

基于虚拟游戏的视觉生物反馈技术在康复运动训练中的应用*

孟凡¹ 贾晓红¹ 王人成¹ 金德闻¹

将生物反馈技术应用于康复运动训练, 不仅能使患者更加科学、直观、实时地观察自身运动情况, 并做出合理的评价; 同时可以通过各种反馈方式提高患者的训练兴趣, 达到提高训练效果的目的, 因而成为功能训练系统研制中的技术热点^[1]。

康复运动训练中多采用的生物反馈技术有视觉、听觉, 以及电刺激等多种形式^[2-3], 其中视觉生物反馈因其直观、有效等优点而得到广泛关注^[4]。目前所采用的视觉生物反馈在具体的表现方式上, 又可分为两类: 简单的图表或动画方式和基于虚拟现实技术的交互式虚拟游戏方式。

利用简单图表及动画方式的视觉生物反馈技术已有很多的研究。如 Balgrist 大学医院脊柱伤害研究中心的 L. Lünenburger, Gery Colombo 等人在 Lokomat 平台上开发了一套基于机器人技术的步态功能训练装置。通过计算机显示患者的下肢关节运动信息和力矩信息, 帮助患者和医护人员纠正步态^[5]。但是这类视觉反馈, 表现方式比较简单、不够形象, 患者往往难以迅速理解这些信息; 另外, 反馈信息显得单调而枯燥, 没有与患者之间进行更多的互动, 因而难以充分激发患者的兴趣和主观能动性。为解决上述问题, 目前有研究者将虚拟现实技术用于功能训练, 丰富和改善传统的视觉生物反馈, 并取得了很好的效果。

1 虚拟游戏在康复运动训练器械中的应用

将虚拟游戏引入功能训练, 就是要为患者提供生动有趣的虚拟游戏项目。这些项目与人可以进行丰富的互动, 以多种方式激励患者主动参与; 同时让患者在游戏的轻松氛围下进行训练, 提高患者的训练兴趣。一般来说, 一个好的虚拟游戏与普通的采用简单图表及动画的反馈方式相比, 具有以下几个特点: ①内容的丰富性: 虚拟游戏往往需要一个完整的游戏场景, 这个场景中呈现的事物多种多样。目前虚拟游戏场景已由二维逐渐向三维发展, 甚至将出现完全模拟现实环境的游戏场景。这样的场景所包含的信息量是普通反馈形式无法比拟的。②有明确的目的: 虚拟游戏之所以称之为“游戏”, 正因为它有明确的目的, 这也是虚拟游戏的灵魂所在。例如放苹果游戏, 它将人上肢的二维运动赋予要将苹果放入篮中的意义, 同时要求在规定时间内必须放进一定数量的苹果。这样就提供了一个明确的任务, 再加上相应的奖惩措施, 就可以使患者觉得生动有趣, 在满足患者成就感的同时激励患者持续的训练。③训练过程富于变化: 如前所述的放苹果游戏, 每次苹果出现的位置都可能是随机的, 这样可使患者在训练过程中始终集中注意力, 避免产生枯燥感。另外游戏的难易程度也可以改变, 以适应不同程度的训练。

虚拟游戏采用的技术主要是虚拟现实技术 (virtual reality, VR), 又称虚拟环境。是指在计算机中构造出具有三维世界效果的模拟环境, 同时利用各种传感设备和执行设备,

使用户感觉“置身”于该环境中, 并能够与之进行直接互动, 而且产生与现实世界中相同的反馈信息^[6]。这种技术的最大优点在于无需构建真实的现实环境 (这种环境有可能是人类无法到达的、或是耗资巨大、又或是在当前的系统设计下无法实现的), 而同时又可以较为准确地实现人与环境的互动^[7]。

