

# 虚拟试衣系统关键技术研究

徐爱婧, 周捷

(西安工程大学, 陕西 西安 710048)

**摘要:**基于目前虚拟试衣系统国内外发展现状及应用,分析三维人体重建技术与三维着装模拟效果,并深入探究实现该功能的三维人体扫描与建模、建立服装库、模拟面料等技术;发现可通过对三维人体样本形态进行统计学习,帮助实现人体以及服装模型的快速构建,此外,系统的仿真性仍存在很大的提升空间,合理的数据存储与交换功能以及新增服装推荐搭配等服务可受益服装消费者与商家。

**关键词:**虚拟试衣;人体重建;服装库;面料模拟

**中图分类号:**TS941.26

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-0356(2020)03-0028-05

虚拟试衣技术是一种能够帮助用户实现无需脱衣,便可换装并查看穿着效果的技术手段。随着互联网技术的不断发展以及服装消费者购物方式的改变,越来越多的服装品牌零售商选择了虚拟试衣这一新兴的销售模式,该模式分为线上与线下2种。对服装消费者而言,它不但让消费者用最短的时间快速浏览不同款式的服装以及观察试穿效果,增强了用户的购物体验,还可以提高购物效率;对服装销售商而言,虚拟试衣系统可以帮助解决因服装合体度不够或上身效果不佳等造成的退货率高的问题,能提升商户的品牌知名度与交易额,并降低物流费用与线下店铺的人工成本。

此外,线下虚拟试衣间还能够帮助商户快速吸引商场内的客流到店,并进行目的地广告投放,商户可通过采取互动模式收集顾客反馈,获得大量关于用户体型、穿衣风格偏好和服装宽松度喜好等方面的数据,帮助生产商改进其生产计划,提升销售利润。

## 1 虚拟试衣系统的发展现状及应用

随着时代进步和科技的发展,服装业的试衣模式正朝着智能化方向发展,脱颖而出的虚拟试衣系统极大地改变着人们的服装试穿习惯。

### 1.1 虚拟试衣系统的发展现状

随着消费者生活方式的数字化以及其对于沉浸式购物体验的追求,无论是在实体店还是网上店铺,借助于增强现实技术(augmented reality, AR)的虚拟试衣

技术正逐渐成为潮流。

增强现实技术是一种将计算机生成的虚拟信息无缝叠加到真实的物理环境中,可实现对现实世界补充的计算机视觉技术<sup>[1]</sup>。其信息呈现方式相比于传统的文字、图片、视频等更加直观、高效,可以帮助拓宽人类认识世界、感知世界的能力。AR广泛应用于医疗、娱乐、教育、制造等领域,如 Jose Soeiro、Ana Paula Claudio 等共同研发的一款运用 AR 技术显示患者虚拟脑部模型的应用软件,通过展示患者脑中的脉冲变化,指导医生实施经颅磁刺激手术<sup>[2]</sup>;谷歌公司研发的一款以引导玩家走向户外为目的的“Ingress”户外 AR 游戏;Fragoso、Gauglitz 等共同研发的一款通过光学字符识别并翻译替换原场景中文字的 AR 翻译器<sup>[3]</sup>;吕淘沙、汤汶等共同研发的一款利用 Vuforia 特征点检测匹配方法来实现用户与秦兵马俑幻影模型之间交互的系统<sup>[4]</sup>;Gerhard Schall、Erick Mendez 等共同研发的一款依赖于 AR 技术的用于生成建筑或设施内部框架结构以帮助公用事业公司现场工人进行室外工作的应用软件<sup>[5]</sup>;其在时尚领域也应用广泛,如法国力克公司的 Lectra 3D Fit、韩国 CLO Virtual Fashion 公司的 CLO 3D、美国 PGM 公司的 3D Runway 和 Gerber 公司的 V-Stitcher 等虚拟试衣系统主要应用于服装新产品的开发与试样<sup>[6]</sup>。上海试衣间信息科技有限公司研发的好搭盒子、上海魔购百货公司研发的魔购百货、日本优衣库公司研发的优衣库搭配师等虚拟试衣软件主要用于线上销售服装的虚拟体验;上海衣脉信息科技有限公司、北京优时尚科技有限责任公司和深圳云之梦科技有限公司等研发的虚拟试衣魔镜则主要用于线下销售服装的虚拟体验。

