

- thesis induced by rifampicin in hemophilic arthropathy: a report of 24 treated joints[J]. Ann Hematol, 2011, 90(8): 963—969.
- [30] Rodriguez-Merchan EC. Aspects of current management: orthopaedic surgery in haemophilia[J]. Haemophilia, 2012, 18(1):8—16.
- [31] Rodriguez-Merchan EC. Intra-articular injections of hyaluronic acid (viscosupplementation) in the hemophilic knee [J]. Blood Coagul Fibrinolysis, 2012, 23(7):580—583.
- [32] Gomis M, Querol F, Gallach JE, et al. Exercise and sport in the treatment of hemophilic patients: a systematic review[J]. Haemophilia, 2009, 15(1):43—54.
- [33] Koch B, Luban NL, Galioto FM Jr, et al. Changes in coagulation parameters with exercise in patients with classic hemophilia[J]. Am J Hematol, 1984, 16(3):227—233.
- [34] Buxbaum NP, Ponce M, Saidi P, et al. Psychosocial correlates of physical activity in adolescents with haemophilia [J]. Haemophilia, 2010, 16(4):656—661.
- [35] Sherlock E, Blake C. Participation in sport by Irish people with haemophilia[J]. Haemophilia, 2008, 14(suppl2):82.
- [36] Seuser A, Boehm P, Kurme A, et al. Orthopaedic issues in sports for persons with haemophilia[J]. Haemophilia, 2007, 13(Suppl 2):47—52.

·综述·

国内外饮食护理机器人的发展状况研究*

张祥¹ 喻洪流^{1,2} 雷毅¹ 石萍¹

护理机器人,一般是指为需要护理的人的身体功能和生
活提供支援,或者为护理人员提供支援的机器^[1]。因此,饮食
护理机器人就是指为需要护理的人提供饮食支援的机器。
它服务的对象主要为失能老年人、残疾人,特别是手部残疾
或那些因患有脑血栓、肌肉萎缩而造成的手部不灵活的患者,
甚至手缺失的患者^[1]。

据第六次人口普查数据可知,中国60岁以上的人口高达
1.85亿,占总人口的13.9%,中国已经进入“老年型”国家的
行列^[2]。据中国残联2006年公布一项统计数字显示,我国
有8296万残疾人,肢体残疾人数达2412万人^[3]。随着人口老
龄化的加重,失能老年人和残疾人的有效护理和护理所需人
力资源的紧缺之间的冲突日益加剧。饮食护理又是最重要的
日常活动。护理人员必须频繁地和被护理者交流以便去
帮助他们选择食物、选择喂食的间隔等。这些护理活动必将
耗费大量的人力资源,而现有的机器人技术日渐成熟,特别
是语音识别和图像处理技术的发展,已经可以代替这些护理
人员的功能了。饮食护理机器人已经为残疾人和失能老年
人的日常饮食护理活动提供了一个有效的解决方案。

1 饮食护理机器人的分类

1.1 按使用形式分类

按使用形式可以将饮食护理机器人分为两种类型:①轮
椅式。该类型的机器人主要是安装在电动轮椅车上的机械
手臂,当用户坐在轮椅上时,就可以通过操纵杆自由操控机
械臂完成进食活动,这种形式的机器人方便使用者在不同的
地方进餐。②餐桌式。这类机器人通常置于餐桌上,用户需
要位于餐桌前才能够喂食,固定了用户的进餐位置,较轮椅
式的而言不够方便灵活。

1.2 按餐盒型式分类

按照餐盒的位置是否固定,饮食护理机器人可以分为两
种类型:①固定餐盒型。固定餐盒型饮食护理机器人大多采
用固定的餐桌、餐盒或餐盘加自由度较多(5DOF或6DOF)
的助餐机械手的形式构成。②运动餐盒型。运动餐盒型通
常为旋转(移动)的餐桌、餐盒或餐盘加自由度较少(2DOF或
3DOF)的喂食机械手的形式构成。运动餐盒型的机器人通
过餐桌或餐盒的旋转大大减少了机械臂的自由度,从而弥补
了机械臂的设计不足。

