毒区域的 PM_{2.5} 水平实施检测,用以对消毒环节的过氧化氢颗粒物的凝结及含量实施控制,尽可能减少对消毒区域中电子元器件及贵重物品的腐蚀。

工作人员将消毒任务设置于控制终端后,智能消毒机器人便会在事先设定好的时间抵达所要消毒区域。在开始消毒前,首先根据动态地图来对所消毒区域面积、湿度、温度实施评估,然后确定相应的消毒手段。在具体消毒环节对消毒因子进行动态监控,保证能够闭环控制消毒效果^[7]。而且智能消毒机器人还能够对消毒目标进行自动辨识,并对其开展全方位无死角消毒工作。此外,智能消毒机器人能够获取医院感染病例预警数据,并通过使用 AI 技术对医院中感染风险、具体所需消毒科室进行分析,然后自动设定消毒计划同时发起相应任务,并对感染病例数据实施跟踪。另外,智能消毒机器人还能够将环境感知传感器及消毒因子浓度传感器有效集成起来,取得许多临床消毒结果信息,从而对消毒效果实施预测与验证,从而能够让医院消毒管理更为精细化。除此之外,因为智能消毒机器人具有检测作业环境是否有人、障碍躲避、自动定位导航等功能,所以实现了消毒的自动化,能够有效减小传统医院消毒模式对工作人员的依赖与职业伤害。

5 智能消毒机器人在医院的应用及其效果分析

本文为了对医院应用智能消毒机器人的消毒效果进行分析,让智能消毒机器人对医院中医务人员

办公区域通道、重症监护室及手术室这几个面积相同的场景实施终末处理,并且结合具体区域的消毒要求选用 7.5%过氧化氢溶胶喷雾、35%过氧化氢溶胶喷雾或次氯酸喷雾等相应浓度的消毒喷雾,与紫外线消毒共同消毒目标区域。在消毒前,先由工作人员触摸控制屏,将所需消毒地点选定,消毒机器人便可根据前期预实验来对行进路径进行自动规划,抵达指定区域后按照智能配置方案来实施消毒与评估,利用红外线对所消毒区域大小进行感知,并将消毒所要花费时间测算出来。在消毒过程中,机器人能够凭借感应系统来自动规避障碍物与人员。消毒完毕后智能机器人能够结合所剩电量多少来决定继续执行其他消毒任务或返回充电桩充电。

工作人员首先分析应用智能消毒机器人过程中的运行记录,如智能消毒机器人的操作反应速度、平均工作时间、障碍物及人群躲避百分率、任务取消次数等。然后将其与传统固定式空气消毒机进行比较,如同一场景中完成任务所需时间、工作人员操作时间以及不同任务间隔时间的差异、消毒效果等。最后根据上述内容来判断智能消毒机器人在医院中的应用效果。结果显示,在所记录的 523 次执行消毒任务过程中,每次任务耗时平均为 (93.45 ± 9.37) min,障碍物躲避次数为 518 次,人群躲避次数为 510 次。操作反应正常速度达到 520 次,消毒任务完成效果良好。采取过氧化氢汽化与紫外线相结合的消毒方式的 0.5h 后,采集物表细菌样本进行检测,结果显示不同场景的菌落培养结果都在 5CFU 以下,甚至达到了 0CFU。综上可知相较于传统消毒方式,智能消毒机器人能够更加精准地管控医院多场景感染控制,减少医护人员工作量,并且消毒金葡测试达到了 IV 类环境洁净要求。

6 智能消毒机器人未来在医院应用中的挑战和发展趋势

当前,在机器人研究领域中,智能消毒机器人的研究得到了越来越多的关注,虽然目前有一些研究成果已经投入实践当中,但与达到大规模商业化运用存在较大差距。笔者认为今后在医院中应用智能消毒机器人所面临的调整与发展趋势主要有以下方面。

(1) 多模态数据融合下的环境感知。智能消毒机器人对周边环境开展作业任务同时进行智能决策的一个重要前提就是其具有良好的感知能力。这就要

求智能消毒机器人能够利用不同的异构传感器如触觉、听觉及视觉等来取得多模态数据,并将其有效融合,达到优势互补的目的。但是经查阅现阶段研究智能消毒机器人感知环境方面的资料发现,重点在于视觉数据,所以在今后的发展当中一个主要趋势必定在于研发与应用多模态异构数据融合的机器人环境感知技术。

(2) 高动态复杂环境下的自主导航。机器人要想高效、准确地完成各项任务,一个重要的技术就是自主导航技术。未来智能消毒机器人要能够在不同类型的具有不确定、复杂性及动态化的环境内开展工作,那么就可能会面临诸多意外突发状况,这样就要求智能消毒机器人具备强大的智能化自主导航功能。就现阶段看来,大部分智能消毒机器人主要还是采取传统的导航方式,对先验环境知识存在较大依赖性,以至于其无法有效适应环境,一旦出现环境变化等动态场景,智能消毒机器人也难以做到高效躲避。因此,要想有效解决该类问题,就要提高机器人的自主学习能力。而在人工智能技术不断进步的今天,借鉴人工智能中的进化及强化学习等方法来提高智能消毒机器人适应环境的能力及自主导航能力是今后研究的一项重要方向。

7 结语

总而言之,相比传统的医院消毒模式而言,智能消毒机器人不仅能够更高质高效地完成消毒任务,并且还能有效减少人力资源及时间成本。而且应用智能消毒机器人能够取代以往陈旧的消毒设备,有利于提升医院的服务质量。不过因为医院人员流动性大、环境复杂,所以当前智能消毒机器人还无法

彻底取代传统人工消毒模式,在今后发展中医院结合使用智能消毒机器人与人工消毒模式是一大主流趋势。但在医院消毒工作中应用智能消毒机器人将是一大发展趋势,并且在物联网科技及人工智能技术的不断进步下,智能消毒机器人的应用会更为广泛,消毒方式也会更加多元化与专业化。

参考文献:

- [1] 陈杰. 机器人在突发公共卫生事件中的应用分析与发展趋势的探讨 [C]// 中国医学装备大会暨 2022 医学装备展览会论文汇编 (下册), 2022:15-19.
- [2] 姚冲, 吴荷玉, 谈维. 基于 AI 算法的智能消毒机器人在疫情常态化防控时期医院多场景中的应用 [J]. 当代护士 (中旬刊), 2022, 29 (02): 116-118.
- [3] 蒋威. 智能消毒机器人在急诊手术室消毒管理中的应用及效果评价 [J]. 当代护士 (下旬刊), 2022, 29 (01): 156-158.
- [4] 庄逸, 丁皓, 刘浩宇, 等. 疫情背景下无接触医用机器人的应用与发展 [J]. 生物医学工程学进展, 2021, 42 (01): 30-35.
- [5] 程跃. 移动消毒机器人在新冠疫情下的挑战与机遇 [J]. 机器人技术与应用, 2020 (04): 47-48.
- [6] 丁志虎, 胡光阔. 智能机器人在医院消毒作业中的应用 [J]. 医学信息, 2020, 33 (05): 28-29.
- [7] 成静, 杨旭, 陈洁雅. 智能消毒机器人在新型冠状病毒肺炎隔离病房护理使用体验的研究 [J]. 科技与创新, 2020 (13): 28-31.

作者简介: 甘锦冰 (1989.07-), 男, 汉族, 广西贵港人, 本科, 工程师, 研究方向: 医疗设备管理、维护及采购工作。