

智能轮椅的研究与发展

姚玉峰¹ 孙立宁¹ 杜之江¹ 何富军¹

智能轮椅作为移动机器人的一种,主要用来辅助老年人和残疾人的日常生活和工作,是对他们弱化的机体功能的一种补偿。智能轮椅在作为代步工具的同时又可以使用携带的机器手臂完成简单的日常活动,使他们重新获得生活能力,找回自立、自尊的感觉,重新融入社会。因而,智能轮椅的研究得到越来越多的关注。

为了满足操纵功能低下的一部分人的需要,研究人员将移动机器人技术应用于轮椅,并在机动性能、导航与控制、安全等方面着重考虑,从而研制出了智能轮椅。其典型结构就是在电动轮椅上面安装控制系统和环境检测装置,或者在移动机器人平台上面安装座椅构成。随着机器人控制技术的发展,智能轮椅在更现实的基础上,有了更好的交互性、适应性和自主性。本文旨在介绍智能轮椅的研究现状、发展趋势和其中的关键技术。

1 智能轮椅的发展

自 20 世纪 70 年代开始,智能轮椅的发展共经历了 4 个阶段。图 1 列出了各个发展阶段的主要研究项目^[1-16]。从这些项目可以看出,第一阶段主要进行了一些探索性的研究,第二阶段则是以 MANUS 为代表车载手臂的设计研究及产品化,从 90 年代开始智能轮椅得到了真正的发展,很多研究机构都研制出了样机,而带手臂智能轮椅则是第四阶段的主要特征和当前的研究热点。

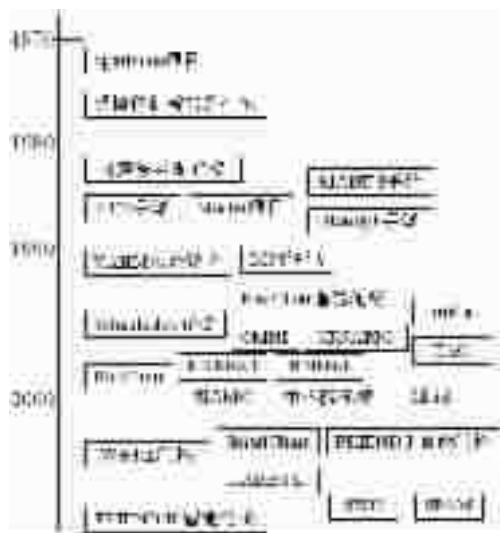


图 1 主要智能轮椅机器人研究项目示意图

区分智能轮椅最明显的特征就是它的构型。早期的智能轮椅都是在移动平台上安装座椅构成,如助残自动装置 (autonomous vehicle for people with motor disabilities, VAHM) 等。智能轮椅发展到今天其结构已经发生了重大改变,大部分都是在商业轮椅基础上改造而来,如具有高度机动性和良好导航能力的助残办公室轮椅 (office wheelchair

with high maneuverability and navigational intelligence for people with server handicap, OMNI)、助老/助残轮椅 (mobility aid for elderly and disabled people, Maid) 等,一小部分智能轮椅采用了模块化设计,如西班牙模块化辅助轮椅 (Spanish acronym for integral system for assisted mobility, SIAMO)。而带手臂智能轮椅在作为代步工具的同时,又可以使用它携带的手臂帮助残疾人和老年人完成一些简单的日常生活,如德国不来梅大学自动化学院研制的辅助残疾人日常生活的智能轮椅 FRIEND I 和 FRIEND II (a friend for assisting handicapped people), 韩国研制的康复系统 KARES I 和 KARES II (KAIST rehabilitation engineering system) 等,成为当前研究的重点。

作为智能轮椅的一个重要组成部分,车载轻型机械臂在过去几十年里也得到了快速发展。目前,在市场上运作非常成功的为荷兰 Exact Dynamics 公司生产的 MANUS 手臂,它是专门用于轮椅安装的,该手臂的初样共有 8 个自由度,投放市场后,根据用户反馈的情况,后来由 Exact Dynamics 公司将其改进成具有 6 个回转自由度,安装于一个可升降底座上,结构精巧、灵活可靠,目前已销售 160 多套^[16]。紧随其后的为助残手臂 Handy1 (a robotic aid to independence for the severely disabled),它具有 4 个自由度,售价为 MANUS 的一半,已安装于多种轮椅。

