

DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2013.05.001

·专题·

我国智能辅助器具科技创新的现状与发展

张晓玉

[摘要] 本文介绍智能辅具的基本概念及我国研发的智能辅具,包括智能假肢、智能轮椅、智能移动辅具、智能家居与环境控制辅具、智能生活辅具、智能康复训练机器人。我国的智能辅具与国际发展前沿存在着较大的差距。

[关键词] 智能器具;现状;趋势

Invention of Intelligent Assistive Devices in China: Today and Future ZHANG Xiao-yu. National Research Centre for Rehabilitation Technical Aids, Beijing 100176, China

Abstract: This paper introduced the concepts of intelligent assistive devices, and their development in China, including the intelligent prosthetics, wheelchairs, mobility assistive device, intelligent home and environment control, living assistance, and rehabilitation training robot. There is a large gap in both intelligent assistive products and services, and the technology is far away from the international advance.

Key words: intelligent assistive devices; status; tendency

[中图分类号] R496 **[文献标识码]** C **[文章编号]** 1006-9771(2013)05-0401-03

[本文著录格式] 张晓玉.我国智能辅助器具科技创新的现状与发展[J].中国康复理论与实践,2013,19(5):401-403.

辅助器具(assistive devices 或 assistive products)简称辅具,是功能障碍人士,包括老年人、残疾人、伤病人士补偿或改善功能,提高生存质量,增强社会生活参与能力最直接有效的手段之一^[1]。对于某些身体功能障碍,配置辅具甚至是唯一的康复手段。

1 智能辅具的概念

智能辅具(intelligent assistive devices)是采用人工智能(artificial intelligence, AI)原理,在辅具执行系统中组合了必要模块,使该辅具具有感知外界环境变化、分析判断现实情况、操作其他组件、反馈操作结果的能力。它模仿人类感觉器官采集信息、大脑分析归纳整理信息、肢体服从大脑指令进行行动的行为模式,使该辅具可以迅速感知环境变化,并且实时作出调整以适应完成任务的要求^[2]。

智能辅具概念的出现比较新。2011年2月科技部社会发展司在征集“十一五”社会发展领域十大科技成果时,将“智能型残障人士生活辅具的研发”列入。

2 我国智能辅具科技创新的现状

目前智能辅具涵盖智能假肢、智能轮椅、智能移动辅具、智能家居与环境控制辅具、智能生活辅具、智能康复训练机器人。“十一五”期间,我国科技主管部门和行业主管部门积极推动智能辅具研发,科技部通过科技支撑计划、“863”计划等国家科技计划支持了多个专门面向重度残障者的重大科研项目,部分项目已取得了一批高水平的科研成果;若干智能生活辅具等标志性新产品将陆续推向市场。这些成果为智能辅具产品的进一步研究奠定了良好的基础,有力推动了我国智能辅具事业的发展。

2.1 智能下肢假肢

智能假肢是将先进的智能控制技术、计算机技术、微电子技术、机械设计与制造技术、新材料技术与生物医学工程和康复医学工程技术融合在一起的高科技产品。

智能下肢假肢在假肢膝关节系统中组合了模仿人脑指挥身

体器官行动的必要模块,通过微处理器控制智能假肢膝关节液压系统的阻尼变化来调节支撑期稳定性和摆动期摆动速度,充分模仿了人类感觉器官采集信息,大脑分析归纳整理信息,肢体服从大脑指令进行行动的行为模式,使膝关节可以迅速感知地面状态、行走速度,并且实时作出调整以适应路面状况和行走要求。

我国于1994年就开始智能膝关节研究。2009年,河北工业大学、国家康复辅具研究中心和清华大学联合研制成功国产智能假肢气压膝关节,采用了四连杆与气压缸的一体化设计,利用传感器实现步态和步速识别;智能控制器能够根据穿戴者的行走速度自动调整气缸阀门开度,实时调整假肢的摆动速度。填补了国内智能下肢假肢领域的空白。

