

小型桌面虚拟现实系统在三维服装设计中的应用

陆永良¹, 李汝勤¹, 胡金莲²

(1. 东华大学 纺织学院, 上海 200051; 2. 香港理工大学 纺织及制衣学系, 香港)

摘要 介绍了一套小型桌面虚拟现实系统, 它包括: 小型立体显示观察系统和三维空间交互球, 同时介绍了三维空间交互球和三维立体显示的工作原理, 以及在此基础上开发的三维衣片设计系统。

关键词 虚拟现实; 三维交互; 立体显示; CAD

中图分类号: TS 941.26 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2005)02-0141-03

Application of small desktop VR system for 3D garment design

LU Yong-liang¹, LI Ru-qin¹, HU Jin-lian²

(1. College of Textile, Donghua University, Shanghai 200051, China;

2. Institute of Textile & Clothing, Hong Kong Polytechnic University, Hong Kong, China)

Abstract A kind of small desktop VR system was introduced, and a set of 3D garment designing software which utilizes this VR system was also presented. This would be a new way for designing 3D garment in computer environment.

Key words virtual reality; three-dimensional interactive; stereo display; CAD

虚拟现实技术是一种综合计算机图形技术、多媒体技术、传感器技术、显示技术及仿真技术等学科而发展起来的 20 世纪 90 年代计算机领域的最新技术, 它以模拟方式为使用者创造了一个实时反映实体对象变化与相互作用的三维图形世界, 具有沉浸感、丰富的交互性及存在性等特点, 它是一种最有效的模拟人在自然环境中视、听、动等行为的高级人机交互技术。这种模拟具有“临境感”(immersive)和“交互性”(interactive)^[1-3]。虚拟现实的“临境感”是指用户全身心的沉浸于计算机所生成的三维虚拟环境, 并产生身临其境的感觉。虚拟现实的“交互性”是指用户利用视觉、听觉、触觉、嗅觉和味觉等感官功能及对话、头部运动、眼动、行走、转身、拾取和放置等人类自然技能对虚拟环境中的实体进行交互考察与操作。因此, 虚拟现实系统将从根本上改变人与计算机系统的交互操作方式。虚拟现实技术将使传统 CAD 技术发生革命性的变化, 目前虚拟现实技术在汽车设计、飞机设计等方面都有应用, 国外已将虚拟现实技术应用在了纺织服装 CAD 上^[4-8]。

1 小型桌面虚拟现实系统

虚拟现实系统一般可分为桌面虚拟现实系统(Desktop VR)、沉浸式虚拟现实系统(Immersive VR)、

分布式虚拟现实系统(Distributed VR)。

桌面虚拟现实系统(Desktop VR)使用个人计算机和低级工作站实现仿真, 计算机的屏幕作为参与者观察虚拟环境的一个窗口, 各种外部设备一般用来驾驭该虚拟环境, 并且用于操纵在虚拟环境中的各种物体, 这些外部设备包括鼠标、跟踪球、力矩球等。

桌面虚拟现实系统能产生一种三维空间的交互场景, 通过交互操作, 使虚拟环境的物体平移和旋转, 以便从各个方向观看物体, 也可以进入里面, 因此它具有“through walk”的功能, 就像在虚拟环境中漫游一样。桌面 VR 与沉浸 VR 之间的主要差别在于参与者身临其境的程度, 桌面 VR 系统以常规的 CRT 彩色显示器和三维立体眼睛来增加身临其境的感觉, 主要装置为 6 自由度的交互器, 沉浸 VR 系统则采用头盔显示(HMD), 主要交互装置为数据手套和头部跟踪器。桌面虚拟现实系统虽然缺乏头盔显示的那种完全沉浸功能, 但其应用仍然比较普及。这是因为它的成本相对来说比较低, 而且就本研究而言, 它也能完全满足课题的需求, 因而选用了一套小型桌面虚拟现实系统。