2 智能轮椅的关键技术

智能轮椅的类型较多,涉及机器人技术、信息技术等众多技术领域,所应用的关键技术可以分为如下几类。

2.1 机器人手臂技术

在机械臂的设计过程中,需要考虑多种因素,如重量、拆卸方便、互换性、工作空间、承载能力、速度、能源以及价格等。同安装在工作站上的手臂比较起来,安装在轮椅上的手臂需要更轻一些才能具有良好的操纵性能。因此,设计时需要把重量作为第一要素。辅助性手臂最主要的运动就是旋转,也有一些带有可伸缩的基架用来拓展更大的工作空间,如 MANUS。为了增加手爪的灵活性,一般在手臂末端设计 3 个回转自由度。由于不需要拿过重的物体,所以机器臂的有效载荷一般比较小,从 0.5—2kg。除了电机驱动的机械手臂,也出现了气动肌肉手臂,具有结构简单、紧凑和节能等特点。嵌入式手臂将驱动器、控制器都集成到手臂内,实现了模块化,是主要的手臂形式。开放式手臂控制器是当前另外一个研究热点。

2.2 人机接口技术

1 哈尔滨工业大学机器人研究所,哈尔滨市南岗区一匡街哈工大科技园 C1 栋 513 室,150081

作者简介:姚玉峰,男,讲师,博士研究生

收稿日期:2006-08-24

用户在使用智能轮椅过程中需要不断地与机器人沟通, 人机接口的灵活、简便易用是智能轮椅高效运行的基础。操纵杆和功能键盘是最常用的接口形式; 平板显示器和触摸屏可以采用菜单方式操作, 同时还可以显示机器人的反馈信息; 语音接口有普适性, 但是成本较高, 还不能实现完整的自然语言交流。针对有语言障碍的用户还出现了以摄像机监测头部、眼睛和手的动作、位置来判断意图并形成控制命令的接口方式。穿在身上的触觉服可以测量身体的姿态变化, 判断用户意图。测量手臂或颈颈等部位的肌电信号也能用来作为驱动命令。鹰眼系统通过测量眼电压来确定眼睛和颅骨的相对位置, 用户通过移动头部或眼睛来移动屏幕上的光标选择操作项目。通常一个智能轮椅系统需要同时设计多个人机接口方式以方便选用。

2.3 移动机器人技术

智能轮椅是在移动机器人技术的基础上发展起来的, 也需要实现自主定位、导航和路径规划任务, 所以需要借鉴和发展移动机器人的相关技术, 其中传感器信息融合技术和导航技术对智能轮椅来讲又有其特殊性^[17-19]。

智能轮椅除了带有各种环境感知传感器以外还携带有人机接口用的各种传感器。因而对这些数据的更准确的融合和综合分析是智能轮椅做出正确决策的基础。近年来提出许多传感器信息融合算法, 如基于人工神经网络、贝叶斯估计、人工智能等信息处理算法等, 能够比较完整地反映环境特征和识别用户指令, 提高智能轮椅运动能力和精度。

导航系统用来引导智能轮椅的运动。导航的方法很多, 包括基于航标导航、基于地图导航、基于传感器导航和基于视觉导航。导航系统通常是由其中的一种或几种方式结合起来构成。导航系统通过各种传感器检测环境信息, 建立环境模型, 确定轮椅的位置和方向, 然后规划出安全有效运动路径。对于智能轮椅的导航还可以将操作者的经验和自主导航技术相结合, 实现在狭小、复杂环境下更灵活的运动能力。

2.4 机器人系统的集成及通信技术

智能轮椅系统是将多个执行器、多种类型的传感器集成在一起, 因而系统集成安全性和可靠性尤为重要。另外还要求系统有良好的扩展能力。

控制器局域网(controller area network, CAN)总线因成本低, 数据传输速度快, 具有可靠的错误处理和检错机制等优点, 已被应用到一些智能轮椅系统中。TIDE(tidal inlets dynamics and environment)项目研究的 M3S (a multiported shared memory multiprocessor)就是专门用于智能轮椅的通信总线规范, 欧洲已经采用 M3S 通信系统集成了一些智能轮椅。目前的聪明家居(smart house)概念也预示着将来的智能轮椅需要与许多家居设备相互通信, 进一步拓展实用功能, 所以智能轮椅的通信技术也要走向规范化。

