

智能轮椅运动控制研究

王 欢

西安汽车职业大学 陕西 西安 710699

摘要：本研究聚焦智能轮椅的运动控制。深入探讨轮椅的速度调节、转向机制等关键方面。通过分析各种运动模式和环境因素，设计精确的控制算法，旨在实现轮椅运动的平稳性、灵活性与安全性。同时，研究还注重与使用者需求的结合，以提升操控体验。对智能轮椅运动控制的深入研究，将为改善行动不便人士的生活质量、推动相关技术发展提供重要的理论支持和实践指导。

关键词：智能轮椅；运动控制；策略研究

1 智能轮椅技术概述

智能轮椅是现代科技的杰出成果之一。它融合了多种先进技术，旨在为行动不便的人群提供更便捷、舒适和安全的移动解决方案。传感器技术是智能轮椅的关键组成部分。通过各类传感器，如压力传感器、距离传感器等，轮椅能够实时感知周围环境和自身状态，从而更好地适应不同场景。驱动技术的进步使得轮椅具备更强的动力和灵活性，可以轻松应对各种地形。智能导航系统的应用让轮椅能够自主规划路径，避开障碍物，用户可以更轻松地到达目的地。智能轮椅还配备了人机交互界面，方便用户进行各种操作和设置，例如通过语音指令来控制轮椅的行进方向和速度。智能轮椅还在不断融入新的技术，如物联网技术，可实现轮椅与其他设备或系统的连接和交互，为用户提供更全面的服務。还有人工智能技术的运用，能够让轮椅根据用户的习惯和需求进行个性化的调整和优化^[1]。智能轮椅技术的不断发展和创新，为改善特殊人群的生活质量和出行便利性发挥着重要作用，展现出了科技的巨大魅力和人文关怀。未来，随着技术的进一步提升，智能轮椅将拥有更广阔的应用前景和发展空间。

2 智能轮椅运动控制的重要性

智能轮椅的运动控制具有极其关键的意义。第一，精准的运动控制确保了使用者的安全，轮椅在不同的环境中行进，可能会遇到各种障碍和复杂路况，只有通过良好的运动控制，才能及时有效地避开这些潜在危险，防止碰撞、倾覆等意外发生，保障使用者的人身安全。第二，它能够为用户提供平稳、舒适的移动体验，如果运动控制不稳定，轮椅在行进过程中可能会出现颠簸、晃动等情况，这不仅会让使用者感到不适，甚至可能对其身体造成不良影响。而出色的运动控制能让轮椅的移动平滑流畅，提升使用者的舒适度。第三，智能轮

椅的运动控制对于提高其自主性和独立性也至关重要，使用者可以更自由地操控轮椅，按照自己的意愿和需求前往目的地，而无需过度依赖他人的帮助。这对于增强使用者的自信心和生活质量有着重大意义。第四，良好的运动控制还能延长轮椅的使用寿命，避免因不合理的运动方式导致零部件过度磨损或损坏，减少维修和更换成本。在一些特定场景中，如医院、养老院等，智能轮椅的运动控制更是需要高度精准和可靠。它关系到整个场所的运行效率和秩序，同时也代表着对特殊人群的关爱和尊重。智能轮椅的运动控制是其核心要素之一，直接影响着使用者的方方面面，对于提升智能轮椅的性能和价值有着不可忽视的重要性。

3 智能轮椅运动控制系统设计

3.1 系统架构及主要功能模块

智能轮椅运动控制系统的架构设计是整个系统的基础，它决定了系统的性能和功能实现。通常，该系统架构包括感知层、决策层和执行层。感知层主要由各类传感器组成，如速度传感器、角度传感器、障碍物检测传感器等。这些传感器负责实时采集轮椅的运动状态信息以及周围环境信息，为后续的决策和控制提供数据支持。决策层是系统的核心部分，它接收来自感知层的数据，并结合预设的算法和规则进行分析和计算，以生成相应的控制指令。决策层需要具备强大的计算能力和智能的决策算法，能够根据不同的情况做出合理的决策^[2]。执行层则负责将决策层生成的控制指令转化为实际的动作，驱动轮椅的电机、转向机构等执行部件，实现轮椅的精确运动控制。主要功能模块包括：运动规划模块，能够根据用户输入的目的地和当前环境信息，生成合理的行进路径；避障模块，实时监测周围障碍物并及时调整轮椅的运动方向；速度控制模块，精确控制轮椅的行进速度；姿态稳定模块，确保轮椅在行进过程中的稳定