本文使用的小型桌面虚拟现实系统包括小型立体显示观察系统和三维空间交互球(SPACEBALL

4000FLX), 其中小型立体显示观察系统包括: 高档专业 3D 图形加速器(逐行立体加速显示、VR 专用)、红外中央控制发射器、无线立体眼镜。三维空间交互球可以实现三维物体 6 自由度的空间交互。这是一套功能齐全、经济适用的小型桌面虚拟现实系统, 其良好的 VR 观察和交互的适用于简单 VR 应用的用户使用, 如图 1 所示。



图 1 小型桌面虚拟现实系统

2 三维衣片设计系统

具体来讲, 三维衣片设计系统主要有以下特征:

1) 引进的人体模型是利用小型桌面虚拟现实系统, 开发了一套三维衣片设计系统。三维衣片设计可以利用鼠标和三维空间交互球自由设计三维服装衣片, 并且可以将得到的三维衣片展开成二维衣片, 还可以利用立体眼镜观察到三维服装的立体显示效果。其原理是利用前后 4 个摄像头同时采集到 4 幅人体不同方位的图像, 然后用莫尔条纹干涉的方法计算出人体模型的三维点阵数据, 接着利用三维点阵数据进行三角曲面拟合, 得到三维人体模型, 最后进行尺寸提取操作, 得到三维人体尺寸, 该人体模型的数据包括人体模型上的空间点以及由相应的点组成的三角形面片。2) 使用三维空间交互球作为三维交互设备, 三维空间交互球可以实现三维物体 6 自由度的空间交互, 是一种真正的三维输入设备, 它能将微小的手指的压力转换成 X 、 Y 、 Z 方向的平移和旋转量, 这样它就对图形模型进行了直观的 6 个自由度的交互。3) 三维服装衣片是通过特定的插值方法得到的, 该三维衣片与人体模型具有一定的空隙度, 具体的空隙度是通过插值的方法得到的, 即该衣片是具有一定空隙度的三维贴体衣片, 它也是由三角面片组成。4) 三维服装衣片的展开算法是基于球面的展开原理而得到的, 最终的展开结果能满足服装衣片的展开要求。5) 使用小型立体显示观察系统观察三维服装的立体显示效果。

2.1 三维衣片的生成与展开过程

三维衣片的生成流程是在虚拟环境中利用鼠标和三维空间交互球造取并控制人体模型上的点, 将之作为三维衣片边界上的点, 结合相应的数据结构, 得到三维衣片轮廓线的点、边、衣片结构, 接着利用

插值的方法生成边界内的点, 然后 Delaunay 三角化, 生成衣片的三角面片。

复杂不可展曲面的可展化及其展开问题, 一直是工程上及计算机辅助设计等领域十分关心的问题。长期以来, 许多研究者对此进行了深入的研究, 文献[9]提出了一种曲面展开的三角平面网格法; 文献[10, 11]利用有限元法计算曲面展开; 文献[12]利用曲面的测地曲率展开曲面; 文献[13]将复杂曲面分割为若干条状区域, 用直纹面逼近该区域, 再将直纹面进行三角网格分割, 从而展开曲面; 文献[14, 15]提出了一种在人体模型的基础上, 定义一系列位移曲面片处理服装曲面的方法; 文献[16]将计算机辅助三维服装设计过程中, 三维到二维的映射, 处理为一个极其复杂的变形过程。这些方法大多数是利用局部小平面的拼接解决曲面可展化及其展开问题。三维衣片设计系统针对计算机辅助三维服装设计过程中服装曲面向衣片的映射问题, 提出了一种新的可展面实现方法, 简单地说, 这种展开算法是基于球面的展开原理而得到的, 如图 2 所示的是三维衣片展开的情况, 通过该算法计算得到的三维衣片和二维衣片之间能满足衣片展开要求, 并可把误差控制在 1% 以内。

