

衬衣面料三维虚拟展示系统的开发

陈梦琦,祝双武*,余灵婕

(西安工程大学 纺织科学与工程学院,陕西 西安 710084)

摘要:三维虚拟展示技术能够较好地模拟织物穿着后所表现的外观及悬垂性、光泽、褶皱等物理性能,更好地服务于个性化私人订制。现有的纺织面料虚拟展示系统侧重于二维平面的展示,缺乏对面料最终效果进行立体三维全方位的虚拟展示。使用3DMAX和OpenGL图形库以及一些辅助工具,通过设计系统功能和操作界面、搭建应用场景、三维人体服装建模、纹理创建及映射、光学渲染等,最终完成衬衣面料的三维虚拟展示系统的开发。使用计算机辅助设计系统对不同面料在三维人体模型上进行三维虚拟展示,结果表明不同衬衣面料着装后的三维效果可以直观地展现出来,真实地展示了衬衣面料的颜色、褶皱和贴合度。

关键词:纺织材料与纺织品设计;虚拟试衣;人体三维重建;纹理映射

中图分类号:TS941.26

文献标识码:A

文章编号:1673-0356(2021)04-0048-05

让传统的纺织产业跟上时代的步伐,更好地服务人类的穿衣着装,是面料三维效果展示系统开发的初衷^[1-2]。其次,它能够减少原料浪费,辅助使用者进行创意设计,为我们的生活带来了许多便利。目前的三维虚拟展示系统大多侧重于虚拟试衣且功能不完善,曹思凡等^[3]将三维虚拟技术与海派旗袍设计相结合;陈越等^[4]将数字化CLO3D的虚拟试衣技术应用于服装设计之中,实现藏族服饰的虚拟展示设计;朱欣娟等^[5]利用基因工程理念虚拟展示了服装各个元素的组合,另外实现了面料在西装各个部分的细节展示。以上的三维虚拟展示技术都突破了二维平面的界限,虽然各有所长,但和本文开发的系统功能差异较大。

通过研读段懿钊等^[6]对个性化私人定制市场的分析发现,三维虚拟展示技术可以让服装设计师直观地看到服装穿着的真实效果,有利于提高设计师的设计效率,减少设计人员重复劳动,同时也能节约原材料,为面料的快速设计和后期的修改提供很大的帮助。对于男性来说,衬衣是他们的第一层肌肤,也是重要的形象载体,衬衣的质感和样式更是体现男性魅力的重要标志,因此,对衬衣面料的三维虚拟展示系统开发进行相关研究,通过使用3DMAX建立模型和OpenGL图形库^[7]基于纹理映射的原理完成了衬衣面料的三维虚拟展示,后续又根据UV展开图和织物组织循环的特

性完成了衬衣各个部分面料的更换,有利于面料的色彩搭配。

1 系统概述

衬衣面料的选择在计算机辅助设计帮助下会大大提高设计效率,更好地为个性化私人订制服务。计算机辅助设计系统能直观地展示衬衣面料的花型、色彩搭配、质感的三维效果,本文开发的这款衬衣面料三维虚拟展示系统的功能主要包括三维衬衣模型展示和人机交互设计两个方面。三维衬衣模型展示模块展示了国际标准为175/92A的男士穿着衬衣的模型,利用OpenGL图形库实现了模型的调用显示、旋转、缩放功能;人机交互设计模块中用户可以通过简单操作打开面料库,实现随意挑选衬衣各个部分面料并快速更换和展示的功能。

模型在3DMAX中建立^[8],根据所选模型规格首先建立一个男士的身体模型,再根据身体模型搭建一个大小、位置都与之匹配的衬衣模型。衬衣模型的建立^[9]是分块逐步搭建的,根据真实生活场景所见对衬衣模型的纹理细节进行打磨,使衬衣渲染后的效果更加逼真。

人机交互设计模块的核心^[10-11]是衬衣面料纹理细节的展示,因此面料图的图像处理是实现衬衣各个部分面料更换的关键步骤。通过研读赵伟明^[12]对衬衣的UV展开图的解读发现,对面料图的图像处理主要是为了适应衬衣的UV,图像处理包括对UV展开图的图像分割和改变面料图的大小以适应UV。其