2.2 智能轮椅

智能轮椅是将智能机器人技术应用于电动轮椅。它融合了多种领域的研究,包括机器视觉、机器人导航和定位、模式识别、多传感器融合及用户接口等,也称智能轮椅式移动机器人^[3]。智能轮椅和传统轮椅相比,多了“大脑”、“眼睛”和“耳朵”,它们分别是计算机控制系统、摄像头和激光探测器,以及麦克风。从某种程度上说,智能轮椅就是基于轮椅的康复机器人。

中国科学院研制的自动驾驶智能轮椅,是一种具有视觉和口令导航功能,并能与人进行语音交互的智能轮椅。此项研究成果于2000年11月通过“863”智能机器人主题专家组的鉴定。他们还研制出我国第一台多模态交互式智能轮椅样机。

上海交通大学已开发成功一种声控轮椅,主要为四肢全部丧失功能的残疾人设计。使用者只需发出“开”、“前”、“后”、“左”、“右”、“快”、“慢”、“停”等指令,轮椅可在1.2s内识别指令的意思并完成指令给出的动作。

我国“十一五”规划重点支持的服务机器人项目——助老助残机器人系统、国家“863”计划智能轮椅课题,已开发出中端轮椅,实现了差速驱动控制、平滑起停、稳定行驶、实时

基金项目:国家科技支撑计划(No.2009BAI71B00)。

作者单位:国家康复辅具研究中心,北京市100176。作者简介:张晓玉(1949-),男,湖北老河口市人,教授,主要研究方向:康复工程、辅助器具。

避障停车功能; 高端轮椅座位可以自由升降, 靠背自由倾斜, 床与轮椅实现了对接, 方便乘坐人员自理上下床; 能自动避障绕行, 跌落、倾翻自动报警, 还可对使用者健康状态进行实时检测。

2.3 智能移动辅具

行走不便困扰老年人和下肢功能障碍者正常生活的最严重问题。为帮助和改善各种下肢功能障碍人群的步行能力, 智能移动辅具(I walker)已成为国内外机器人与康复领域的研究热点。能够适应行走环境的助行机器人和近几年出现的下肢智能矫形器是智能移动辅具的主要产品^[4]。

目前, 开展外骨骼机器人研究的有浙江大学和中科院等学校和研究机构。浙江大学设计的可穿戴式下肢外骨骼行走机器人, 主要帮助脑卒中患者在室内进行康复训练, 防止患者肌肉出现废用性萎缩, 部分恢复患者的行走功能。该机器人的驱动方式是利用伺服电机连接滚珠丝杠, 把滚珠丝杠的直线运动转化为关节的旋转运动, 从而实现行走功能。该机器人采用三个旋转运动副, 并分别将其布置在外骨骼上人体下肢三个关节的相应位置, 用来模拟三个关节的运动; 旋转副采用销轴的方式实现。

哈尔滨工业大学设计的下肢康复助行机构, 主要包括穿戴在身上的助行行走机构和抬升机构。通过这两个装置, 使得患者能够在无他人帮助的情况下, 进行功能锻炼以恢复健康。

目前上海大学正在研制一种下肢步态矫形器。清华大学、上海交通大学、西安交通大学、天津大学、河北工业大学、中科院合肥智能机械研究所等相关科研机构, 也正在开展外骨骼技术相关研究工作, 在该领域也进行了一些有益的探索^[5]。

国产截瘫患者行走训练系统由清华大学、国家康复辅具研究中心等联合研制, 该系统突破了关节反向驱动和腰部随动机构、运动轨迹规划及髋膝关节协调控制等关键技术, 设计了根据患者身高自动生成步态轨迹的智能多关节协调运动控制系统, 帮助截瘫及其他下肢运动功能障碍患者进行行走训练, 恢复其行走功能。

2.4 智能环境控制辅具

智能环境控制辅具帮助重度残障者控制家居中家用电器设备, 可用于开门、开窗帘、拨电话、开电灯、电视等。系统的关键是提供一个利用残障人尚有的功能与电器设备间的人机接口。所利用的功能往往是某一部位的动作, 如某一手指的微动、眼球动作、声音、吹气等。人机接口由传感器、处理电路和信号发送等部分组成, 通过它们将人体动作转变成电信号并与需操作的设备联接^[6]。基于脑-机界面的环境控制系统的研究正引起各国的重视^[7]。