1.3 按人机交互方式分类

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2015.06.028

*基金项目:上海市科技支撑项目(12441903400);上海市重点科技攻关项目(11441900502);2013年上海高校青年教师培养资助计划

1 上海理工大学康复工程与技术研究所,上海,200093; 2 通讯作者

作者简介:张祥,男,硕士研究生;收稿日期:2014-03-17

按人机交互方式,饮食护理机器人可以分为三种类型:①机械触摸式。机械触摸式人机交互方式包括操纵杆(颌动、手动、脚动)输入、按钮(手按、脚踏)输入、键盘输入、触摸屏输入等方式。②语音识别式。语音识别式交互方式是利用语音处理技术实现患者和机器人之间的语音交互。③视觉识别式。视觉识别式人机交互方式是利用图像处理技术,通过识别患者的头部视觉信息,判断患者的头部运动特征,作为控制信号控制机器人完成喂食任务^[3-6]。早期研发的饮食护理机器人主要是采用机械触摸式的交互方式。随着语音技术和图像处理技术的发展,越来越多的饮食护理机器人已经将语音交互和视觉识别交互运用到机器人中。

2 国外饮食护理机器人发展状况

20世纪80年代开始,英国、美国等发达国家陆续研发出了多种饮食护理机器人。这类护理机器人的出现极大地减轻了护理人员的作业负担,为残疾人和老年人的日常生活带来了许多便利。这里按照使用形式分类中的餐桌式与轮椅式分别论述其技术发展状况。

2.1 餐桌式饮食护理机器人发展状况

早在1982年的时候,荷兰就已经开发了一个装在餐桌上,名为RSI的服务机械手,它具有喂食和翻书功能,开创了饮食护理机器人研究的先河^[7]。1987年英国Mike Topping公司成功研制出一款用于日常生活护理的康复机器人Handy1。Handy1已经商业化,现在有100多名严重残疾的人经常在使用,它被誉为是“世界上最成功的康复机器人”。如图1所示,Handy1使用了一个5自由度的机械臂和3种可拆卸的托盘来满足使用者的不同使用需求。Handy1包含一个激光扫描系统,食物安放在若干个餐盘中,喂食开始时会有7束光线在餐盘后面从左至右的扫描,等到光线扫到患者想要的食物时,患者只需按下开关,机械臂就会盛取该食物并送至患者嘴边,当食物盘空了之后,扫描系统就会自动越过空的地方。同时,该扫描系统还包括第8束光线,用于用户在吃饭时可以得到水或饮料^[8-9]。

1999年美国Sammons Preston公司生产了一款电动助餐器具Winsford Self-Feeder。它有两个机械臂共同辅助进餐,其中一个臂是装有勺子的,另一个臂是用于将盘子里的食物推到勺子上的,就餐时勺子它通过电机驱动旋转餐桌下部转轴来调节机器人餐桌的高度,以帮助不同身高的手部残疾患者进食。就餐时患者只需轻微运动头部触碰下颌开关,就可启动开关将食物推上餐匙,然后送至用户嘴边^[10,22-23]。

2009年,美国又开发出一款护理机器人Meal Buddy,如图2所示。该机器人是世界上首个四轴饮食护理机器人,它包括一个3自由度的机械臂和配套的餐盘和餐桌。机械臂由3个电机驱动,它的餐盘餐桌设计时采用的是磁力吸附的

原理,即利用磁力将餐盘和喂食机械臂安装在餐盘上的固定位置,这样既方便安装,同时它易于拆卸也增加了其便携性。它在餐盘的设计上充分考虑到喂有汤汁的食物时可能造成的汤汁滴落问题,因此,设计时在碗的上方加了一个横杆,每次装完食物后,就会在横杆上刮一下勺子底部,这样就可以避免汤汁的滴落^[11,24]。

“就餐系统(dining system)”是美国Mealtime Partner公司研制的一款电动辅助进食装置,如图3所示。使用时餐勺的运动轨迹是固定的,餐勺有旋转和伸缩两个自由度,餐勺的旋转用来盛取食物,伸缩用来将食物送至用户嘴边。它是安装在一个固定支架上的,该支架固定在普通餐桌上并且可以根据需要手动调节不同的高度,用餐时,用户只需触动开关按钮,机器人就会自动盛装食物,然后勺子伸到用户的嘴边,用户就可以就餐了。三个餐盒分别装不同的食物,通过餐盒的转动来选择不同的食物^[12,23]。

2001年日本Secom公司研发出帮助残疾人或者失能老年人吃饭的机器人My Spoon,如图4所示。该机器人通过安装于固定盘底的6自由度机械臂来帮助残疾人或者失能老年人进食,食物盘是固定在底座上的,被分成了四个独立的矩形空间。它采用的是机械触摸式的人机交互方式,有标

图1 Handy1



图2 Meal Buddy喂食机器人及其餐盘



图3 “就餐系统”及其餐盘餐勺



图4 日本My Spoon机器人



准颌动,加强脚动和手动开关三种操控方式。My Spoon是通过一个勺子和一个叉子共同配合来抓取食物的,取食时叉子先缩回一段距离,勺子接触到食物后,叉子再伸出来与勺子一起共同夹住食物送至用户嘴边,叉子再缩回,此时用户就可以吃到食物了。My Spoon已经产品化,是一款能与英国的Handy1相媲美的非常成功的饮食护理机器人^[13-15]。