性和平衡性。

3.2 硬件平台选型与搭建

硬件平台是智能轮椅运动控制系统的物理支撑。在选型时,需要综合考虑性能、可靠性、成本等因素,处理器的选择至关重要,它需要具备足够的计算能力来处理复杂的算法和实时数据。常见的选择包括高性能的微控制器或嵌入式系统。电机是驱动轮椅运动的关键部件,需要根据轮椅的负载和运动需求选择合适的功率和转速。同时还需要配备相应的电机驱动模块,以实现了对电机的精确控制。传感器的精度和可靠性直接影响到系统的性能,需要选择高质量的传感器,如高精度的速度传感器、角度传感器和可靠的障碍物检测传感器。还需要搭建稳定可靠的电源系统,为整个系统提供持续稳定的电力供应。在硬件平台搭建过程中,要确保各个部件之间的兼容性和稳定性,合理布局硬件电路,减少干扰和信号衰减。

3.3 软件系统设计与实现

软件系统是智能轮椅运动控制系统的灵魂,它决定了系统的智能化程度和控制精度。需要开发底层驱动程序,用于与硬件平台进行通信和控制,这些驱动程序需要确保高效、稳定地与硬件交互。运动控制算法是软件系统的核心。包括路径规划算法、避障算法、速度控制算法等。路径规划算法需要考虑轮椅的运动学特性和环境约束,生成最优的行进路径。避障算法需要实时检测障碍物,并根据距离和相对速度等信息,计算出合适的避让策略。速度控制算法则要根据用户需求和环境情况,精确控制轮椅的行进速度。为了提高系统的可维护性和可扩展性,软件系统需要采用模块化的设计思路。将不同的功能模块独立开发和测试,然后进行集成和调试,人机交互界面也是软件系统的重要组成部分。它需要简洁明了、易于操作,方便用户输入目的地、设置参数等,软件系统还需要具备故障诊断和自恢复功能。当系统出现故障时,能够及时检测到并采取相应的措施进行修复,以保障用户的安全和使用体验^[3]。在软件实现过程中,要注重代码的质量和效率,采用合适的编程方法和技术,确保软件系统的稳定性和可靠性。还需要进行充分的测试和优化,以满足不同场景下的使用需求。通过精心设计和实现的智能轮椅运动控制系统,能够为使用者提供更加便捷、安全、舒适的出行体验,为改善特殊人群的生活质量发挥重要作用。

4 智能轮椅运动控制策略研究

4.1 路径规划算法

智能轮椅的运动控制离不开高效的路径规划算法。

其中,全局路径规划致力于在已知的环境地图中找到从起始点到目标点的最优路径。它考虑整个环境的信息,通过复杂的计算和分析,规划出一条较为宏观的路线,局部路径规划则更注重实时性和适应性。它在轮椅行进过程中,根据实时获取的局部环境信息,动态地调整路径。例如,当遇到突发的障碍物或环境变化时,局部路径规划算法能够迅速做出反应,重新规划出适合当前情况的小段路径,以确保轮椅能够安全、顺畅地通过。避障策略是智能轮椅运动控制的关键环节。在复杂的环境中,轮椅需要及时感知到障碍物并采取有效的避障措施。这不仅需要精确的传感器来检测障碍物,还需要结合巧妙的避障策略。一方面,可以采用基于距离的避障策略,当检测到障碍物与轮椅的距离达到一定阈值时,触发相应的避让动作。另一方面,还可以结合环境特征和轮椅的运动状态,采用智能的决策算法来确定最佳的避障方向和方式。比如,在狭窄通道中遇到障碍物时,可能需要先减速,然后选择合适的角度绕过障碍物。同时还可以利用机器学习等技术,让轮椅在不断的实践中学习和优化避障策略,提高其应对复杂环境的能力。通过全局路径规划、局部路径规划以及精心设计的避障策略的协同作用,智能轮椅能够在各种环境中实现高效、安全的运动控制,为使用者提供更好的出行体验和保障^[4]。

4.2 速度控制算法

速度控制算法在智能轮椅的运动中起着至关重要的作用。匀速运动控制是基础且关键的部分。通过精确的调控,确保轮椅以稳定的速度行进,这对于使用者的体验至关重要。在匀速运动控制中,需要综合考虑电机的性能、轮椅的负载以及地面状况等因素。算法会持续监测和调整电机的输出功率,以维持恒定的速度。比如,当轮椅在平坦的道路上行驶时,算法能保持电机以相对稳定的功率运转,实现平稳的匀速前进;而当遇到轻微的坡度变化时,算法能及时做出微调,保证速度的稳定,避免出现忽快忽慢的情况,让使用者感到舒适和安心。变速运动控制则赋予了轮椅更强的适应性,在不同的场景下,轮椅可能需要加速或减速来应对各种情况。变速运动控制算法会根据使用者的指令或环境的变化,精确计算所需的加速度或减速度。例如,在需要快速通过一段开阔区域时,算法会控制电机加大功率输出,实现快速加速;而当接近目的地或遇到障碍物需要减速时,算法会逐步降低电机功率,实现平稳减速。还要考虑到变速过程中的冲击和顿挫感,通过优化算法来尽量减少这些不良影响,提高轮椅运动的流畅性。刹车与停车控制更是直接关系到安全,优秀的刹车与停车控制算

