

可穿戴技术在康复辅具领域的应用研究*

单新颖^{1,2} 张腾宇^{1,2} 张晓玉²

2012年Google公司发布智能眼镜引发世界高度关注,被称作“智能可穿戴设备元年”。2013年,三星等公司纷纷推出可穿戴产品^[1]。2014年,苹果发布了可穿戴领域的Apple Watch智能手表。在2014年初的全球消费类电子产品展会(consumer electronics show)和移动通信及智能终端展会(mobile world congress)上,可穿戴设备更是大放异彩,连电子通信行业外的公司NIKE也参与到可穿戴设备的产品上^[1-2]。可见,可穿戴技术是未来的发展趋势。近几年随着人口老龄化问题的加重、残疾人权益保障需求,康复辅具技术逐步发展起来,也是未来民生科技的发展趋势。但国内还没有研究可穿戴技术与康复辅具结合的内容,可穿戴技术与康复辅具有着紧密的联系。本文重点介绍可穿戴技术应用于康复辅具的相关产品,以及健康辅具的理念。

1 可穿戴设备与康复辅具紧密关系

可穿戴设备即直接穿在身上,或是整合到用户的衣服或配件的一种便携式设备。可穿戴设备不仅是一种硬件设备,更是通过软件支持以及数据交互、云端交互来实现强大的功能,是一种介于消费电子产品和医疗器械之间广泛具有健康监护功能的健康辅具。可穿戴设备将会对我们的生活、感知带来很大的转变。

康复辅具是利用辅助技术将辅助器具产品因人而异地配置于残障者,起到补偿或替代身体障碍的功能。康复辅具是帮助身体功能障碍者,特别是身体功能性衰退者回归社会的最基本和最有效的手段,对于某些身体功能障碍,配置辅具甚至是唯一的康复手段。康复辅具属于新型生物医学工程产品。在健康领域范畴,很多康复辅具是可穿戴设备,也是健康辅具。例如康复辅具的假肢、矫形器、穿戴式养老睡眠监护设备、外骨骼机器人、助听器等各种康复辅具产品必须与人体接触,穿戴或佩戴在人体上,所以说把可穿戴技术应用于康复辅具,将提升康复辅具的智能化、便携化。

2 可穿戴技术产品特点

2.1 电子消费品

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2016.10.022

*基金项目:国家863计划(2015AA041003)

1 北京航空航天大学生物医学工程学院,北京,100191; 2 国家康复辅具研究中心,北京 100176

作者简介:单新颖,男,在读博士,助理研究员;收稿日期:2015-03-09

此类产品主要满足人们的信息沟通和娱乐,生活方面的需求,目前互联网企业,电子消费企业,甚至包括一些传统的企业都进入此领域,主要有手腕支撑的watch类,以脚支撑的shoes类和以头部为支撑的glass类。如腕带、智能手表、智能手环、耐克智能运动鞋和智能眼镜等消费电子产品。

2.2 健康医疗养老

健康医疗养老领域是可穿戴设备最有发展潜力,市场规模最大的领域。此类产品大多集中在测量心电、心率、血压等生理参数,监测睡眠、安全定位、跌倒报警等。

2.3 安全防护领域

此类产品主要满足老年人和儿童的需求,防止其走失,如美国GTX与Aetrex制鞋公司联合研发的定位鞋子,内嵌GPS芯片,特别适合阿尔茨海默症患者使用^[3]。

3 可穿戴技术在康复辅具领域应用

3.1 基于养老健康监测的辅具设备

针对养老健康领域的老年人、慢性病患者提供的健康监护辅具设备,大部分通过把传感器放置在心脏等身体表面,采集心电、心肌、呼吸、血压、温度和睡眠质量等关键健康生理特征的参数,并通过蓝牙、Zigbee、GPRS等无线传输给终端设备,进行健康状况的数据分析。因为心脏病是人类健康的头号杀手,全世界约1/3的人口死亡是由心脏病引发的,其中有一半是在发病后送达医院之前去世的,因此,对心脏的监护和预警非常重要,Smartheart就是为这样的需求诞生的。它是由一个ECG监控仪绑在胸前,用于监测人体的心电图,此ECG监控仪可以通过无线连续与手机通讯,手机应用支持iOS、Android、BlackBerry平台。可穿戴健康监护设备穿戴在人体上,提供医生、病床、吃药、治疗、化验等各种服务。

3.2 上肢假肢

假肢作为恢复原有四肢的形态和功能,以补偿截肢造成的肢体部分缺损而制作和装配的,安装假肢即穿戴假肢,可以恢复残肢原有的形态和功能,减轻功能障碍,以便更好的生活、学习和工作^[3]。