日本神奈川工科大学研制了一款面向四肢瘫痪用户的喂食机器人,由辅助进食机器人系统和人机交互系统组成。其特点是通过超声波检测头部转向摆动信号,控制显示器界面中鼠标指针位置;使用两个光纤传感器检测用户脸颊鼓胀动作并采集距离信号,实现鼠标的点击确认功能,进而控制相关喂食动作。四肢瘫痪的用户在进食时,若使用下巴操纵杆,存在难以稳定控制机器人的弊端,进食会带来一定难度。此外,此款机器人通过采集头部和脸颊的运动信号,实现人机交互功能,操作简单,为四肢瘫痪用户提供了良好的助餐环境^[16]。

2.2 轮椅式饮食护理机器人发展状况

1985年法国展开了关于MANUS服务机械手的研究。MANUS是安装在电动轮椅上的仿生机械手,它具有6个自由度,通过模仿人类手臂工作的特点,能够抓取位于配套餐桌上任意位置的物体。用户通过使用一个键盘和鼠标、摇杆或触摸屏来操作该机器人,最大可以抓取1.5千克重的物体^[17]。

2005年德国不莱梅大学在FRIEND I的基础上,开发了功能更全面、智能化水平更高的FRIEND II多功能康复服务机器人,如图5所示。FRIEND II机器人包含一个7自由度的仿人机械臂和一个智能托盘。作为一款易于上肢残疾人操作的多功能康复服务机器人,使用者坐在轮椅上即可完成视觉系统引导下的目标识别功能。它配备的智能托盘分为物体重量的实时测量和基于“人造皮肤”测量其位置参数的两个子系统,可测量托盘上物体的重量,并确定物体相对托盘坐标系的位置^[18-21]。

3 国内饮食护理机器人发展状况

饮食护理机器人是目前国内各大学及科研院所积极研究的方向。2006年海军工程大学所研制的可控式用餐机^[22],它采用一个驱动电机,利用连杆机构的原理来驱动整个机械

臂。机械臂只有一个自由度,无空间旋转自由度,利用餐盘和餐桌的同时旋转来弥补手臂结构设计的缺陷。餐勺在餐盘中的取餐位置固定,通过脚踏按钮来操作。但该机器人自由度少,智能化程度较低,只能完成在特定环境下的简单助餐,还需进一步完善才能使用。

2006年哈尔滨工程大学研制了一种新型助餐机器人MY TABLE^[23],如图6所示。它由单片机控制,用于帮助手部残疾的人进餐。该机器人由一个旋转餐桌、一个2自由度的机械臂组成,机械臂可以实现旋转和上升功能,利用餐桌的旋转来弥补机械臂自由度不足的缺陷。它有3种人机交互操作模式可供选择,分别为头戴鼠标、脚踏开关以及语音识别。进餐时,患者只需坐在餐桌前,选择一种操控方式就可以帮助患者进餐了。由于该机器人还处于功能样机阶段,体积比较大,且不易拆卸,故还需要改进以实现产品化。

图5 FRIEND II和智能家居环境中的FRIEND II

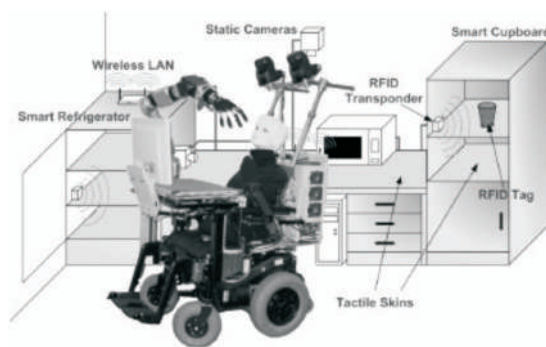


图6 MY TABLE助餐机器人



4 小结

国内对饮食护理机器人的研究和应用起步较晚,与西方发达国家相比差距还比较大。目前,市场上饮食护理机器人产品全部都被西方国家垄断,售价一般在人民币几万元到十几万元不等^[24-26],不能得到很好的普及和推广。因此,在该类机器人研发过程中,应在实现功能的基础上努力降低成本,使其能够更好地为残疾弱势群体服务。同时,机器人的功能应该多样化,可以满足不同类型食物的喂食需求,如喂食流质、半流质和固体食物,还应该提高其便携性和对不同使用环境的适应性。此外,机器人的安全问题也不容忽视,应采取限位开关、急停按钮等机械保护的硬件来保障安全,还要设置软件保护措施确保使用者的安全。