2.5 人体监测系统

智能轮椅系统在增加了老年人和残疾人独立生活能力的同时, 也增加了他们在没有医护人员和家属照料下出现异常情况的可能, 为此系统需要集成人体监测模块。该模块能够监测使用者的体温、血压、脉搏、异常出汗及心电图等, 通过远程通讯网络将这些信息传送到医院的中心站和亲人的

电脑、手机中, 遇到紧急情况时可以通过无线拨号的方式打电话报警。

3 发展趋势

目前智能轮椅技术有了较大的发展, 从技术上能够较好地满足各种残障人士和老年人的需要, 但是在实用性能上还需要进一步完善和提高。主要表现在一些高技术仍处于研发和试验阶段, 成本较高, 结构化、系统性不强。智能轮椅技术发展方向如下:

3.1 智能化

智能轮椅除了具有基本的自主移动、拿取和运送物品等功能外还应进一步提高智能水平, 简化用户的控制, 使机器人能体察用户意图, 在简单指令下自主完成各种操作。所以需要综合应用各种智能控制技术, 开发和完善灵活丰富的人机接口, 同时结合计算机通讯、网络技术和智能家居技术, 使智能轮椅能更有效地将用户和社会生活环境融合起来。

3.2 人性化

智能轮椅是为残疾人和老年人设计的, 更应根据他们的生理和心理特点, 考虑到他们的特殊需要, 设计出称心如意的产品。例如使轮椅和手臂的颜色、形态、行为方式上更为人接受, 使用更舒适、安全、可靠, 与用户有反馈沟通的能力等。这样, 智能轮椅才能真正步入家庭, 成为残疾人得力助手。

3.3 模块化

要实现智能轮椅的批量生产、技术兼容性和简易快捷的更新能力, 必须实现模块化。机器人的硬件部分如机器臂、控制器、传感系统和人机接口等都按统一的标准模块化设计, 形成各自的嵌入式系统, 能方便地集成和统一控制。这样既便于各项技术的单独更新和升级, 还可以利用第三方的强势技术, 同时也可以根据用户各自的需要订制不同的产品。

3.4 产品化

尽管智能轮椅的研究已有相当长时间, 但目前还没有任何一款成为产品。要想智能轮椅真正被广大用户接受, 必须降低价格、采用开放式系统结构、根据用户残障程度不同组合最优系统、建立一套安全使用评估机制等。

从技术上讲应使智能轮椅具有高度的智能和自主能力, 但这样一来将使用户仅剩的运动技能也荒废了, 独立的人格尊严也被剥夺了。从辅助和医疗健康上讲应尊重和开发用户的技能, 培养独立的心理。随着机器人技术的研究和发展, 利用用户的特长, 结合机器的优势, 面向人性化、功能化进行智能轮椅的设计, 必然会使这种产品真正走入残疾人和老年人的生活, 改善他们的生存质量。

参考文献

- [1] 杜志江, 孙传杰, 陈艳宁. 康复机器人研究现状[J]. 中国康复医学杂志, 2003, 18(5): 293—294.
- [2] 吕广明, 孙立宁, 彭龙刚. 康复机器人技术发展现状及关键技术分析[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2004, 36(5): 1224—1231.
- [3] 胡宇川, 季林红. 从医学角度探讨偏瘫上肢康复训练机器人的设计[J]. 中国临床康复, 2004, 8(34): 7754—7756.
- [4] Spyros G. Tzafestas, Research on autonomous robotic wheelchairs in Europe [J]. IEEE Robotics & Autonomous Magazine, 2001, 8