在上海世博会的沪上·生态家里, 有一个叫做“灵灵”的家居监控机器人。这台造型可爱、会语音交互的机器人堪称智能家居的“大管家”, 能够接受用户通过手机、电话等方式发出的指令, 不折不扣地完成任务。通过专业的网络视频通信技术, 家居监控机器人实现了移动、监控、保洁、控制家电于一体。机器人在家中, 主人在公司或者外地, 在外面的电脑上就可以看到家中的情况, 看看老人、爱人、孩子的情况, 可以和他们语音交流, 控制机器人从卧室到客厅, 一边吸尘、一边监控, 实现了移动监控的功能, 从而解决了固定网络摄像机监控不到的死角问题。它还可以实时录像, 实时监控。当机器人发现移动物体时, 它会自动拍照, 然后发到主人指定的邮箱, 留下可靠、真实的证据。当机器人没电时, 它会自动去找充电基座充电, 所以不怕家里没人。主人下班, 可以提前把家中的空调、热水器打开; 出差了, 看到家里电灯、电视没关, 随时可

以关闭。

2.5 智能生活辅具

智能生活辅具是个人生活自理和防护辅助器具(aids for personal care and protection)的简称, 是指残疾人由于某种功能障碍, 不能完成某项或多项日常生活活动, 为提高其自身能力, 减轻由于功能障碍带来的生活不便, 使其能较省力、省时、高质量地完成一些原来不能完成的日常生活活动, 增加生活独立性的辅具。

目前国内外智能生活辅具包括智能饮食辅具、大小便智能护理辅具、智能护理床、智能环境控制系统和日常生活护理机器人等几大类, 相当多的智能生活辅具产品已经商品化, 直接用于机构或家庭中^[8]。

2.5.1 大小便智能护理机 我国大小便护理辅具应用的进一步扩大, 瘫痪患者自动护理擦洗机器人设备等智能洗浴辅具, 将大大减轻整个社会的负担, 提高瘫痪患者的生活质量。重度肢体障碍者大小便智能护理机应用C语言技术的RTX嵌入式操作系统工作, 被护理者穿上护理套装后, 智能护理机的感应器能够自动识别大小便的排泄状况, 选择相应程序设定模式(带手动操作), 自动进行冲水抽取排泄物, 水洗肛门、尿道口及附近部位, 暖风烘干身体等一系列人性化护理工作, 并记录排泄次数。

2.5.2 智能集尿器 2006年国家康复辅具研究中心、北京航空航天大学等单位组成产、学、研联合体, 开发了一种智能集尿器。装有湿度传感器的集尿接口和负压气泵均密封地与设有液位传感器的桶盖相连, 装在集尿接口上端的湿度传感器测试到患者有尿液时, 立即向智能控制电路发出信号, 启动负压气泵工作, 自动帮助患者排尿, 输入储液桶中; 当患者无尿液时, 智能控制电路部件则发出电信号关闭负压气泵; 当储液桶中的尿液高度达到预定值时, 显示屏上会提示人们及时清理。

2.6 智能护理床

目前国内的智能化多功能护理床更类似于机器人。智能化多功能护理床的使用者可以通过语音、遥控器、触摸屏等方式方便地控制智能化多功能护理床的运动, 实现辅助抬背坐起、屈伸腿、左右翻身、平躺、辅助排便、人体生理参数检测、呼叫报警等功能。智能化多功能护理床一侧的触摸液晶屏, 不仅可以方便智能化多功能护理床使用者实现各种功能的操作, 还可以实现无线上网、查资料、看新闻、听音乐等休闲活动; 设置定时服药、定时锻炼、定时收看节目、用餐时间提醒、起床叫醒等提醒服务, 可称得上是无微不至。智能化多功能护理床使用户自主地照顾自己, 附属的娱乐设施也免除了残疾人长期卧病在床的孤独寂寞, 是家庭护理的好帮手。