收稿日期:2019-12-13

作者简介:徐爱婧(1996-),女,在读硕士研究生,主要研究方向为内衣人体工学,E-mail:1532666067@qq.com。

基于虚拟试衣技术目前国内外的发展现状以及应用,通过调查研究发现,关于该技术的实现方法,目前市面上相对成熟的有以下3种:

(1)人模与服装的二维建模,具体包括3类。

第1类是抠取用户提供的头部二维图像,将其直接衔接于已有的虚拟二维身体模型上,运用ps技术通过拉伸或缩小调整该模型的身高、体宽等维度数据使其成为一个整体。

第2类是直接通过摄像头获取用户头部、身体等二维图像数据,并将二维服装模型PS到用户的图像上。

第3类是仅保留用户头部二维图像,不断变换选取资源库内的二维身体与服装组合模型。此种方法速度快,但真实感较差,且易发生用户与服装的叠加错误等事件。

(2)通过拍摄用户头部照片获取五官数据,建立头部三维模型;并通过输入用户的身高、体重、体型类别(如沙漏型、梨型、苹果型、H型和T型等)、腰围、臀围等数据建立用户人体模型。该方法建立的人体模型形象较为自然,无违和感,且身体维度较多,可较为真实

地呈现试衣效果;但部分虚拟试衣系统因为缺乏美化功能,对于人体形象的反馈太过真实,无法遮盖用户视觉形象上的缺点,不能让所有用户接受。

(3)完全3D化构建人体模型与服装,可实现360°试衣效果展示,且试衣效果更具真实感,但受目前技术的局限,其试衣效果与真人试衣效果仍存在一定的差别。

## 1.2 虚拟试衣系统的应用

我国虚拟试衣技术产业起步较晚,目前国内的虚拟试衣系统存在人体模型个性化程度低、服装款式少、着装模拟真实感差等问题<sup>[7]</sup>。但其优势与价值日益显著,能够实现秒选装、试装、换装的功能,操作界面人性化<sup>[8]</sup>。国外虚拟试衣技术发展较早,且已经逐步成熟。如英国科技创企Metail研发的虚拟试衣间;瑞士MIRALab实验室开发的MIRACloth系统;美国格伯公司与Browzwear合作开发的AccuMark V-Stitcher系统;俄罗斯AR Door公司研发的“试衣魔镜”;日本数字时尚科技公司的“Active Lab”。表1是主要虚拟试衣系统的关键技术及其优缺点。

表1 主要虚拟试衣系统特点

研发机构	产品名称	关键技术	特点
中国京东+美国英特尔	—	2.5D技术,平拍或立体拍摄服装二维照片并映射到三维人体模型上。	服装多层次搭配,可跨店铺服装搭配,自定义头像、姿势与身材,号型推荐,试衣间直接购买,但仅可观察正面试衣效果。
上海衣脉信息科技有限公司	智能试衣镜	采集超10000名亚洲女性三围数据,根据用户输入的体型数据进行柔性机器人变形。	模型体型接近真人,服装建模成本低,1:1多角度展示试衣效果,号型推荐。
北京优时尚科技有限责任公司	购搭试衣魔镜、购搭APP	建立人体动作图像资料库,精确识别用户肢体动作;3D图像识别技术,自动识别人体数据;全身体感操作。	360°服装展示,美颜、渲染功能强大,模型质感佳,智能服装推荐,身材数据等全面,具有收藏功能,可好友互动。
优衣库	优衣库搭配师	—	性别切换,可调节身体数据,360°展示人模、服装,搭配推荐,分享功能,附近门店功能,但肤色真实感差,无法调整,系统仅有自家服装,需跳转旗舰店购买。
深圳云之梦科技有限公司	3D试衣镜	可剔除试衣者原先穿着的服装,试衣效果比直接覆盖服装于人体更加真实。	真实人脸+体型还原,服装数字化3D建模,人体语义特征的自动检测和定位,360°服装展示,智能美颜,多渠道支付,定制服务,婚纱虚拟试穿。
Fits.me	Virtual Fitting Rome, Fit Adviser	“FitBot”机器人改变人工肌肉模拟10000种不同体型。	拍摄试衣照片,可提醒用户服装尺寸不足之处,且Virtual Fitting Rome服装建模成本高于Fit Adviser。
英国科技创企Metail	—	仅需上传用户2张照片便可实现3D人体建模。	人体模型与各Metail服装品牌合作商通用。

