

服装虚拟技术研究现状

秦晓楠, 张 辉*

(北京服装学院, 北京 100029)

摘 要:从三维人体测量、人体建模、碰撞检测、织物悬垂性模拟和光泽模拟 5 个方面对虚拟服装的研究现状进行了总结, 虚拟服装的自动缝合技术、虚拟服装的悬垂性及光泽模拟研究可作为虚拟服装的主要研究方向。

关键词:服装虚拟; 悬垂性模拟; 建模; 光泽模拟

中图分类号:TS941.1

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2020)05-0008-03

虚拟服装模拟由服装形态变形的静态模拟发展为当前复杂的三维服装动态模拟。第一个真正的服装虚拟技术应用是 1990 年瑞士 MIRALAB 实验室使用一个圆锥曲面代表一条裙子穿在虚拟人体上的虚拟服装项目^[1]。此后, 三维服装的模拟研究集中于对虚拟服装力学性能的研究。同时, 三维人体测量技术、人体建模、碰撞检测及响应等技术的成熟也为虚拟服装的发展提供了支持。本文总结了服装虚拟技术的主要研究内容和发展现状, 希望为后续服装虚拟研究工作提供借鉴。

1 三维人体测量及三维人体建模

1.1 三维人体测量

三维人体测量技术有接触式和非接触式测量。接触式测量技术主要使用软尺、测量仪等工具直接测量各部位尺寸, 结果直观、易于操作。非接触式测量技术使用扫描技术, 测量速度非常快, 能数秒内完成人体数百部位的测量, 结果精确, 但设备昂贵。2 种测量技术各有利弊, 测量者可根据具体需要选择测量方法。

1.2 三维人体建模

虚拟着装的主体是人体模型, 通过对人体测量得到的有效数据并由计算机处理, 实现三维人体的重建目标。物理建模的思想出现后, 人体建模发生了质的转变。

1.2.1 基于人体相片图像信息的人体建模

主要是利用相机等设备拍摄获取人体的正、侧、背 3 面的图像后, 再将这些图像进行信息处理, 最终通过提取人体轮廓线、尺寸等特征生成人体模型。这种方法成本低, 但对被测者的着装有一定要求, 因此较难获得精确数据。它要求最大程度获得人体的净尺寸, 避

免因人体穿着而造成误差, 影响建模的准确性。

1.2.2 基于三维扫描的建模

此方法易操作, 得到的数据较利用图像建模的方法更精确。它是利用三维人体扫描设备扫描人体, 通过计算机对获得的人体表面的点云数据进行数据处理, 重新构建个性化的三维人体模型^[2]。周文借用 RGB-D 相机, 首先对采集的数据进行分析预处理, 为了提高数据可用性, 需去除不属于重建对象的数据, 然后进行数据配准与表面重建, 最终获得完整的三维模型^[3]。Tong 提出了使用 3 个校准的 Kinect 近距离采集人体数据, 借助转盘即可自动扫描, 构建人体模型^[4]。张广霖等利用 Kinect 设备识别和获取三维人体数据, 并结合点云库进行三维人体模型重建的新方法^[5]。

目前, 国内外三维人体建模技术还不够成熟, 试验研究中仍存在许多问题, 建模精度不理想, 需要依靠大量的手工辅助工作、昂贵的仪器和设备, 而 Kinect 深度相机的出现解决了一些建模困难, 降低了人体建模的成本。

1.2.3 基于特征的几何建模方法

左立等基于人体解剖学原理, 提出了人体肌肉层建模和实时变形的办法。该模型在变形速度和逼真程度两方面取得了良好的效果^[6]。关景火等提出一种结合三维构型、运动检测、数学分析、生物力学、解剖学等方面的三维人体分层建模方法, 该方法可以将骨骼和皮肤变形问题分开, 根据各层特点分别对人体各层建模, 以获得满足要求的人体模型^[7]。

1.2.4 基于软件的人体建模方法

采用 Maya、3D Max、Poser 等通用软件构建的三维人体模型较为方便, 更具有实用性, 最后建成的人体模型可依据应用形式存储为不同格式以便后期调用, 但建立单一模型的成本较高, 可控性差, 逼真度较低。