国产残疾人专用生活起居床重点突破智能控制、人机交互、生理信息检测、防压疮等关键技术, 研制了3种具有不同功能、不同档次的起居床。产品采用模块化设计, 即插即用。根据功能模块的划分, 护理床应具有五大功能, 每种功能又可以根据需要增减。

2.7 日常生活护理机器人系统

当前国际上已有日常生活护理机器人系统^[9]。这一系统可在重残人处于卧床、身体不能自由活动的情况下, 通过设置在床边的护理装置(机器人部件), 对重残人进行饮食照料, 包括从贮藏柜的搁板上拿取所需物品等服务。长期卧床而意识健全的重残人, 可在病房、家庭中使用这种机器人; 在相应机构的配合下可实现的护理项目有体位变换、大小便的排泄、躯体移动、饮食料理、信息传递(通讯)、紧急逃离等^[10-11]。

2011年5月, 两款护理机器人几乎同时在南京和北京亮

相。南京的护理机器人,服务对象是瘫痪等行动不便者,它最基本的功能就是代替护理人员,让患者自己“照顾”自己。“只要患者有一只手可以活动,就可以自己完成操作,按下按钮就能独立完成基本生活需求。”据拥有这一护理机器人的康复之家工作人员介绍,这一护理机器人放平时和普通的床没有太大区别,类似于病房里的病床;旁边的护栏可以随意调节高度。患者躺在床上睡累了,按一下按钮,床就立即成了躺椅;想起来吃饭、看报纸,再按一下,又变成了靠背椅;想上厕所了,按一下,屁股下方可以活动的椭圆形挡板会自动消失,便盆紧随其后补上^[12]。

2011 年 5 月 18 日,一款医疗护理机器人在北京中国国际展览中心举办的“第十四届中国北京国际科技产业博览会”上与观众见面。该机器人能与病患老人进行语言交流、咨询、视频播放和进行简单的护理服务。

2.8 智能康复机器人

康复机器人是近年来发展起来的一种新的运动神经康复治疗技术;作为医疗机器人的一个重要分支,它已经成为国际机器人领域的一个研究热点。机器人不仅提供有效的治疗和评价手段,而且为深入研究人体运动康复规律以及大脑与肢体的控制与影响关系提供了另一种途径;使用机器人辅助治疗提高了效率和训练强度,是较常规治疗手段更具发展潜力的康复手段。国外研究机构和众多康复机构纷纷投入重金对神经康复机器人进行开发和产品化的工作。机器人辅助神经康复和运动训练控制已经成为世界范围内康复技术的主要发展方向和热点。

浙江大学流体传动与控制国家重点实验室从 20 世纪 90 年代开始致力于人机一体化理论研究,并逐步衍生出人机智能柔性外骨骼技术研究,研制的上肢柔性外骨骼控制系统实际上是一种智能型上肢矫形器^[13]。

所谓“外骨骼”,就是一种可穿戴的、人工智能的仿生设备,最初主要为军事用途而研发,可以在战场上增强士兵的力量和耐力。在医学上,研究者们正在研究外骨骼的另一种用途,即帮助那些肢体伤残人士。在健康领域,外骨骼不仅仅是向截瘫患者提供机械腿,它能以自然步态帮助截瘫患者摆脱轮椅,自由行走;它还可以教他们如何学习再次行走^[14]。

3 未来我国智能辅具的发展

3.1 智能辅具的发展趋势

近年来,国际智能辅具领域的科技创新高度活跃,信息、网络、微电子、生物材料、精密加工等各类先进技术和创新成果与智能辅具领域的渗透和融合日益加快,发达国家形成了在原创能力和产业发展方面的强势地位。