收稿日期:2020-11-10;修回日期:2020-11-17

作者简介:陈梦琦(1997-),女,硕士研究生,研究方向为数字化纺织,E-mail:cmq_work@163.com。

*通信作者:祝双武,男,教授,E-mail:zhushuangwu@263.net。

中,图像分割是把衬衣 UV 展开图对应的各个部分用不同的灰度值进行标记,简化了后续的认识处理步骤。人机交互模块的功能是展示面料填充在衬衣上的三维动态效果,使面料的展示效果更加直观,由于面料图比衬衣的 UV 展开图小,如果直接使用会导致有些纹理坐标对应错误^[13],所以在纹理映射前要把面料图的大小改变成与衬衣的 UV 展开图大小一致,然后再将面料图作为衬衣的纹理映射上去^[14]。

2 系统开发

本系统从建模到展示是一个循序渐进的过程,主要是选取模型规格、设计系统功能、实现并完善功能。开发过程流程图如图 1 所示。

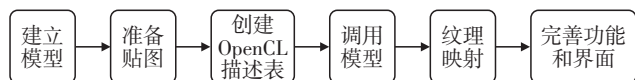


图 1 开发过程流程图

2.1 三维模型的建立

根据对人体和衬衣模型的要求在 3DMAX 中先建立一个男士的身体模型,再根据身体模型搭建一个大小、位置都与之匹配的衬衣模型,依次建立衬衣模型的前后衣片、后背、袖子、袖口、领子、纽扣,大概建立好衬衣模型之后打磨衬衣的细节和纹理,使衬衣渲染^[15]后的效果更加逼真(图 2)。

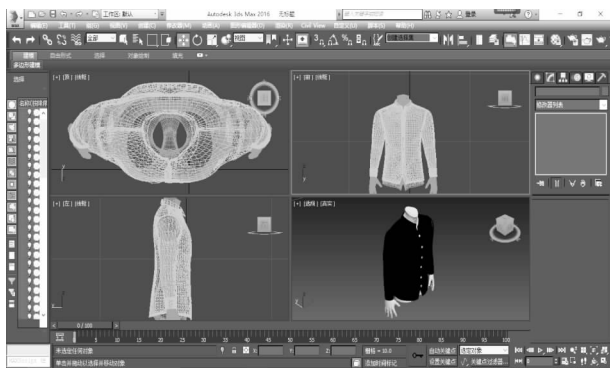


图 2 衬衣三维模型

2.2 准备纹理贴图

纹理贴图主要是根据 UV 展开图特性进行准备。由于本系统最终要实现衬衣各部分面料的更换,因此需要分割 UV 展开图的各个部分并用不同的灰度值^[16-17]进行标记,将衬衣标记为 5 个部分,分别是衣身、袖子、袖口、领子和口袋。衬衣面料图的大小要和衬衣模型的 UV 展开图一致,因此需要读取 UV 展开图的大小并创建一个大小一样的位图 bmp1,再将小的

面料图定义为 bmp2,通过两个 for 语句循环将 bmp2 铺满 bmp1,并将图片保存以便后续调用。

2.3 创建 OpenGL 描述表

OpenGL 描述表包括创建 PixelFormatDescriptor 设置匹配的像素格式,使用 ChoosePixelFormat 函数选择像素格式,使用 SetPixelFormat 函数使用像素格式生效,使用 wglCreateContext 函数建立绘图设备上下文环境,使用 wglMakeCurrent 函数把建立的设备上下文指定为当前的设备上下文还加入光照效果、材质的特性,使用 Canvas.Handle 获得窗口句柄,最后使用 glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT or GL_DEPTH_BUFFER_BIT)清除缓存。将 OpenGL 的单元(格式为.pas)文件加入到工程中,方法是 uses OpenGL, Ugl-Context, textures, Unit3DS。

2.4 人体模型和衬衣模型数据的获取

本系统比较侧重于面料的展示,对于人体数据测量的精确度要求不高,因此本系统开发时用 3DMAX 三维制图软件绘制模型,直接读取 3ds 文件以获取模型的信息。

本系统中把所需要的块的 ID 定义为常量以便纹理映射使用。

```
M3DMAGIC = $ 4D4D; //该文件的开头
```

```
MDATA = $ 3D3D; //所有对象的信息
```

```
KFDATA = $ B000; //对于 MDATA 动画帧定义
```

```
MAT_ENTRY = $ AFFF; //材质信息
```

```
NAMED_OBJECT = $ 4000; //对于 MAT_ENTRY 对象数据定义 MAT_NAME = $ A000; //材质名称块 ID 包含信息 0xAFFF 材质信息, 0xA000 材质名称, 0xA300 材质的纹理名称, 0x4000 模型中对象信息, 0x4110 对象中定点信息, 0x4120 对象中三角面信息, 0x4130 与三角面相关的材质信息, 0x4140 纹理坐标。
```

```
MAT_AMBIENT = $ A010; // 环境光
```

```
MAT_SPECULAR = $ A030; // 高光
```

```
MAT_SHININESS = $ A040; // 光亮度
```

```
MAT_TEXMAP = $ A200; // 纹理信息
```

```
MAT_MAPNAME = $ A300; // 纹理的文件名
```

```
N_TRI_OBJECT = $ 4100; // 所有对象
```

```
POINT_ARRAY = $ 4110; // 顶点
```

```
FACE_ARRAY = $ 4120; // 面数
```