## 2 虚拟试衣系统关键技术

虚拟试衣系统以三维人体重建与三维着装模拟为基础,其人体数据获取方式、人体模型构建方法、服装库建立方式、面料模拟方法等的选择直接影响了虚拟试衣效果的优劣。

### 2.1 三维人体重建

三维人体重建技术首先需要收集人体多角度数据信息,目前市场上的虚拟试衣系统一般通过用户输入或摄像头扫描人体来实现,然后利用各种建模软件、基于三维扫描技术或是序列图像来进行三维人体建模。

#### 2.1.1 人体数据获取

用户体型数据的获取是虚拟试衣系统的基础,其数据信息一般包括五官形象、身高、体重、胸围、肩宽、臂长、腰围、臀围和腿长等。目前,虚拟试衣系统获取人体数据的方式一般包括用户输入和摄像头扫描人体2种。用户输入法一般会在系统操作页面显示人体测量方法,或是提供一些辅助选项如体型、腿型、腿长、肩宽、松紧度偏好、肤色、发型和人种等,该方法适用性较广,对用户的设备要求低,但数据的准确性依赖于测量者操作的规范性,可能存在一定的偏差;摄像头扫描人体法通过交互技术识别人体数据,该方法虽然大大提高了数据量取的准确性,避免了人工测量的繁复操作,但部分虚拟试衣系统还不够完善,前期准备工作较为繁琐<sup>[9]</sup>。

#### 2.1.2 三维人体建模

三维人体建模技术主要包括3种方式:利用三维建模软件进行建模、基于三维扫描技术的人体建模以及基于序列图像的三维人体建模。

常用的三维建模软件包括 Daz Studio、Make human、Character generator、3Dmax 和 Maya 等。其中 Daz Studio 可编辑人体骨骼系统和材质属性,材质属性包括表面色彩与贴图、凹凸贴图、透明贴图、位移贴图等,支持 Renderman 渲染器,渲染速度快,品质高<sup>[10]</sup>。Make human 基于大量的人体形态学数据,拥有 3 000 多个变形参数,如身高、体重、身材比例、脸部形状、脖子和脚等,可供使用者对照人体原图进行 360° 微调,其自然姿势系统可对运动中的皮肤和肌腱变形进行模拟,1.0.2 版本纹理扭曲的可能性也较低,面部表情可多单元组合<sup>[11]</sup>。Character generator 可对基础模型进行调整,选择合适的头部形状、皮肤、发型、上

衣、裤子、鞋子以及年龄等,但属性数量有限,且与真人相比缺乏真实感<sup>[12]</sup>。

基于三维扫描技术的人体建模技术是通过扫描仪采集人体信号获得人体表面信息,并对点云数据进行降噪、精简、孔洞修补、表面重建等处理,构建人体模型。该方法构建出的模型较为精确,应用较为广泛,但扫描仪器价格昂贵,数据处理量大,费时费力。目前,一些国家均建立了自己的人体模型数据库,如日本的 HQL 数据库、欧洲的 European Anthropometric Database 数据库<sup>[13]</sup>、美国的 Size US 数据库和我国开发的三维人体数据管理信息系统等<sup>[14]</sup>。

基于序列图像的三维人体建模技术通过照相机在相同焦距下拍摄人体正、侧、背面等多角度物体二维图像,利用图像处理算法进行轮廓、截面线、特征尺寸等信息的提取并与立体匹配,在其基础上结合相机参数,利用单目、双目或多目视觉原理得到人体的三维数据,并通过曲线拟合映射法、bezier 法、Nurbs 法等建立模型,从而完成二维图像到三维空间的重建。该方式所需的建模数据较易获取,且建模效果较好,但对于照片的拍摄环境与照片清晰度等要求较高。

### 2.2 三维着装模拟

三维着装模拟包括服装库的建立以及面料的模拟仿真等。

#### 2.2.1 建立服装库

服装库的建立方法,一般分为二维图像合成与三维服装建模2种。

(1)二维图像合成可采用静态建模与动态建模2种方式,前者通过拍摄模特穿着服装时静止状态下的样子并进行人工抠图裁剪,实现人物与服装剥离并保留服装部分;后者通过拍摄模特穿着服装走动时不同姿势下的样子并进行每一帧的抠图。二维服装的校准是将用户影像与服装库中的二维服装进行匹配,通过比例校准可实现用户与服装之间的贴合,但不够逼真,很难体现服装的面料特性。Fits.me 的 Virtual Fitting Room 借助于 FitBot,通过对服装模型的识别、记录、测量以及图像处理等,存储服装信息于云数据库,该数据库款式模型多,可满足大多女性用户的需求,但成本较高,应用不够广泛。Metail 选择对实体模特进行不同角度的拍照并进行服装图形合成,展示效果丰富,个性化程度高。