法能够在最短的时间内让轮椅平稳停下，避免意外发生。这需要对刹车系统进行精确的控制，根据轮椅的当前速度、距离目标点的距离等因素，计算出最合适的刹车力度和时间。在紧急情况下，算法能迅速响应，启动紧急制动，保障使用者的安全；而在正常的停车操作中，算法能实现平稳、渐进的刹车过程，避免突然的停顿给使用者带来不适。并且，还要考虑到刹车系统的磨损和寿命，通过合理的控制策略来延长刹车系统的使用寿命，确保长期可靠的刹车性能。

4.3 稳定性与安全性保障措施

在智能轮椅的设计与运行中，稳定性与安全性保障措施至关重要。轮椅稳定性分析是首要环节，需要充分考虑轮椅的重心位置、结构设计以及负载分布等因素。合理的位置能够确保轮椅在行进、转向等动作时保持平衡，避免倾翻的风险。通过对轮椅结构的精心设计，如优化底盘结构、选择合适的轮距等，可以增强轮椅的稳定性^[5]。不同的负载情况也会对稳定性产生影响，因此需要对各种可能的负载状态进行分析和评估，确保轮椅在满载或不均衡负载的情况下依然能够稳定运行。例如，当使用者携带较重物品时，轮椅的稳定性可能会受到挑战，此时就需要特别的设计和调整来保障其稳定性。安全预警与保护措施则是一道重要的防线，先进的传感器系统能够实时监测轮椅的状态和周围环境。比如，通过加速度传感器可以检测到轮椅是否出现异常的倾斜或震动，及时发出预警信号。距离传感器可以检测到与周围物体的距离，当距离过近时触发警报。还可以设置多种安全保护措施。如在轮椅即将失控时，自动启动紧急制动系统，迅速停止轮椅的运动，避免危险的发生。智能的防碰撞系统可以在即将与障碍物碰撞时采取避让动作或减速措施，保护使用者免受伤害。轮椅还可以配备安全带等约束装置，确保使用者在轮椅运行过程中不会因意外而跌落。为了进一步提高安全性，还可以

设置多级安全预警机制，根据不同的危险程度发出不同级别的警报，让使用者和相关人员能够及时做出反应。定期对轮椅进行安全检查和维修也是保障稳定性与安全性的重要手段，及时发现并解决潜在的问题，确保轮椅始终处于良好的运行状态。通过深入的轮椅稳定性分析以及全面的安全预警与保护措施，能够为智能轮椅的使用者提供可靠的安全保障，让他们能够放心地使用轮椅，享受便捷、安全的出行体验。

结束语

通过对智能轮椅运动控制的研究，取得一系列有价值的成果。深入理解了轮椅运动中的各种挑战和需求，研发出更高效、更精准的控制算法和策略。这不仅提升智能轮椅本身的性能，也为使用者带来更好的体验和更高的安全性。这只是一个开始，科技在不断发展，仍需持续探索和创新。未来，将进一步优化运动控制，融入更多先进技术，让智能轮椅更好地服务于有需要的人群，为他们的生活带来更多的便利和可能，共同迈向一个更加包容和关爱的社会。

参考文献

- [1]张鹏园.赵连玉.王成林.全向智能轮椅床的运动控制算法研究[J].天津理工大学学报.2023.39(2):26-33. DOI:10.3969/j.issn.1673-095X.2023.02.005.
- [2]钟嗣东.黄凯帆.邵泽宁.庄健怡.曹惠茹.基于人机交互的智能轮椅车研究[J].电子设计工程.2019.27(17):48-52+58.
- [3]朱亚坤.姚立纲.徐业良.郑江宏.基于物联网的电动轮椅控制系统研究[J].机械制造与自动化.2019.48(02):164-168.
- [4]李高峰.肖天骄.吴小高.国内外轮椅产品的发展现状及对比分析[J].社会福利:理论版.2020(2):9-13.
- [5]肖蕊.张颖.智能轮椅的研究与探索[J].科技创新与应用.2021.338(10):51-03.