2 虚拟缝合及碰撞检测

虚拟缝合的实现是通过建立衣片缝合信息, 再施

收稿日期: 2019-09-03; 修回日期: 2019-09-24

作者简介: 秦晓楠(1995-), 女, 硕士, 主要研究方向为服装舒适性与人体工程。

* 通信作者: 张 辉, E-mail: gdcad@126.com。

加约束力使衣片缝合在虚拟人体上得到试穿效果,三维服装虚拟软件基本都是如此实现虚拟缝合的。由于服装款式与结构的多样性,目前的三维服装虚拟软件还无法通过任意二维服装纸样自动缝合成三维服装,并在虚拟模特上进行试穿。但可以由操作人员将每个样片放置在与虚拟模特相对应的空间位置,并设定好各个纸样间的缝合关系,最后通过虚拟缝合过程完成虚拟服装的展示;另一方面三维服装虚拟软件也可以通过编程,利用C#或Python语言设置纸样的缝合规则,最后再由三维服装虚拟软件进行缝合。

虚拟服装的缝制为避免因布片在接触时发生穿透现象而影响模拟的真实性,需要防止布片内部之间的碰撞或布片与其他物体之间碰撞。

目前,碰撞检测的研究方法主要包括基于几何图形和基于图像的2种碰撞检测法。基于几何图形的碰撞检测法,有层次包围盒法、空间分割法等。层次包围盒法是虚拟场景碰撞检测中使用较为广泛的一种算法,通过体积略大但结构简单的几何体包围盒近似描述复杂对象,再通过包围盒之间的相互测试进行碰撞检测^[8]。该方法具有检测速度快、效率高、构造简单等特点,但需要构造和不断更新包围层以对应模拟物体的不断变化。空间分割法是将整个虚拟空间划分为相等容量规则的单元格,并且只针对占据相同单元格或相邻单元格的交叉点进行检测,其高效的数据结构使该方法在模拟中有较高的计算效率^[9]。基于图像的碰撞检测算法有2种类型。一种是使用图像处理器GPU分担CPU的工作负载,对缓冲区的色度值进行检测,另一种是将三维物体通过投影绘制到图像平面上,得到其二维图像,通过深度信息的计算分析来检测碰撞。基于图像空间的碰撞检测实时性好,展示效果良好^[10]。

3 织物悬垂性能模拟研究

织物的悬垂性能是指织物因其自身重量而下垂的特性,它是影响服装外观的重要指标之一。目前,对织物悬垂形态的模拟主要有4种方式,这4种方式各有利弊。

3.1 基于曲面变形的几何建模

几何建模在三维动画领域有较好的应用前景。它不是针对某种特定的织物进行模拟,而是通过几何学公式生成类似于织物的褶皱。生成的织物褶皱效果只是类似织物风格,与真实织物悬垂形态仍存在差异。

3.2 针对特定织物的物理建模方法

这种方法通过构建织物力学模型,得到包含织物

机械力学参数的仿真悬垂织物。

相关研究者利用织物悬垂性能指标进行三维重建。李强算出织物的悬垂参数并重建织物悬垂形态模型,为后续相关研究提供了依据^[11]。沈毅等提出了多个表征织物悬垂性能的指标,对织物悬垂形态进行三维模拟,获得了直观的视觉模拟效果^[12]。王会威等研究了三维服装软件中虚拟织物悬垂性的影响因素,建立了基于三维系统的织物属性参数与织物悬垂系数和悬垂波纹数的回归模型,并通过有代表性的若干真实织物对回归方程进行验证^[13]。云畅等研究了虚拟织物属性参数经纬向的差异对其悬垂性能的影响,并建立了虚拟织物属性参数相应的悬垂指标的回归模型^[14]。周琦等更加全面地对三维系统中虚拟织物的各属性参数取值,选取影响服装模拟的主要悬垂性指标,并针对精纺毛织物类型的面料建立回归方程,研究结果希望能够对提高精纺毛织物虚拟服装悬垂性能仿真效果有帮助,进而为其他三维虚拟服装软件的应用提供依据^[15]。

另有研究者利用织物力学性能模拟织物悬垂特性等。孟宇宁等利用弹簧—质点模型,通过计算机编程模拟出织物的动静态外观^[16]。织物力学性能的实测数据与系统的仿真效果具有很好的一致性。纪峰以粒子质量表示织物的单位面积重量,以结构、剪切和弯曲3类弹簧的作用力分别表示织物内部对伸展、剪切及弯曲等变形的抵抗作用,并对KES系统的测试曲线进行数学公式拟合,既保证了实验数据的高精度又保证了模拟计算的速度^[17]。马磊建立了织物参数与织物悬垂性能的多元回归模型的织物悬垂性能预测系统,并对虚拟织物的悬垂指标的计算进行了相互验证^[18]。