- (1):4—6.
- [5] Richard C. Simpson, Smart wheelchairs: A literature review [J]. Journal of Rehabilitation Research & Development, 2005,42(4): 423—436.
- [6] Bourhis G, Horn O, Habert O, et al, An autonomous vehicle for people with motor disabilities [J].IEEE Robotics & Autonomous Magazine, 2001,8(1):20—28.
- [7] Borgolte U, Joelper U, Hoyer H. Intelligent control of a semi-autonomous omni directional wheelchair[C]. In processing of the 3rd International Symposium on Intelligent Robotic System '95, 1995, Pisa, Italy, 113—120.
- [8] Erwin Prassler, Jens Scholz, Paolo Fiorini. A robotic wheelchair for crowded public environments [J]. IEEE Robotics & Autonomous Magazine, 2001, 8(1):38—45.
- [9] Christian Martens, Nils Ruchel, Oliver Lang, et al. A friend for assisting handicapped people [J]. IEEE Robotics & Autonomous Magazine, 2001, 8(1):57—65.
- [10] Borgerding B, Ivlev O, Martens C, et al. FRIEND - Functional Robot Arm with User Friendly Interface for Disabled People [C]. The 5th European Conference for the Advancement of Assistive Technology, Amsterdam, 1999.
- [11] Ivan Volosyak, Oleg Ivlev, Axel Graser. Rehabilitation robot FRIEND II- The general concept and current implementation [C]. Proceedings of the 2005 9th International Conference on Rehabilitation Robotics, Chicago, IL, USA, 2005.
- [12] Ivlev O, Martens C, Gräser A. Rehabilitation Robots FRIEND-I and FRIEND-II with the dexterous lightweight manipulator[C]. Proceedings of 3rd International Congress: Restoration of (wheeled) mobility in SCI rehabilitation, Vrije Universiteit, Amsterdam, Netherlands.2004.
- [13] Michael Hillman, Karen Hagan, Sean Hagan, et al. The Weston wheelchair mounted assistive robot - The design story [J]. Robotica, 2002,20:125—132.
- [14] Won-Kyung Song, Heyoung Lee, Zeungnam Bien. KARES: Intelligent wheelchair-mounted robotic arm system using vision and force sensor [J]. Robotics and Autonomous System, 1999, 28:83—94.
- [15] Zeungnam Bien, Myung-Jin Chung, Pyung-Hun Chang, et al. Integration of a rehabilitation robotic system (KARES II) with Human-Machine Interaction units [J]. Autonomous Robots, 2004, 16: 165—191.
- [16] Exact-Dynamics: <http://www.exactdynamics.nl/english/index.html>.
- [17] 郑向阳,熊蓉,顾大强. 移动机器人导航和定位技术[J].机电工程,2003,20(5):35—37.
- [18] 刘国良,强文义. 移动机器人信息融合技术研究[J].哈尔滨工业大学学报,2003,35(7):802—805.
- [19] 董晓倩,黄素平. 智能轮椅导航定位研究现状及趋势[J].沿海企业与科技,2005,8:155—156.

中国医师协会第三届康复医学论坛暨 中国医师协会康复医师分会第三届会员代表大会会议通知

为促进我国康复医学的不断发展,提升康复医学在整个医学领域的学术地位,整顿康复医师专科队伍,扩大我国康复医学在国际上的影响,中国医师协会康复医师分会将于2007年10月12日至14日在连云港举办中国医师协会第三届康复医学论坛暨中国医师协会康复医师分会第三届会员代表大会。

会议内容:按照中国医师协会的章程和国际惯例,医师协会的工作核心主要是行业管理,本次会议将讨论康复医学专科医师自律、维权问题,修订康复医学科培训基地和专科康复医师培训标准;中国医师协会康复医师分会第三届会员代表大会理事换届选举;学术交流;邀请多位国内外著名康复医学专家介绍国际上康复医学的最新进展和我国康复医学研究及临床工作发展情况。

举办单位:中国医师协会康复医师分会

参会专家:多位国内外著名康复医学专家(详细授课内容见第二轮通知)。

参会对象:康复医学科负责人及对康复医学发展感兴趣的康复医师。

会议费用和授予学分:会务费:800元(包括注册及资料费,食宿及旅游费用自理);授国家级I类学分8分。

投稿内容及方式:有关康复医学专科医师自律、维权,以及康复医学科培训基地和专科康复医师培训标准修改意见的文章;与康复医学相关的各类论文。截稿日期:2007年9月30日。报名和联系方式(网上报名或回执报名)E-mail:rehabilitation2007@yahoo.com.cn。联系电话:010-83198718(宋为群), 63563147(李存中)。

中国医师协会康复医师分会