

多人机交互方式智能轮椅

曹彬 戎新萍 王政博 魏三均 李新发

南京工业大学浦江学院 江苏 南京 210000

DOI:10.12238/etd.v3i8.6175

【摘要】: 我国现如今已基本步入老龄化社会, 智能轮椅在市场的需求量逐步增加, 针对智能轮椅人机交互不够自然, 安全保障系统不完善等问题, 现基于患者身体康复需求设计一款智能轮椅, 无刷直流电机, 推杆等与单片机相结合。具有自动导航, 自动避让障碍物, 可助站立和行走, 可便于患者基本的生活需求包括能帮助患者身体放松和如厕, 能帮助患者自我解决基本生活需求。

【关键词】: 智能轮椅; 多人机; 交互方式

中国分类号: TN609 文献标识码: A

Multi-Computer Interaction Intelligent Wheelchair

Bin Cao, Xinping Rong, Zhengbo Wang, Sanjun Wei, Xinfu Li

Pujiang College, Nanjing University of Technology, Jiangsu Nanjing 210000

Abstract: Nowadays, China has basically entered an aging society, and the demand for intelligent wheelchairs in the market is gradually increasing. Aiming at the problems such as unnatural human-computer interaction and imperfect security system of intelligent wheelchairs, we now design a smart wheelchair based on the needs of patients' physical rehabilitation, which combines brushless DC motor, motor, push rod and SCM. With automatic navigation, automatic avoidance of obstacles, can help stand and walk, can facilitate the patient's basic life needs, including help the patient to relax and go to the toilet, can help the patient to solve the basic life needs.

Keywords: Intelligent wheelchair; Multimachine; Interactive mode

引言

智能轮椅, 即使用智能机器人技术, 包括机器视觉, 结合多个传感器和用户界面, 利用机器、控制装置、人工智能和其他技术规避障碍路线, 并进行太阳能充电, 可满足老年人、残疾人等特殊人群的操作需求的多功能的智能化产品, 是对传统轮椅的升级和创新。新一代智能轮椅使用 GPS 作为中央控制, 利用控制策略系统, 在特定模式下实时完成克服障碍任务, 采用最智能的系统及嵌入式技术, 具有功耗低、处理效率高特点, 令老年人及部分残障人士可以独立生活, 满足用户群体的要求。

多人机交互是指多个人同时操控一个或多个机器人进行协同工作或协同游戏的过程。近年来, 随着机器人技术的迅速发展和应用场景的不断扩展, 多人机交互也越来越受到关注, 一方面, 随着机器人技术的不断发展, 多人机器人系统能够实现更加复杂和多样化的交互; 另一方面, 研究者们也在探索如何让人类与多个机器人进行更加自然和有效的交互。多人机交互的发展在以下几个领域有着不同的发展: 应用场景不断扩展, 多人机交互早期主要应用于工业自动化领域, 如自动化生产线、仓储物流等。近年来, 随着机器人技术的不断发展和普及且机器人成本不断降低, 多人机交互

的应用场景不断扩展; 控制接口不断优化, 多人机交互的成功与否, 离不开高效的控制方式。目前, 多种控制方式已经陆续问世; 协同算法不断创新, 多人机交互一方面需要保证多个机器人的协同工作, 另一方面也需要考虑机器人之间的冲突和协调。因此, 协同算法的研究一直是多人机交互研究的重点。总之, 随着多人机交互的不断发展, 它将会在越来越广泛的领域得到应用, 并有望在提高工作效率、降低生产成本、提升生活品质等方面发挥越来越重要的作用。

通过观察第七次人口普查数据, 2020 年劳动年龄人口总量继续下降, 老龄化程度不断加深。在过去的几年中, 青少年至中老年的年龄段的劳动年龄人口从 89729 万人下降至 89438 万人, 减少了 291 万人。如今, 随着老年人增多, 轮椅的老年潜在用户预计也将突破 2000 万人。据中国残疾人联合会发布的数据显示, 我国肢体残疾人口数量为 2472 万人。同时, 根据世界卫生组织的数据, 约有 15.0% 的人口患有某种形式的残疾, 需要帮助行动。此外, 与其他疾病相比, 日益增长的慢性疾病同样是导致残疾增加的原因, 进而增加了对轮椅的需求。

1 功能设计

1.1 睡眠功能

智能轮椅具有如下功能:它的靠背可以向后倾斜 150 度,变成床的形态,并且座椅部分可以通过电动控制上下摇摆 15 度。通过精准控制电机的闭环系统,该座椅在座椅部分摇晃时,能够模拟出人们需要的律动节奏效果,同时座椅前后摇摆能够让人感受到海浪般的感受。同时,整个座椅还可以实现零重力的姿态,减轻坐姿疲劳并促进睡眠。

1.2 座椅部分升降与旋转调节

此智能座椅在居室空间水平放置时,具备以下功能:座椅部分可以电动升高到 220 厘米,方便老年人获取高处的物品;同时,座椅部分可以进行电动旋转,提供 90°、180°和 360°的旋转角度,方便老年人获取任意方向的物品。