MSH_MAT_GROUP= \$ 4130; // 对象的材质

2.5 衬衣纹理贴图

衬衣纹理贴图前后的效果如图 3、图 4 所示。



图 3 无纹理贴图



图 4 有纹理贴图

在衬衣上实现纹理映射需要完成以下步骤：

(1)包括设置背景颜色、指定阴影模型、设定系统所需色彩值 glClearDepth(1)、开启更新缓冲区的功能、指定深度比较函数、透视修正；

(2)重置模型的位置,包括设置投影变换矩阵、将图像的中心点移至屏幕中心、调整原点位置等；

(3)做好以上的准备工作后就是创建纹理,将栅格化后的像素信息存在二维数组里,然后命名纹理对象、绑定纹理对象、纹理图像的颜色和物体表面的颜色进行组合；

(4)最后删除像素描述表,释放纹理提高程序的运行速度。

2.6 完善系统

在系统界面方面,本系统为了满足人机交互的相关要求,对系统的界面及按钮进行了设计(图 5)。首先从 3DMAX 里导出了两套已经渲染好的模型和底色图,通过 Image 控件加载作为封面,使用者只需点击 Button 按钮(开启设计)就可以跳转至设计界面(图 6),设计界面由 Button、ImageList、ListView、Image、RadioGroup、OpenDialog 控件组成,其中 Button 用于打开面料库, RadioGroup 用于选择想要更换的部位,再通过其他控件的辅助,使用者可以快速实现三维衬衣面料的设计和展示。

在系统功能方面,根据 UV 展开图(图 7)的特性,本文将实现更换衬衣各个部分面料的功能。具体做法是将衬衣 UV 展开保存为一张灰度值呈阶梯状的灰度图(图 8)。

根据灰度值区分衬衣的衣身、袖子、袖口、口袋,并

通过纹理映射的方法给它们贴上不同的面料图,这样就完成了衬衣各个部件面料的自由更换。



图 5 系统主界面图

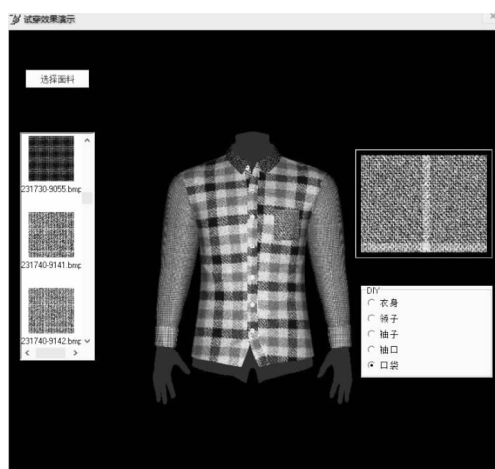


图 6 设计界面图

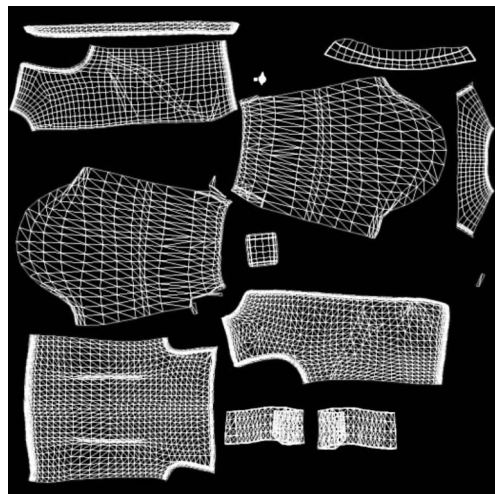


图 7 UV 展开图

3 衬衣面料三维仿真展示效果

建模时考虑到两个方面:(1)OpenGL 是面裁剪函数,需要考虑执行效率和程序的运行速度;(2)在 OpenGL 内部如果识别到多边形,会将多边形转换成三角形然后再光栅化,而且还要保证屏幕上的多边形