上肢假肢作为目前可穿戴领域,具有广泛的应用,经历了传统的索控手,开关时假肢到肌电假肢,智能仿生肌电发展^[3-4]。我国的上肢假肢是周总理亲自过问下逐步发展起来的,1969年,中科院自动化所和北京假肢厂等单位共同组成“王世芬电动手任务组”,完成了当时国际上比较少见的利用人体生物电控制的电动手、从肩关节开始的三个关节可动的电动三截臂假肢等共9只不同功能、实用化的电动手^[5]。见图1。

1970年底,我国进入的肌电假肢的开发,由当时的北京假肢科学研究所、清华大学、中国科学院上海生理研究所等单位研究,后期逐步发展,比较成熟有丹阳假肢厂和上海科生生产的肌电和开关控制的上肢假肢^[5]。

目前,上肢假肢具有肌电、脑电信号,驱动多手指多自由度的仿生可穿戴设备。典型产品国际上有苏格兰触摸仿生(Touch Bionics)公司的最新产品,这款假手名为i-limb^[6-7]。它有2个主要的独特特点,一是把发电机放进每个手指,让每个手指通过关节连接具有独立性;二是它的拇指能弯曲90°。它是首个在形状和功能上模仿人手的仿生手。可以用智能手机的iOS应用程序进行控制。有自定义的握力设置。另外,仿生手通过臂套与使用者的手臂相连,臂套中装有一枚可充电电池及一对电极。当使用者产生活动手部的想法时,大脑信号会被臂套中的电极收集起来。电极把大脑信号传递给位于仿生手手背的一部微型电脑,再由电脑向手指上的运动神经发出指示,从而让手指活动。见图2。

另外,意大利罗马的一支医疗研究团队日前宣布他们研制成功一款新型的仿生手,它不仅能够完成复杂的动作,而且能够通过与患者神经系统的衔接来让患者体验到“逼真”的触感^[7]。见图3。

3.3 下肢假肢

下肢假肢主要包括髌离断假肢、膝离断假肢、踝关节假肢和假脚,这些都必须穿戴在身体上。也可以利用可穿戴设备的智能控制技术、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技术。

下肢假肢产品以的德国Otto Bock公司为代表,从20世纪60年代开始,推动了下肢假肢的发展,目前此公司开发的C-LEG智能假肢具有多种技术,是在假肢膝关节系统中组合

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稳定性和摆动期摆动速度,充分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,使膝关节可以迅速感知地面姿态、行走速度,并且实时做出调整以适应路面状况和行走要求。智能仿生膝关节,可以为用户提供强大的功能,步态灵活自然,并且穿戴假肢非常安全稳定。内置多种传感器、智能微处理器,帮助用户计算分析,实时监测用户的步行状态,并实时控制液压缸输出合适的阻尼,保证支撑期安全稳定,摆动期灵活自然。见图4。

我国于1994年就开始了智能膝关节研究。2009年由国家康复辅具研究中心、清华大学、河北工业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。

在智能气压膝关节研发的基础上,国家康复辅具研究中心、清华大学和河北工业大学进一步提出了膝踝足一体化设计方案,开发了关节阻尼可控的智能踝关节样机,预期实现膝关节和踝关节协调控制的仿生大腿假肢,如图5所示。

在2008年的北京残奥会上,以“刀锋行者”著称的南非短跑运动员奥斯卡皮斯托瑞安装了假肢,实现了奥运冠军。所以智能假肢作为一种可穿戴设备广泛应用于残障人群,而且起到很好实际的作用。

3.4 外骨骼机器人

外骨骼(exoskeleton)指为生物提供保护和支持的坚硬的外部结构,外骨骼机器人(exoskeleton robot)可理解为一种结合了人的智能和机器人机械能量的人机结合可穿戴装备^[9]。广泛应用于军事装备、助老助残领域,帮助那些肢体伤残患者行走。根据人体可穿戴条件,外骨骼机器人可分为上肢外骨骼机器人、下肢外骨骼机器人和全身外骨骼机器人^[10-11]。一种是以辅助和康复治疗为主的外骨骼机器人,另一种是以增强正常人力、速度、负重和耐力的人体功能的增力型外骨骼机器人。

典型产品是日本筑波大学cybernetics lab开发的HAL-5

图1 王世芬电动手^[5]



图2 I-Limb^[6-7]



图3 触感仿生手^[6-7]



(Hybird Assistive Limb),该产品技术比较成熟,已经开始应用于临床,采用角度传感器、肌电信号传感器和地面接触力传感器等设备来获得外骨骼和操作者的状态信息,同时拥有混合控制系统,包括控制身体姿态的自动控制器以及舒适助力控制器等。保证了外骨骼关机运行与人体下肢肌肉运行的一致性。