(2)三维服装建模,首先构建三维人体模型,然后

利用样条曲线建立服装样板并生成面料,其次将服装置于人体模型外部并进行骨骼绑定、蒙皮等操作,最后进行样板的缝合和渲染等。该方法人工成本低于二维图像合成建模,且更加适合产品数量多、更新周期短的企业。Fitiquette、My Virtual Model 等也都使用了该服装建模方法。

### 2.2.2 面料仿真

三维着装模拟主要依赖于服装面料的模拟。Pierce 于 20 世纪 30 年代提出设想,认为面料质感可测量<sup>[15]</sup>,模拟属性一般包括弹性、粗糙度、厚重感、触摸冷热感等,面料质感的模拟综合了计算机、系统仿真、图像图形等多门学科技术,可以通过改变织物的纱线种类、纱线排列、组织结构以及颜色等信息设计模拟面料。目前国内所存在的织物触摸感知技术很少通过触摸硬件模拟器作为面料质感反馈设备,一般通过画面显示虚拟织物的相关触感特征来感知织物手感。

服装面料的模拟方法主要包括几何建模、物理建模与综合建模等。

(1)几何建模着重于表现其几何特征,展示服装外观造型,如扭曲、褶皱等。一般采用 Bezier 曲线、Nurbs 曲线和余弦曲线等生成不规则多边形,从而模拟曲面形态。该方法计算快,但仿真效果、适应性较差,控制不灵活,很难反映布料的质量、粗糙程度和弹性系数等物理属性<sup>[16]</sup>。

(2)物理建模着重于表达服装的力学特征以及运动过程,将面料视为许多微小粒子,并计算各粒子间的作用力。该方法精确度高,稳定性好,但计算量较大,且收敛慢。代表模型有质子-弹簧模型、有限元模型和粒子模型。目前应用最为广泛的是基于质子-弹簧模型的建模方法,其根据面料的各向异性使用结构弹簧、剪切弹簧和弯曲弹簧等不同弹簧连接各质点,建立中心质点与周围质点的相关连接网络,并运用牛顿运动定理和反演动力学理论模拟各质点的运动,模拟效果与相邻质点的数量成正比<sup>[17]</sup>。有限元模型法是离散化所求解的弹性物体,将无限多的自由体转化为有限多个单元体,通过有限元物理属性模拟服装变形,主要用于模拟服装面料的力学效果。粒子模型法是将物体离散为一系列能够响应因面料变形而产生拉伸力、弯曲力等内力的粒子,这些粒子相互约束,且具有速度、质量、位置等属性,是从粒子能量角度定义面料的内部属性<sup>[18]</sup>。

(3)综合建模法是运用几何方法与物理方法分别模拟面料基本形状以及网格形变细节补充的方法,该方法一般情况下能够拥有几何建模模拟速度快和物理建模真实感高的优点,但并非总是如此。常用模型有 Cordier 模型、Taillefer 模型、Kunii 模型和 Tsopelas 模型等<sup>[19]</sup>。

此外,还有基于统计学习方法,不考虑面料本身的物理性质,仅根据服装形状空间与人体动态数据等,建立其映射关系,从而驱动服装模拟。该模拟方法通常较为简单,可调节面料模拟真实感与效率之间的矛盾,利于实时模拟。

## 3 结语

随着互联网技术的发展,虚拟试衣技术作为服装 CAD 系统的一部分,已经广泛应用于大量服装品牌,且取得了一定的成效。现针对其在人体模型的快速构建、人体与服装面料品质模拟的真实感、数据的存储与交换、费用成本以及虚拟试衣服务项目的多样性等方面提出发展方向。

(1)人体以及服装模型的快速构建。虚拟试衣技术涉及到多个工序,大量的建模以及渲染工作意味着大量的数据计算,而良好的建模方法可帮助缩短系统计算时间,实现实时渲染,可根据这一情况对三维人体样本形态进行统计学习,从而快速构建人体模型。

(2)模型仿真性。虽然目前采用基于物理的人体建模与服装综合建模的方法应用比较广泛,但数字化的模型与实物存在差异,很难模拟其真实状态,无法准确表达人体特征,因此仍存在很大的改进空间。

(3)数据的存储与交换。三维人体扫描系统通过扫描大量人体数据并进行存储,若能实现同类系统间的交换,则可避免用户繁琐的再次量体过程,也利于服装生产商分析人体体型,设计生产出更加合体的服装,避免浪费。