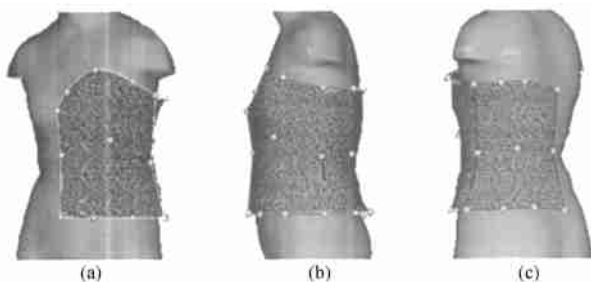


图 2 三维衣片的几个侧面图

2.2 三维衣片的生成与展开实例

图 2 是生成的三维衣片的几个侧面图, 包括前后衣片: (a)、(b)、(c) 所示是三维衣片的几个侧面图。

图 3 是生成的三维衣片的展开图, 包括前后衣片: 其中 (a) 所示是前衣片的展开图, 其中 (b) 所示是后衣片的展开图。

3 结 论

综上所述, 本文介绍了一套小型桌面虚拟现实系统, 它包括: 小型立体显示观察系统和三维空间交互球, 同时介绍了三维空间交互球和三维立体显示的工作原理和设计系统, 集成了一套小型桌面虚拟现实系统, 利用该系统可以生成三维衣片, 并可三维衣片展开成二维衣片, 同时可观察到它的三维立

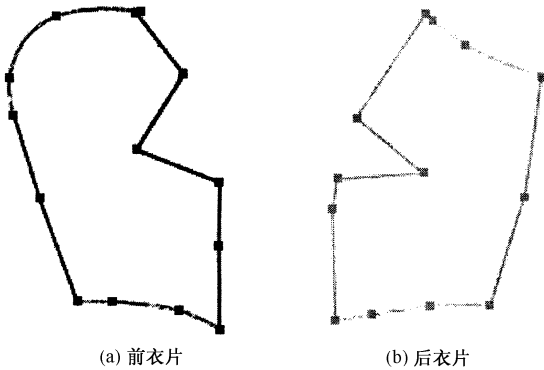


图3 前、后衣片的展开图

体效果, 开创了一种计算机环境中生成三维服装的新思路。

参考文献:

- [1] 李锦涛, 刘国香. 虚拟环境技术[M]. 北京: 中国铁道出版社, 1996. 10.
- [2] 汪成为, 高文, 王行仁. 灵境(虚拟现实)技术的理论、实现及应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 1997. 15.
- [3] 曾芬芳. 虚拟现实技术[M]. 上海: 上海交通大学出版社, 1997.
- [4] Stephen Gray. Information super highway[J]. Apparel International, 1995, 26(8): 28-30.
- [5] Stephen Gray. IT reaches clothing production[J]. Textile Asia

- 1995, 26(8): 103-108.
- [6] Wilson. A pushing from the front[J]. Textile Month, 2001, (7-8): 28-30.
- [7] Niki Tait. CAD, virtual reality, mass customization, global process management and the Internet[J]. African Textiles, 2000, (8-9): 23-26.
- [8] Sang-V. Meeting the new order challenge[J]. Textile Asia, 2000, 31(6): 61-64.
- [9] Paridal Mudur sip. Constraint satisfying planar development of complex surfaces[J]. Computer Aided Design, 1993, 25(4): 225-232.
- [10] Shimadt Taday. Approximate transformation of an arbitrary curved surface into a plane using dynamic programming[J]. Computer Aided Design, 1991, 23(2): 153-159.
- [11] Shimada T TadaY. Development of curved surface using finite element method[J]. Computer Aided Optimum Design of Structures, Recent Advise, Springer Verlag, 1998: 23-30.
- [12] Benic Chakib, MarcVeien Jean. Piecewise surface flattening for non-distorted texture mapping[J]. ACM Computer Graphics, 1991, 25(4): 315-322.
- [13] 席平. 三维曲面的几何展开[J]. 计算机学报, 1997, 20(4): 315-322.
- [14] Hinds B K, McCartney J. Interactive garment design[J]. The Visual Computer, 1990, (6): 53-61.
- [15] Hinds B K, McCartney J. Pattern development for 3D surface[J]. Computer Aided Design, 1991, 23(8): 583-592.
- [16] Okabe H, Imaoka H. Three dimensional apparel CAD system[J]. Computer Graphics, 1992, 26(2): 105-110.