参考文献

- [1] Tejima N. Rehabilitation robotics: a review[J]. *Advanced Robotics*, 2001, 14(7): 551—564.
- [2] 常春水,宿桂红.浅谈中国老龄化[J]. *吉林农业科技学院学报*, 2005,14 (1): 25—27.
- [3] 陈新.第二次全国残疾人抽样调查数据[J]. *中国生育健康杂志*, 2008, 19(2): 68.
- [4] Kirsch A. Robot learning language—integrating programming and learning for cognitive systems[J]. *Robotics and Autonomous Systems*, 2009, 57(9): 943—954.
- [5] Zhang X, Wang B, Wang X Y, et al. Human intention extracted from electromyography signals for tracking motion of meal assistance robot[C]//*Complex Medical Engineering*, 2007. CME 2007. IEEE/ICME International Conference on. IEEE, 2007: 1384—1387.
- [6] Bulka J, Izowski A, Koleszynska J, et al. Automatic meal planning using artificial intelligence algorithms in computer aided diabetes therapy[C]//*Autonomous Robots and Agents*, 2009. ICARA 2009. 4th International Conference on. IEEE, 2009: 393—397.
- [7] 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.
- [8] Tanigawa S, Nishihara H, Kaneda S, et al. Detecting mastication by using microwave doppler sensor[C]//*Proceedings of the 1st international conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*. ACM, 2008: 88.
- [9] Topping M J, Smith J K. The development of handy 1. A robotic system to assist the severely disabled[J]. *Technology and Disability*, 1999, 10(2): 95—105.
- [10] Pourmohammadali H, Kofman J, Khajepour A. Design of a multiple-user intelligent feeding robot for elderly and disabled people[C]//*Graduate Student Conference*. University of Waterloo, Waterloo, Ont. 2007:1—146.
- [11] Song W K, Kim J. Novel assistive robot for self-feeding [M]. Korea:INTECH Open Access Publisher, 2012.1—628.
- [12] Estes R, Ishee J. Introduction of an emerging technology device through PowerPoint training[J]. *The Internet Journal of Allied Health Sciences and Practice*, 2007, 5(2): 1—6.
- [13] Frische, Eric, A. Assistive dining device, system and method[P]. United States : No.5282711,Jan.2, 1994.
- [14] Zhang X, Wang X, Wang B, et al. Real-time control strategy for EMG-drive meal assistance robot—my spoon[C]//*Control, Automation and Systems*, 2008. ICCAS 2008. International Conference on. IEEE, 2008: 800—803.
- [15] Soyama R, Ishii S, Fukase A. 8 Selectable Operating Interfaces of the Meal-Assistance Device “My Spoon” [M].*Advances in Rehabilitation Robotics*. Springer Berlin Heidelberg, 2004: 155—163.
- [16] Takahashi Y, Suzukawa S. Intelligent Robot Human Interface using Cheek Movement for Severely Handicapped Persons[M]. Korea: INTECH Open Access Publisher, 2008.
- [17] Mokhtari M, Feki M A, Abdulrazak B, et al. 3 toward a human-friendly user interface to control an assistive robot in the context of smart homes[M].*Advances in Rehabilitation Robotics*. Springer Berlin Heidelberg, 2004: 47—56.
- [18] Prenzel O, Feuser J, Graser A. Rehabilitation robot in intelligent home environment- software architecture and implementation of a distributed system[C]//*Rehabilitation Robotics*, 2005. ICORR 2005. 9th International Conference on. IEEE, 2005: 530—535.
- [19] Volosyak I, Ivlev O, Graser A. Rehabilitation robot FRIEND II-the general concept and current implementation [C]//*Rehabilitation Robotics*, 2005. ICORR 2005. 9th International Conference on. IEEE, 2005: 540—544.
- [20] <http://www.iat.uni-bremen.de/sixcms/detail.php?id=447>
- [21] http://en.wikipedia.org/wiki/Care-Providing_Robot_FRIEND
- [22] 朱俊杰,田野,罗江红. 可控式用餐机[P]. 中国: CN200998019, 20080102.
- [23] 张立勋,李彦涛,何峰. 助餐机器人 [P]. 中国:CN1919544, 20081015.
- [24] <http://www.wisdomking.com/self-feeders>
- [25] <http://www.abledata.com/abledata.cfm?pageid=19327&top=12236&trail=22,11860,12232>
- [26] http://www.pattersonmedical.com/app.aspx?cmd=getProduct&key=IF_46883