3.3 混合建模方法

混合建模方法是将几何方法与物理方法相结合的建模方法。先用几何方法获得研究对象的大致轮廓,再用物理方法对其进行局部结构细化,这种方法更适合织物及服装的模拟。周玲玲建立了悬垂形态预测方程,通过输入织物基本参数获得的形态指标数据信息求得波纹曲线上的关键点,然后对关键点坐标重构整条边缘波纹曲线得出织物二维悬垂形态,再实现织物悬垂形态二维向三维的转化,并将方程应用到相应程序中,在VC++平台下实现了悬垂形态的计算机模拟^[19]。

3.4 基于BP神经网络的模型

郭永平采用了基于BP神经网络的模型,通过织物的力学性能来预测织物的悬垂特性^[20]。大量试验结果表明,建立的预测模型与实际测试结果吻合。王健

采用线性回归模型分析了棉织物的悬垂性能与抗弯性之间的关系,并分别用BP神经网络和多元回归模型验证了棉织物的结构参数与其悬垂系数的定量关系^[21]。

4 光泽处理技术

织物表面的光泽效果是织物视觉风格的主要指标之一,它不仅是评价织物外观质量的重要依据,同时也是影响服装外观效果的重要指标之一。它与反射光的强弱、反射光的分布组成和内部反射光等有关。

NIHIRA K等通过使用有椭圆形横截面规则排列的直筒组作为织物的简化模型来计算织物的漫射光分布曲线^[22]。但由于使用的模型过于简单,计算结果与实际情况明显不相符。石风俊等结合织物的实际结构状况,在织物微面元为余弦漫射和均匀漫射的假设下,模拟织物的漫反射光分布曲线,从理论上证明了多种因素对镜面反射光的分布均有较大影响^[23]。

目前虽对织物光泽的模拟有少量研究,但真正在电脑三维环境下应用于虚拟服装模拟的光泽研究少见报道,动画设计师都是凭感觉来调整三维环境下的光照和材质参数。如果针对某一特定面料,往往不能精准实现。

5 结语

三维人体建模技术的最终目的都是构建与目标人体近似的模特。三维人体建模技术和虚拟缝合技术是三维虚拟试衣技术的关键步骤,有效的服装模型和精确的缝合技术是确保虚拟试衣富有成效的关键因素。目前,织物悬垂形态的模拟主要集中在基于曲面变形的几何建模和针对特定织物的物理建模方法,其中针对特定织物的物理建模研究较为广泛,而针对任意真实织物以及三维虚拟服装悬垂形态的模拟研究正在开展。织物表面光泽模拟也是影响织物模拟效果的因素,但对织物光泽的模拟测试研究相对较少,基本上集中在对织物表面的各项反射光的分布进行测量、提取、计算分析,最终建立模型。而针对任意真实织物及其三维虚拟服装的光泽模拟研究正逐渐开展。

参考文献:

[1] 陈亮,赵曙光,张丽娟,等.虚拟三维服装展示的发展历史与研究热点[J].纺织学报,2011,32(10):153-160.
 [2] 夏明.基于椭圆傅里叶的女性体型分析与个性化原型定制研究[D].上海:东华大学,2015.
 [3] 周文.基于RGB-D相机的三维人体重建方法研究[D].

合肥:中国科学技术大学,2015.