智能辅具成为全球产业竞争的焦点领域。我国智能辅具面临艰巨挑战:我国企业的经营规模偏小,产业竞争实力整体不足,产业基础薄弱,产业链条不完整,产业规模、品牌和整体竞争力弱,产品研发水平相对较低,产品综合性能和可靠性还有一定差距,部分高端智能辅具核心技术和关键部件还不能掌握,难以与国外企业抗衡,在产业竞争中处于不利地位。

3.2 我国智能辅具发展方针

发展康复事业,服务残障者,是社会进步以及落实“以人为本”的科学发展观的直接体现,同时也是我国民生科技的一个重要组成部分。我国的辅具产业在未来十几年之内,无论是产品的品种、数量,还是技术的先进性,都将达到前所未有的高度。

“十二五”期间,我国智能辅具在“自主创新,重点跨越,支撑发展,引领未来”总的国家战略指导下,将紧密结合智能辅具领域技术突破、产品创新、产业发展和应用普及的需要,贯彻“系统布局,整体推进、突出重点、力求突破”的方针。系统分析梳理智能辅具的临床需求和产业需求,加强计划集成;通过创新联盟、基地平台,项目支持、政策扶持,整体推进智能辅具产业发展;综合考虑临床需求、产业规模和技术发展趋势,确定布局重点,突出原创优势;对重点领域、重点产品和重点技术进行重点规划,力求形成突破。

3.3 我国智能辅具战略研究规划

国家“十二五科学和技术发展规划”在“加快人口健康科技发展,提升全民健康保障能力”项目下,明确提出针对老年人群、残障人群,加强生活保障辅具的开发。这是在国家科技规划中,首次将辅具纳入。

围绕我国“人人享有康复”的需求,根据普惠化、智能化、个性化等发展趋势,研究结构替代、功能代偿、技能训练、环境改造技术产品,重点研发智能视听及言语功能代偿辅具(人工视觉、人工喉、人工耳蜗)、新型假肢(智能假肢、肌电及神经控制假肢)、智能生活辅助系统(智能助行装置、视听辅助装置等)、老年人认知功能训练系统、脑卒中及运动功能缺失智能康复训练系统、基于神经信号的智能康复训练系统等产品,提升我国智能康复产品的总体水平。

【参考文献】

- [1] 张晓玉. 伤残辅助器具装配指南[M]. 北京:中国人事出版社, 2006: 1-5.
- [2] 张晓玉. 智能辅具及其应用[M]. 北京:中国社会出版社, 2012: 227-245.
- [3] 鲁涛. 智能轮椅研究现状及发展趋势[J]. 机器人技术与应用, 2008, (2): 1-2.
- [4] 平伟. 助行机器人研究发展和展望[J]. 机器人技术与应用, 2009, (1): 31-32.
- [5] 饶玲军. 康复机器人研究综述[J]. 世界康复工程与器械, 2011, (创刊号): 62.
- [6] 王珏. 康复工程基础[M]. 西安:西安交通大学出版社, 2008: 281-292.
- [7] 林良明. 现代康复医学工程[M]. 上海:上海交通大学出版社, 1992: 261-275.
- [8] 陈殿生. 服务机器人辅助老年人生活——清洁卫生[J]. 机器人技术与应用, 2010, (6): 3-4.
- [9] 徐方. 我国家庭服务机器人产业发展现状调查报告[J]. 机器人技术与应用, 2009, (2): 15-16.
- [10] 下山勲. 未来家用机器人设想与研究[J]. 机器人技术与应用, 2011, (2): 2-3.
- [11] 日本推出会洗碗的机器人[J]. 机器人技术与应用, 2009, (1): 3-4.
- [12] 大小便智能护理机[EB/OL]. <http://sh.eastday.com/qtmt/20101125/u1a829057.html>. [2010-11-25].
- [13] 杨灿军,陈鹰,路雨祥. 人机一体化智能系统理论及应用研究探索[J]. 机械工程学报, 2000, 6(36): 12-15.
- [14] 薛渊,吕广明. 下肢康复助行机构本体设计及运动学分析[J]. 机械设计与制造, 2006, (5): 131-133.

(收稿日期:2012-11-13 修回日期:2012-12-04)