中国高校和研究机构也在进行外骨骼机器人的研究开发,北京航空航天大学、电子科技大学、哈尔滨工业大学、中科院深圳先进技术研究院等都研制成功^[12]。可穿戴式外骨骼机器人应用广泛,在巴西世界杯开幕式上,一名巴西瘫痪少年在脑控外骨骼的帮助下,为世界杯开出了第一个球。

3.5 助听器

助听器也是一种可穿戴设备,体积较大的盒式助听器基本上被淘汰,目前主要包括:耳背式助听器(BTE),耳内式助听器(ITE/CE)。助听器基本上完成了从模拟线路到全数字线路的转换。并具有开放式、多频段声处理、高效率降噪、多

环境放大、无线传输技术、反馈抑制和仿生技术,高防水性。佩戴者可根据自己的实际听力情况进行验配。具有可穿戴式的数字信号处理技术,无线蓝牙通信技术、声音采集处理技术^[13]。见图6。

可穿戴助听器典型产品是Rondo Maestro CI,它是一套侵入式的可穿戴助听器,需要在患者大脑皮质下植入一个芯片,可以接收到外置传感器的声音信号,通过电脉冲信号绕过受损的听力组织直接传输到大脑的听觉皮质中,帮助听力受损者接收到声音。外部装置可以隐藏在头发中,让听力受损者看上去和普通人一样,更容易让他们重新获得自信。普通是助听器就只需要佩戴在耳朵里面,没有芯片的植入,但也具有最纯洁的音质和独特的聆听体验。

目前,助听器技术和市场份额主要为国外品牌占据,我国助听器的研发也相对滞后,研究机构没有针对助听器的科研课题,相关企业也没有成型的产品。

图4 C-LEG 智能膝关节^[14]



图5 膝踝足一体化



图6 助听器^[13]



4 小结

可穿戴技术应用于康复辅具产品,将产生更多智能化产品。随着康复领域范围扩大,逐步向健康领域靠近,可穿戴医疗治疗设备、可穿戴医疗监护设备、可穿戴康复监测设备,以后将产生更多的健康辅具。健康辅具将逐步进入人们的视野并在发展中快速增长,但对中国来说,一定要掌握核心技术,生产具有自主知识产权的产品。当前进入移动互联网和大数据、云计算的时代,可穿戴设备将传统的康复理念和高精尖技术结合,降低社会成本,提高人类健康水平,将成为未来技术发展的方向。

参考文献

- [1] 毛彤, 周开宇. 可穿戴设备综合分析和建议[J]. 电信科学, 2014, (10): 134—142
- [2] 徐迎阳. 可穿戴设备现状分析及应对策略[J]. 现代电信科技, 2014, (4): 73—76
- [3] 孙磊. 假肢与矫形器技术的现状与发展趋势[J]. 中国矫形外科杂志, 2013, 21(2): 107—108
- [4] 孙为. 实用上肢假肢功能及控制技术[J]. 科技与企业, 2014, (11): 370—372

- [5] 王人成. 我国假肢技术的研究与进展[J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27(11): 1058—1060
- [6] 沈凌, 喻洪流. 国内外假肢的发展历程[J]. 中国组织工程研究, 2012, 16(13): 2451—2454
- [7] 周凤梅. 世界首个触感仿生手研发成功为截肢者传福音[EB/OL]. http://www.chinadaily.com.cn/hqzx/2013-02/19/content_16234956_3.htm, 2013-02-19
- [8] 王人成, 金德闻. 仿生智能假肢的研究与进展[J]. 中国医疗器械信息, 2009, 15(1): 3—5
- [9] 柴虎. 外骨骼机器人的研究发展[J]. 医疗卫生装备, 2013, 34(4): 81—84
- [10] 周达岸, 李建军. 下肢外骨骼机器人的现状与展望[J]. 中国康复理论与实践, 2013, 19(12): 1132—1134.
- [11] Hoshing Lo, Shengquan Xie. Exoskeleton robots for upper-limb rehabilitation: State of the art and future prospects[J]. Medical Engineering & Physics, 2012, (34): 261—268.
- [12] 张建列. 我省成功研制外骨骼机器人[N]. 广东科技报, 2014-7-18-4.
- [13] 张华. 助听器产品与服务进展[J]. 临床耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2013, 27(16): 864—867.
- [14] 杨鹏, 刘作军, 耿艳利, 等. 智能下肢假肢关键技术研究进展[J]. 河北工业大学学报, 2013, 42(1): 76—80.