以基于虚拟现实技术的虚拟游戏作为生物反馈, 同样可以实现包括视觉、听觉、触觉等多种形式的与患者的互动。而目前的研究几乎都仅采用视觉形式的反馈。这是因为一方面采用视觉反馈, 不需要特殊的硬件设备, 实现起来较为简单; 另一方面, 视觉是人接受信息最主要的方式, 接受的信息也可以非常复杂和多样, 因此便于实现与患者多样性的互动。以下将介绍各种采用虚拟游戏的康复运动训练设备, 它们都基于视觉反馈。

1.1 虚拟游戏用于上肢康复运动训练设备

美国加利福尼亚大学的 Robert J. Sanchez 和 Jiayin Liu 等人研制了一套用于上肢运动康复的外骨骼式训练系统 T-WREX, 该系统集成了上肢减重装置和虚拟现实游戏功能^[8]。

值得一提的是, 瑞士的 Hocoma 公司以 T-WREX 系统为原形, 研制出了 Armeo 上肢康复运动训练器, 并实现了商品化^[9]。

1.2 虚拟游戏用于下肢康复运动训练设备

日本香川大学智能机械系统与工程学系和学校医院的康复医学部门合作开发了一套用于运动治疗的虚拟现实滑雪系统, 可以为患者提供不间断的有趣的虚拟滑雪训练, 患者通过下肢的左右摆动来控制虚拟的滑板^[10]。

希伯来大学 (Hebrew University) 的 Rachel Kizony 和 Liat Raz 等人, 将带有视频动作捕捉 (Video-capture) 的虚拟现实系统应用到截瘫患者的平衡训练中来, 因而可以模拟身体在二维平面内多自由度的运动。他们设计了一系列能够与患者进行互动的、难度可以调整的游戏项目, 以引导患者的运动, 训练患者的下肢平衡能力^[11]。

加拿大蒙特利尔 McGill 大学犹太康复医院和魁北克康复研究协会合作开发了一套应用了虚拟现实技术的多自由度反馈控制的下肢训练器。他们建立了一个需要患者过街的三维场景, 场景中除表示患者本身的虚拟人外还有不受患者控制的行驶的汽车和行人等。他们希望通过这种具有实际意义的, 并具有较强的真实感的步行过街训练, 来达到锻炼患者的步态和步速, 以及重返社会后独立生活的能力^[12]。

* 基金项目: 国家自然科学基金项目 (50575122); 国家科技支撑计划资助项目 (2006BAI22B03)

1 清华大学摩擦学国家重点实验室智能与生物机械分室, 北京, 100084

作者简介: 孟凡, 男, 硕士研究生

收稿日期: 2007-10-23

2 小结

生物反馈技术的引入提高了功能训练的效率和效果,其中视觉反馈发挥了重要的作用。但是传统的以图表或者简单动画表现的视觉信息,忽略了现实环境和特定任务和人的主动性之间的关系,导致功能训练过程成为单调而重复的机械运动,往往使得患者无法成为训练中的主体。

基于虚拟游戏的视觉生物反馈技术,可以实现与患者的充分互动,而且患者需要在训练的同时完成一个个虚拟的“任务”,这样就为患者的运动赋予了实际意义,增加了训练的目的性和趣味性。从而大大提高了患者的主动参与程度,也就提高了训练效率。目前的虚拟游戏的发展,是采用虚拟现实技术构建更为逼真的游戏环境,游戏场景逐渐由二维转向三维,患者可以进行的运动也由单自由度逐渐转向多自由度。目前国内也有将视觉生物反馈应用于康复运动训练器械的研究^[13-14],与国外相比,反馈方式还较为简单,虽然一些研究引入了虚拟游戏的概念,但大部分研究还停留在初始阶段。未来的基于虚拟游戏的视觉生物反馈技术,一方面可以致力于建立与患者日常生活环境更接近的虚拟环境,同时该环境具有高度拟真的效果。另一方面,在游戏任务设计中,除了使患者得到肢体运动的训练,还应注重任务目标性、互动性和激励性对患者的影响,促进患者的主动参与,从而提高功能训练的效果。