- [4] TONG J, ZHOU J, LIU L, *et al.* Scanning 3D full human bodies using Kinects[J]. IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics, 2012, 18(4): 643-650.
 [5] 张广霖,李吉平,彭健钧,等.基于 Kinect 的三维人体重建[J].大连工业大学学报,2016,35(3):226-229.
 [6] 左力,李锦涛.用于实时变形的解剖学人体肌肉建模[J].系统仿真学报,2003,(7):934-938.
 [7] 关景火.三维人体的弹性表面分层模型研究[D].武汉:华中科技大学,2004.
 [8] 胡静.织物动态仿真及碰撞算法的研究[D].杭州:浙江理工大学,2014.
 [9] 王嘉,李孔清.碰撞检测算法研究综述[J].电脑知识与技术,2017,13(20):202-205.
 [10] 李佳,董屹,贺春林.虚拟博物馆建设的关键技术研究[J].电脑编程技巧与维护,2018,(7):14-15,45.
 [11] 李强,过玉清.基于 Labview 织物悬垂性测试及三维重建系统[J].仪器仪表与分析监测,2007,(1):15-17.
 [12] 沈毅,齐红衢.织物悬垂形态的模拟仿真[J].纺织学报,2010,31(10):34-39.
 [13] 王会威,张辉,郭瑞良.基于三维服装 CAD 系统的织物悬垂性模拟研究[J].北京服装学院学报(自然科学版),2015,35(3):26-32.
 [14] 云畅,张辉.CLO₃D 下的经纬异性织物悬垂性模拟研究[J].北京服装学院学报(自然科学版),2017,37(2):33-39.
 [15] 周琦,张辉.虚拟精纺毛织物的悬垂性能模拟研究[J/OL].现代纺织技术,2020,(2):29-34[2019-06-30]. <https://doi.org/10.19398/j.att.201811018>.
 [16] 孟宁宁,张瑞云.基于 KES 测试的织物模型建立和外观动静态模拟[J].山东纺织科技,2012,53(1):23-27.
 [17] 纪峰.织物悬垂性静态视觉仿真及效果评价[D].上海:东华大学,2005.
 [18] 马磊.基于纱线及面料性能的织物悬垂指标预测体系的建立与验证[D].上海:东华大学,2013.
 [19] 周玲玲.织物力学性能指标与悬垂形态关系研究[D].杭州:浙江理工大学,2010.
 [20] 郭永平.织物动静态悬垂评价方法研究[D].上海:东华大学,2000.
 [21] 王健,诸声伟.棉织物悬垂性能影响因素的定量分析[J].纺织科技进展,2006,(2):75-77.
 [22] NIHIRA K, TSUNEYO T, GUNJR T. Goniophotometric curves of woven fabrics[J]. Journal of Textile Engineering, 1980, 26(1): 15-20.
 [23] 石风俊.织物漫反射光分布曲线的模拟计算[J].西北纺织工学院学报,2001,(4):65-69.

(下转第 24 页)

与传统流水线相较减少了 2 个缝制工。传统方法上贴袋需要缝制工将贴袋对准点位,控制机针速度辑一条 0.1 cm 的明线,完成 13+5+5+13 规格的线迹需要 14 s;而使用贴袋模板机只需将裤片放置在设定好距离规格的模板机下,根据线迹移动裤片,8 s 便可完成该道工序。

从 1 个月记录的相关数据来看,改善后的流水线平均生产效率比未改善的流水线高出 11%,产品平均返工率对比降低了 5.2%,新流水线员工平均工资高于旧流水线员工。运用改善的方法使工厂的运行更加精炼有序,减少了许多影响生产进度、增加企业成本的情况。由此看来,优化改善后的流水线成效明显,对工厂确实起到了积极的推进作用。

4 结语

“快反”时代的到来,企业的生产宗旨是在保证质量的前提下建立“快反”生产力。优化后的流水线提高

了产品质量、缩短了产品的出货时间,促使产品快速上线,加速产品流转,同时快速反应产品信息,这不仅体现了企业对资源的统筹能力同时也颠覆了传统企业经营生产的管理模式。只有不断提高服装流水线设计与编制水平和学习改良加工技术才能不断地增强企业核心竞争力,为实现“快反”做好准备,并逐步完成企业的转型升级。

参考文献:

[1] 曾文艳.我国中小服装企业发展问题探究[J].纳税,2018,(17):186.
 [2] 王小红.基于精益生产理论的服装流水线优化探究[J].智库时代,2018,(39):119-120.
 [3] 刘吉庆.中小型服装加工企业提高成衣日产量的研究[D].西安:西安工程大学,2015.
 [4] 宋莹,滕洪军.精益生产在服装流水线中的应用[J].天津纺织科技,2018,(4):22-25.

Improvement and Application of Assembly Line in Small and Medium Clothing Enterprises

ZHANG Yang-yang, CHEN Juan, LIU Fan

(Jiangxi Institute of Fashion Technology, Nanchang 330201, China)

Abstract: Based on the background of “fast-reverse” era, taking a garment enterprise as an example, the traditional and extensive production methods were improved and designed, and applied to garment assembly lines. Practice proved that the improved process was effectively improved, which helped the enterprise to unify process standards, formulate standard and reasonable labor price, improve bottleneck processes, reduce rework, enhance staff morale and improve product quality, and provided powerful help for promoting garment enterprises to enhance core competitiveness, transformation and upgrading.

Key words: standardization; cost; efficiency; quality

(上接第 10 页)

Research Progress on Clothing Virtual Technology

QIN Xiao-nan, ZHANG Hui*

(Beijing Institute of Fashion Technology, Beijing 100029, China)

Abstract: The research situation of virtual clothing was summarized from five aspects of three-dimensional anthropometry, human body modeling, collision detection, fabric drape simulation and gloss simulation. The automatic sewing technology, drapability and luster simulation of virtual apparel could be used as the research direction of virtual apparel.

Key words: virtual clothing; drape simulation; modeling technology; gloss simulation