的面都是顺着—个方向定义的(顺时针或者逆时针)。因此,采用三角形来代替多边形,在 OpenGL 中重新构建人体和衬衣模型的曲面。这样,在 Delphi 语言的编程环境中^[18],利用上文所建立的几个类读取 3ds 格式^[19]模型的位置、光照和材质信息,然后利用 OpenGL 函数库,大量建立小三角面片,将模型和模型的相关信息导入到 OpenGL 中,再调用模型并显示在指定的窗体中,同时将之前准备好的纹理贴图调用过来作为纹理,这样就完成了衬衣面料三维的仿真展示。展示效果如图 9 所示。

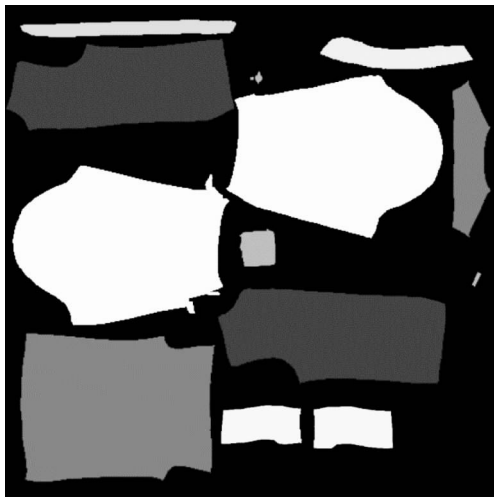


图 8 UV 展开灰度图

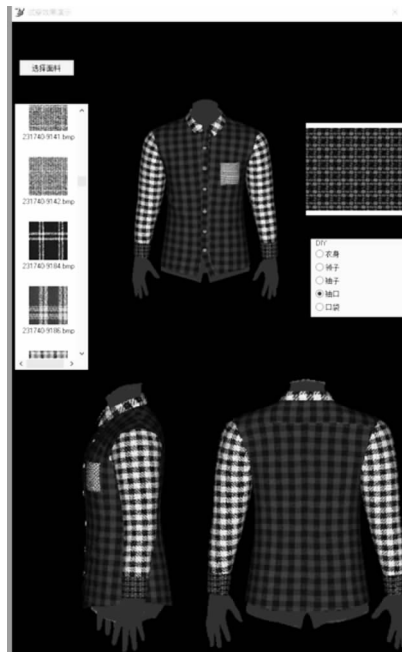


图 9 衬衣面料三维虚拟展示效果图

4 结语

本文提出了衬衣面料三维个性化私人订制及虚拟展示的方法,不仅对面料的图案、颜色、质感等进行仿真,还对衬衣模型的着装效果进行了仿真。本文是专注于衬衣面料三维虚拟展示系统的起点,完成了:(1)基于 Delphi 使用 OpenGL 图形库调用 3ds 文件并显示在设计界面上;(2)通过程序控制使衬衣面料图作为衬衣的纹理,并根据 UV 展开图的原理完成了衬衣模型的纹理映射,实现了衬衣各个部分展示不同种面料的功能;(3)完成了整个计算机辅助设计系统的搭建和对模型的控制,有利于使用者全方位控制和查看纹理细节。

参考文献:

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 曹思凡,李艳梅.基于三维虚拟技术的海派旗袍创新设计[J].上海纺织科技,2019,47(3):43-45.
- [4] 陈越,周莉.基于 CLO3D 平台的藏族风格系列服装设计及其展示[J].纺织科技进展,2018,(11):50-53.
- [5] ZHU X J, LU H Q, RATSCH M. An interactive clothing design and personalized virtual display system[J]. Multimedia Tools and Applications, 2018, 77(20): 27 163-27 179.
- [6] 段懿钊,黄亚莉,冯月,等.个性化定制市场发展研究[J].合作经济与科技,2020,(2):70-71.
- [7] 薛惠锋.OpenGL 开发实务(Delphi)[M].西安:西北工业大学出版社,2005.
- [8] 李琴,霍山.3DMAX 三维虚拟景观的建模和虚拟设计[J].现代电子技术,2019,42(17):163-167.
- [9] 兰晓天.3Dmax 建模方法和技巧研究[J].南方农机,2019,50(16):221.
- [10] ZHANG L, ZHAO J, ZHENG L N, et al. The application of human-computer interaction idea in computer aided industrial design[J]. International Journal of Advanced Network Monitoring and Controls, 2018, 2(3): 244.
- [11] KARRAY F, ALEMZADEH M, SALEH J A, et al. Human-computer interaction: Overview on state of the art [J]. International Journal on Smart Sensing and Intelligent Systems, 2008, 1(1):137-159.
- [12] 赵伟明.三维模型拆分 UV 及生成贴图技术分析[J].信息