参考文献

- [1] 王庭槐.生物反馈及其机理进展[J].医学信息,2002,15(10):610—614.
- [2] Dozza M, Chiari L, Horak FB. A portable audio-biofeedback system to improve postural control[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2004, 7:4799—4802.
- [3] Muneakata, Nagisa, Yoshida, et al. Design of positive biofeedback using a robot's behaviors as motion media[J].Lecture Notes in Computer Science, 2006,4161:340—349.
- [4] 蔡庚,季浏.生物反馈技术在运动训练中的运用[J].体育科技, 2000,21(4):14—15.
- [5] Lunenburger L, Gery Colombo, Robert Riener, et al. Biofeedback in gait training with the robotic orthosis lokomat[J].Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings, 2004, 26: 4888—4891.
- [6] 刘勇奎,周晓敏.虚拟现实技术和科学计算可视化[J].中国图像图形学报, 2000,5(9):794—798.
- [7] 曹建超,石定机.虚拟现实技术及系统[J].高技术通讯, 1994,9: 34—43.
- [8] Robert J Sanchez, Jiayin Liu, Sandhya Rao, et al. Automating arm movement training following severe stroke: functional exercises with quantitative feedback in a gravity-reduced environment [J].Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2006,14(3):378—389.
- [9] Available from: http://www.hocoma.ch/web/en/products/armeo_introduction.html.
- [10] T Wada, N Yoshii, K Tsukamoto, et al. Development of virtual reality snowboard system for therapeutic exercise [J]. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS), 2004, 3(3):2277—2282.
- [11] Kizony R, Raz L, Katz N, Weingarden H, et al. Video-capture virtual reality system for patients with paraplegic spinal cord injury [J]. J Rehabil Res Dev, 2005, 42(5):595—608.
- [12] Fung J, Malouin F, McFadyen BJ, et al. Locomotor rehabilitation in a complex virtual environment[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2004, 7:4859—4861.
- [13] 卢乐萍,尹富敏,贺西征.应用生物反馈压力平台对脑卒中后患者平衡再训练方法介绍[J].中国临床康复, 2002,6(21):3212—3213.
- [14] 曹春梅,季林红,王子羲,等.基于生物反馈原理的跳板跳水辅助训练系统[J].中国体育科技, 2006,42(4): 97—99.

·短篇论著·

精细运动训练在脑性瘫痪合并智力低下患儿康复中的应用效果分析*

余志华¹ 薛梅¹ 董小丽^{1,2} 孔勉¹ 杨宏¹

脑性瘫痪(cerebral palsy, CP)指的是从出生前到出生后1个月以内因各种原因所致的非进行性脑损伤,主要表现为中枢性运动障碍及姿势异常,同时伴有其他异常,如智力低下、语言障碍、癫痫等并发症。智力低下是脑瘫患儿常见的并发症之一,约有75%的脑瘫患儿有不同程度的智力障碍^[1]。智能主要包括抽象的思维能力、对环境的适应能力、学习能力三个方面。如果早期发现智力低下的患儿并进行早期干预,患儿的智能情况会有很大的改善。一般来讲,6岁以前智能训练都应取得一定的疗效,但3岁以前进行训练疗效更佳,尤其是1岁前更是智能训练的黄金时期。因此,早期进行智能训练对改善患儿的智力情况有着关键的作用^[2]。本研究对年龄6个月—3岁的脑性瘫痪患儿进行精细运动训练,观察精细运动对改善患儿的智能情况的疗效。

1 对象与方法

1.1 研究对象

将2005—2007年成都市中西医结合医院儿童康复中心确诊脑瘫伴智力低下患儿共106例(已排除癫痫和听力障碍的患儿),按其就诊顺序,采用随机数字表法分为两组,治疗组52例,对照组54例,年龄在6—36个月之间。治疗组≤12个月18例(A组),>12个月(B组)34例;对照组≤12个月16例,>12个月38例。两组患儿一般资料见表1。

* 基金项目:四川省卫生厅科研课题(0804)

1 成都市第一人民医院(成都市中西医结合医院)儿童康复中心,四川成都,610017

2 通讯作者

作者简介:余志华,女,主治医师

收稿日期:2008-04-14