(上接第137页)

关。系统优化这些因素和操作条件, 可望较大幅度提高PVA纤维的强度。为此今后应继续加强冻胶纺丝中的凝固浴和相关过程的基础研究, 着重氢键形成机制理解, 进一步完善新型纺丝技术如聚醋酸乙烯醇解纺丝技术。

参考文献:

- [1] Smith P, Lemstra P J. Ultra-high strength polyethylene filaments by solution spinning/drawing[J]. J Mater Sci, 1980, 15(2): 505-514.
- [2] Smith P, Lemstra P J, Pijpers J P, et al. Ultra-drawing of high molecular weight polyethylene cast from solution-3: morphology and structure[J]. Colloid Polym Sci, 1981, 259(11): 1070-1080.
- [3] Wu W, Simpson P G, Black W B. Morphology and tensile property relations of high-strength/high-modulus polyethylene fibers[J]. J Polym Sci, 1980, 18(4): 751-765.
- [4] Honi F, Hu S, Ito T, et al. Cross polarization/magic angle spinning ^{13}C NMR study of solid structure and hydrogen bonding of poly(vinyl alcohol) films with different tacticities[J]. Polymer, 1992, 33(11): 2299-2306.
- [5] Masuda K, Kaji H, Horii F. CP/MAS ^{13}C NMR analyses of hydrogen bonding and the chain conformation in the crystalline and noncrystalline regions for poly(vinyl alcohol) films[J]. J Polym Sci; Pt B; Polym Phys, 2000, 38(1): 1-9.
- [6] Cerrada M L, Benavente R, Perez E, et al. The effect of residual acetate groups on the structure and properties of vinyl alcohol-ethylene copolymers[J]. J Polym Sci; Pt B; Polym Phys, 2000, 38(1): 1-9.
- [7] Stephans L E, Foster N. Magnetization-transfer NMR analysis of aqueous poly(vinyl alcohol) gels: effects of hydrolysis and storage temperature on network[J]. Macromolecules, 1998, 31: 1644-1651.
- [8] Yamaura K, Kumakura R. Gel-spinning of partially saponified poly(vinyl alcohol)[J]. J Appl Polym Sci, 2000, 77(13): 2872-2876.
- [9] 叶光斗, 李守群, 晏明, 等. PVAc醇解纺丝初生纤维成形机理及结构研究[J]. 合成纤维工业, 1997, 20(3): 22-25.
- [10] 叶光斗, 李守群, 晏明, 等. 聚醋酸乙烯醇解纺丝纤维聚集态结构的研究[J]. 合成纤维工业, 1998, 21(3): 18-21.
- [11] 李守群, 叶光斗, 彭华金, 等. 聚乙烯醇纤维的形态结构及性能研究[J]. 合成纤维工业, 1998, 21(4): 26-28.
- [12] 俞波, 刘兆峰, 诸静, 等. 聚乙烯醇冻胶纺丝研究—凝固浴条件对纤维结构性能的影响[J]. 中国纺织大学学报, 1993, 19(6): 55-61.
- [13] Lin C A, Hwang K S, Lin C H. Effect of water on high-strength and high-modulus poly(vinyl alcohol) fibers from crosslinking wet spinning/multistep drawing[J]. Textile Res J, 1995, 65(5): 278-286.
- [14] Hwang K S, Lin C A, Lin C H. Preparation of high-strength and high-modulus poly(vinyl alcohol) fibers by crosslinking wet spinning/multistep drawing method[J]. J Appl Polym Sci, 1994, 52: 1181-1189.