- 与电脑(理论版),2017,(18):27-29.
- [13] YIN Y K, CHEN H L, MENG X F, *et al.* Texture mapping based on photogrammetric reconstruction of the coded markers[J]. *Applied Optics*, 2019,58(5):48-54.
- [14] VAZQUEZ S, AMOR M. Texture mapping on NURBS surface[J]. *Proceedings*, 2018,2(18):1 197.
- [15] 姚春雨,彭桂辉,段梦琪.大场景三维渲染关键技术研究及实现[J].*地理空间信息*,2019,17(10):96-98,105.
- [16] 赵夫群.基于灰度信息的图像配准方法研究[J].*计算机与数字工程*,2019,47(10):2 568-2 572.
- [17] 顾梅花,苏彬彬,王苗苗,等.彩色图像灰度化算法综述[J].*计算机应用研究*,2019,36(5):1 286-1 292.
- [18] 李 强.Delphi7.0 程序设计实例导学[M].北京:中国水利水电出版社,2003.
- [19] 刘 爽,张恒博.三维建模软件 3dsMax 数据文件 3ds 的解析[J].*大连民族学院学报*,2012,14(3):260-264.

Development of 3D Virtual Display System for Shirt Fabric

CHEN Meng-qi, ZHU Shuang-wu*, YU Ling-jie

(School of Textile Science and Engineering, Xi'an Polytechnic University, Xi'an 710084, China)

Abstract: The 3D virtual display technology could better simulate the appearance, draping, luster, fold and other physical properties of the fabric after wearing, and better serve the personalized private customization. Existing textile fabrics virtual display system was focused on the display of two-dimensional planes, lacked of the three-dimensional virtual display of the final fabric effect. Using 3DMAX and OpenGL graphics library and some auxiliary tools, the 3D virtual display system of shirt fabric was developed through the design of system functions and operation interfaces, the setting of application scenes, 3D body garment modeling, texture creation and mapping, and optical rendering. The computer-aided design system was used to perform 3D virtual display of different fabrics on the 3D human body model. The results showed that the 3D effect of different shirt fabrics could be well visually displayed, and the color, folds and fit degree of the shirt fabric could be truly demonstrated.

Key words: textile materials and textile design; virtual fitting; 3D reconstruction of human body; texture mapping

(上接第 47 页)

立领领座高低及造型设计要充分考虑其脖颈特点和审美喜好。

4 结语

儿童是一个特殊的群体,不同阶段的儿童其身体特征和心理特点不同,适合的童装领型亦不同。在进行童装领型设计时必须结合不同年龄段儿童的脖颈特征及运动规律,同时也要满足儿童舒适性、安全性以及审美需求。

参考文献:

- [1] 马 芳,李晓英.童装结构与制版[M].北京:中国纺织出版社,2014.

- [2] 吴玉娥.婴幼儿功能性服装的设计分析[J].*针织工业*, 2017,(5):62-65.
- [3] 李 诺.儿童服装的轮廓造型设计艺术[J].*价值工程*, 2012,(9):302.
- [4] 穆 芸,徐 梅,于琛琪.基于感性工学的 3~6 岁女童连衣裙款式设计[J].*针织工业*,2019,(11):58-62.
- [5] 杨 娟,徐小娟.秋冬卫衣款幼儿园园服的优化设计[J].*针织工业*,2017,(5):66-70.
- [6] 马文慧,沈 雷,方东根.针织童装智趣性设计方法研究[J].*针织工业*,2016,(8):70-73.
- [7] 封 竹,梁建芳.基于感性工学的连衣裙领型评价[J].*纺织科技进展*,2020,(8):47-51.
- [8] 郗晨微.中国童装市场发展现状分析[J].*纺织科技进展*, 2016,(4):4-6.

Analysis on the Common Collar Type of Children's Clothing and Its Applicability

DUAN Yan-fang

(Eastern International Art College, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 451450, China)

Abstract: Collar design was an important part of children's clothing design. The somatotype characteristics of children of different ages were summarized. The factors that need to be considered in the design of children's clothing collar were analyzed. The common collar types in the market were introduced and their applicability were analyzed and summarized.

Key words: children's clothing; collar type; applicability