1.3 助站功能

座椅部分可以向前倾斜 30°到 180°,方便老人放松身心。

1.4 避障功能

此智能轮椅还具备避障功能。它通过搭载超声波测距仪系统,能够在距离障碍物 40 厘米的时候感知到其存在,并开始进行线路修正以躲避障碍物。

1.5 厕所功能

遥控器被安置在座椅的右侧,这样可以避免老年人遗忘或遗失遥控器,同时也不会影响手臂的舒适性体验。遥控器的界面简单直观,降低了老年人的使用难度。三角形按钮用于控制直行或倒退,圆形按钮用于协助如厕;折叠扶手嵌入座椅中,设计搭配合理,不会对身体后背造成不适的感,而且扶手在需要时可以自动翻转。液压升降系统通过电机将座垫两侧的凹槽拉向椅身,细节处理相当精致,并与整体外观完美融合。此外,智能轮椅的能源采用环保节能的锂电池,既轻便又安全。借助语音指导,将智能轮椅推到马桶的正上方;放下轮椅的两侧扶手,并支撑在身体两侧腋下,老年人借助座椅下方的液压杆将自己的身体抬升到一定高度,臀部离开座位,同时,按下“打开坐垫”按钮,如厕空间将得以露出;老年人准备就绪后,按下按钮,两侧扶手降下,使用者将可以坐在留有的如厕空间内方便;如厕完成后,使用者离开马桶。

2 系统总体设计

系统总体设计图如图所示:



图1 系统总体设计图

多人交互方式智能轮椅在设计上共分为车轮底盘结构,控制模块和感知模块来进行设计。

轮椅底盘结构:对于轮椅底盘结构,选用钛合金材质作为轮椅车架,它具有质地轻、强度高、高耐腐蚀性等优点,比铝合金材质更加轻盈,比钢材更加耐腐蚀,并且拥有很高的比强度和比刚度,大大提高了轮椅在使用时的舒适性和安全性;选用碳纤维橡胶作为轮胎材质,具有低噪音、耐磨损、抗侧滑、稳定性好等优点,提升了行驶时的稳定性;在电机选择上,选择了无刷直流电机,该电机体积小、重量轻、功率大、效率高,并且转速稳定、噪音低、寿命长。在使用无刷直流电机时还可以直接反馈马达的速度和位置信息,控制精度高,能效高,提高了智能轮椅的使用寿命,给用户更好

的体验。

轮椅控制模块:在控制模块的设计上,选用了电机驱动控制轮椅升降,相比传统的机械控制,更加智能化,省去了人为操作的繁琐,对于部分无法手动操作的用户,体验感大幅提升;通讯模块,进行感知模块之间互联,使摄像头的视觉信息,超声波模块的避障信息,惯性传感器模块的状态信息,以及位置信息进行连接分析,在一定程度上为用户直接进行决策;人机交互界面,是用户与智能轮椅交互的“窗口”,通过触摸屏,麦克风向智能轮椅表达需求,显示屏显示轮椅状态信息,从而达成多人交互的效果。

感知模块:该模块能够从多个角度获取外界信息,包括但不限于周边环境的视觉信息确认周边环境,用户人脸识别

信息确认轮椅使用者, 超声波模块实现避障功能, 惯性传感器模块检测用户使用状态, 定位模块获取位置信息。主控对这些信息进行分析处理, 从而针对性地做出判断和行动, 体现智能。

多人机交互方式智能轮椅的结构设计图如图 2.1 所示:



图 2.1 结构设计图

1 为轮椅坐垫, 为双层设计, 中部的镂空可助于实现厕所功能; 2, 3 为扶手支架, 通过电机控制实现升降; 4 为内伸缩架, 在轮椅倾斜时进行固定作用; 5 处安放主控模块;

6 配合进行轮椅倾斜; 7 处设置避障模块

2.1 超声波测距仪

声波撞击物体后产生反射声波并被传感器感知, 因此我们可以通过测量声波往返的总时间来计算与障碍物的距离。具体地说, 当一个声波源发射出去的声波到达障碍物表面, 会发生反射并返回到声波源。传感器会测量出声波从发射到接收总共经历的时间 (即往返时间), 并根据声速和时间的乘积计算出声波传播的距离, 通过以上方式, 我们可以利用测量声波往返的时间来计算与障碍物的距离。具体计算公式如下: $s = (t \times 10^{-6} \times 34300) / 2$, 其中 s 表示与障碍物的距离, t 表示测量声波往返的时间。在这套系统中, 我们设定 45 厘米为距离极限。当任何障碍物接近极限距离时, 蜂鸣器会响起并向用户发出警告。如果障碍物靠得更近, 轮椅会停止在该朝向的运动。在平行运动的时, 靠核心的大轮驱动, 橡胶履带的位置, 与脚踏板的高度是一致的。当需要刹车时, 橡胶履带将开始慢慢倾斜, 直至前轮接触地面, 并同时释放藏在轮椅下方的其他两个小支持轮。通过前后两轮的支持以及前轮橡胶履带的摩擦力, 轮椅被升至高处, 也就停了下来。