(4)费用成本。于商家而言,一些虚拟试衣系统成本较高,如二维服装数据库,需要工人扫描每件服装数据并进行抠图处理,工序繁琐,人工成本过高,可通过改进服装库建立方法,从而节省人工费用等成本;此外,三维人体与服装的建模、修改以及渲染等对摄像头、渲染器、屏幕等设备要求较高,小型商家无法承担设备费用,导致普及程度不高,应加强硬件设备的研发与更新。

(5)服务项目多样性。虚拟试衣技术服务于用户,不仅可以为其提供试衣服务,仍应增加服务项目,如服装款式推荐、个性化搭配等,做到真正的服务用户、造福用户。

#### 参考文献:

- [1] CAUDELL T P, MIZELL D W. Augmented reality: an application of heads-up display technology to manual manufacturing processes [C]//Proceedings of the 25th Hawaii International Conference on System Sciences. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 1992: 659—669.
- [2] SOEIRO J, CLAUDIO A P, CARMO M B, *et al.* Mobile solution for brain visualization using augmented and virtual reality [C]//Proceedings of the 20th International Conference Information Visualization. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2016: 124—129.
- [3] FRAGOSO V, GAUGLITZ S, ZAMORA S, *et al.* TranslatAR: a mobile augmented reality translator [C]//Proceedings of the IEEE Workshop on Applications of Computer Vision. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2011: 497—502.
- [4] 吕淘沙, 汤 汶, 万韬阮, 等. 增强现实交互技术在历史博物馆中的应用[J]. 西安工程大学学报, 2015, 29(6): 728—732.
- [5] SCHALL G, MENDEZ E, KRUIJFF E, *et al.* Handheld augmented reality for underground infrastructure visualization [J]. *Personal & Ubiquitous Computing*, 2009, 13(4): 281—291.
- [6] 叶海莲, 陈依蕾. 三维虚拟试衣设计的应用研究[J]. 设计, 2018, (11): 32—35.
- [7] 吴义山, 徐增波. 虚拟试衣系统关键技术[J]. 丝绸, 2014, 51(12): 24—29.
- [8] 薛静雅. 基于 Kinect 的虚拟试衣系统设计[D]. 呼和浩特: 内蒙古大学, 2018.
- [9] 梁楚滢, 蒋高明, 彭佳佳. 互联网虚拟试衣系统的研究现状与发展趋势[J]. 纺织导报, 2018, (11): 93—96.
- [10] 张小妞, 王 军, 张春媛. 数字化服装三维人体建模方法综述[J]. 山东纺织科技, 2018, 59(3): 44—47.
- [11] 黄新民, 张 欣, 朱欣娟. 三维人体数据管理信息系统的设计与实现[J]. 西安工程科技学院学报, 2006, (1): 31—35.
- [12] PEIRCE F T. The handle of cloth as a measurable quantity [J]. *Journal of the Textile Institute*, 1930, (21): 377.
- [13] 赵慧青. 虚拟服装设计中的布料仿真与碰撞检测算法研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2008.
- [14] 何宇雯, 尚笑梅. 三维虚拟试衣系统的相关技术及发展[J]. 浙江纺织服装职业技术学院学报, 2019, (2): 25—29.
- [15] 肖 平. 服装衣片网格法虚拟缝合的原理及其实现方法的研究[D]. 上海: 东华大学, 2005.
- [16] 陈 光. 基于多态统计的三维人体重建及其在虚拟试衣中的应用[D]. 杭州: 浙江大学, 2017.

## Research on Key Technologies of Virtual Fitting System

XU Ai-jing, ZHOU Jie

(Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710048, China)

**Abstract:** Based on the current development and application of virtual fitting system at home and abroad, the three-dimensional human body scanning technology and the effect of three-dimensional clothing simulation were analyzed. The three-dimensional human body scanning and modeling, establishment of garment library, fabric simulation and other technologies were explored. It was found that the rapid construction of human body and clothing model could be achieved by statistical learning of three-dimensional human body sample morphology. In addition, there was still a lot of room to improve the simulation of the system. Reasonable data storage and exchange function as well as new clothing recommendation and matching service could help the clothing consumers and businesses.

**Key words:** virtual fitting; human body scanning; garment library; fabric simulation

欢迎订阅《纺织科技进展》杂志!

邮发代号: 62—284

海外发行代号: DK51021