超声波传感器的工作原理类似于雷达或声纳。它首先发出高频声波, 然后接收反射回来的声波。传感器通过测量发送信号和接收回波之间的时间间隔, 计算物体与传感器之间的距离。本文中用的是 HC-SR04 超声波传感器, 其工作频率为 40kHz, 可测量 2-350 厘米的距离, 并且精度达到 3 毫米。

2.2 定位功能

该系统使用有源 RFID 技术, 可以实时定位监控轮椅在室内的位置。在室内的一些重要位置放置有源 RFID 标签, 用户可以通过语音系统获取当前轮椅所在的位置, 例如靠近楼梯、门口或通向不同地点的不同路径的路口等信息。当轮椅进入标签范围时, 附在轮椅上的 RFID 接收器将获取标签的唯一 ID, 并将该信息传递到微控制器。微控制器将接收到的 ID 与预先存储的 ID 列表进行比对, 找到与信息相匹配的 ID 位置, 并生成带有 MP3 播放器控制信号的指令。这样, 通过语音系统, 用户可以实时了解轮椅所在位置的具体信息。

该系统采用无线非接触式射频识别 (RFID) 技术, 以实现对待带有标签的物体的自动识别和跟踪。该技术使用射频电磁场进行数据传输, 能够实现远距离数据读取。有源 RFID 标签使用电池供电, 功耗低, 识别范围相对较广。系统采用的 RFID 工作频率为 433MHz, 能够实现 4 至 5 米的识别范围。

2.3 语音导航功能

该系统由一个包含 MP3 播放器和微控制器的组件构成, 目的是为视觉受损的人提供导航服务。MP3 播放器内置多段音频剪辑, 当轮椅靠近 RFID 标签时, 微控制器将接收对应唯一 ID 进行识别, 并向 MP3 播放器发出信号, 播放相应的音频剪辑。以帮助用户获取周围环境的相关信息。通过使用耳机, 用户可以清晰地获知自己当前的位置以及可到达的地方。

2.4 语音助手

如图 2.2 所示, 语音助手的核心功能是提供基本语音交互所需的语音识别、转录、合成和语义分析等功能。同时, 它也为语音助手的应用、小部件和显示桌面提供控制和交互逻辑。此外, 语音助手还提供语音助手终端数据向语义云的上报功能。这个功能会比对用户输入的信息和用户数据库中的信息, 以验证当前的登录用户是否是合法的。如果验证成功, 该用户就可以进入主界面; 否则, 用户将被结束该操作。

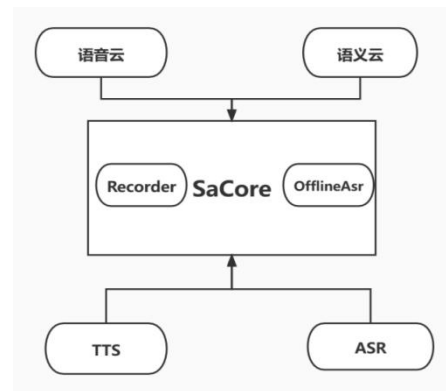


图 2.2

3 软件仿真

图3为软件电机工作原理的仿真图展示。

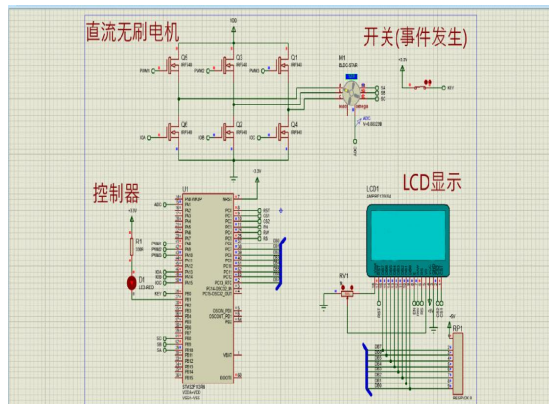


图3 程序仿真图

用 stm32 作为主控器，用一个开关模拟事件发生（接收通讯模块传递信息），直流无刷电机模块在接收信号后运行，带动智能轮椅以 15° 为单位，2s 为周期前后转动，其运动效果能够模拟出人们需要的律动效果；当电机角度旋转到 105° 时，实现轮椅的平放，便于老人躺下休息。

4 总结

多人机交互是机器人技术的一个重要研究方向，而智能轮椅则是这个方向中的一个重要应用。通过实现多人机交互，智能轮椅可以更好地服务老年人和行动不便人群，提高他们的生活质量。

参考文献：

- [1]四川理工学院,四川理工学院现代工业设计研究所王莹莹,张玲玉,徐刚. 基于老年人情感需求的轮椅设计[J].工业设计,2019(1):1-4.
- [2]罗椅民.智能适老功能电动轮椅与失能老人生活重建[J].标准科学,2019(1):25-30.
- [3]刘学平,张大亮.用于超声加工的小功率电源设计[J].机械设计与制造,2013(1):11-14.
- [4]孙汉文.现代科学技术概论[B].北京:中国经济出版社,1999.
- [5]唐仕川,俞文兰,周坚红.老龄化与老龄期健康管理[B].北京:科学出版社,2021.09.