

交互式三维服装结构设计系统生成与展开

纪 鹏

(黄石高等专科学校,黄石,435003)

摘 要:提出有关服装款式 CAD 的人体模型建立和衣片曲面生成,探讨三维到二维的转换与逼近方法,从一种新的角度表达了对不规则柔性曲面的精确描述的思路。

关键词:服装 三维结构设计 Bezier 曲面 展开

中图法分类号:TS 941.26 文献标识码:A

三维立体设计层次是服装结构设计从二维平面向三维立体转化的未来发展方向,实现服装的 2D-3D 相互转换。依靠三维图形学技术的发展,把二维平面的服装结构和立体的人体模型结合起来,使结构设计更加科学、准确,特别是依靠彩色立体图形技术和虚拟现实技术的发展,把立体裁剪方法搬到计算机上进行,不仅给服装 CAD 领域,同时给服装设计领域带来极大的影响。

三维服装设计系统包括款式设计系统和结构设计系统,由于其开发难度高,目前尚处于研制阶段。其主要功能为:在输入人体的三维特征尺寸(身高、胸围、臀围、肩宽等)后,生成人体特征模型;然后根据服装设计要求生成三维服装模型,由于暂时性资金、技术和能力的限制,在款式设计系统中可以将人体模型尽可能简化,从而使设计师设计的作品尽早实现工业化。

设计师在屏幕上设计三维服装,最终的目标是要把三维服装转化为二维衣片后输出,一般情况下,三维服装曲面是不可展的曲面,尤其在服装有皱折的情况下,要求转换前后,三维衣片和二维衣片的面积应近似相等,边界曲线长度应基本一致,关键点位置应互相对应。不管使用什么方法和模型,要想通过一次三维模型的转换展开就得到真实准确的二维衣片是十分困难的。因此,拟从二头逼近的方法来实现最终目标,即从如下三个步骤来入手:1)建立人体模型和与之配套的服装结构衣片数据库,并在此基础上实现设计师在计算机屏幕上进行三维服装设计工作。2)按照一定的数学模型实现三维衣片到二维衣片的转换。3)根据设计意图和经验,对已展开的衣片进行修剪,并重新转换成三维立体效果,由设计师进行相关调整,并再次进行三维到二维的转换。反复多次调整后最终得到相对准确的二维衣片。

1 三维服装的结构设计系统的建立

结构设计系统有别于款式设计系统,它更着重

于三维服装向二维衣片的转化,即工业化的可能性,为了尽量减少在三维到二维转化过程中的技术难度,把复杂的真实动态的人体模型、重力模型和光照模型以中间型作为参照。建立基本的人体静态模型和基本的部件数据库。

1.1 建立基本的静态人体模型

根据人体体形、年龄、性别,可以将人体划分为多种不同的类型,取中间体尺寸作为人体的基本模型的参数,当然,此尺寸的来源还有待于国内人体测量工作的进一步完善,对于其它人体模型和服装衣片的形成,则可以在实现 3D-2D 的转换后,通过二维 CAD 或人工完成。

为了使今后的服装结构曲面较好的实现定位,可采用边界表示法中较为典型的半边数据结构来生成人体模型,尽管这种表示方法需要占据较大的存储空间,但是,此方法能较好的表达边界的几何信息和拓扑信息,加快了多面体的生成,方便了随后的曲面定位,有利于曲面展开后的修改。

1.2 建立服装款式部件数据库

尽管服装设计创意无限,但从结构上讲,还是有一定的规律。为了减轻设计人员的工作量和缩短板型的生成时间,有必要将服装整体划分为相对独立的结构衣片;考虑到三维到二维的转换及修改后的重新生成问题,在此,划分的曲面块的形状和面积要根据服装款式的类型和复杂度确定;另外,不能完全以服装结构意义上衣片进行划分,而要考虑曲面的表达(数学表达)和今后展开的方便。

根据人体模型的数据,即人体尺寸和关键点的三维坐标以及相互的拓扑关系,得到有关的 4×4 阶矩阵,从而推导出表示服装衣片的双三次 Bezier 曲面。双三次 Bezier 曲面为:

$$p(u, v) = U^T \cdot M_{\text{BEZ}}^T \cdot G \cdot M_{\text{BEZ}} \cdot V,$$
$$(u, v) \in [0, 1] \times [0, 1]$$

其中 U, V 为系数矩阵; M_{BEZ} 为三次 Bezier 曲线的基

矩阵, G 为构成 Bezier 曲面的 16 个顶点组成的 4×4 阶矩阵:

$$G = \begin{pmatrix} P_{0,0} & P_{0,1} & P_{0,2} & P_{0,3} \\ P_{1,0} & P_{1,1} & P_{1,2} & P_{1,3} \\ P_{2,0} & P_{2,1} & P_{2,2} & P_{2,3} \\ P_{3,0} & P_{3,1} & P_{3,2} & P_{3,3} \end{pmatrix}$$

1.3 调用各三维服装结构曲面模块进行服装的立体组合

当然这样做的结果会在一定的程度上降低服装设计的灵活性和真实性,但是计算机数据库的强大的存储、查询和管理资料的功能为设计师提供了大量的服装信息资料,从而拓展了设计师的思维,激发了设计师的设计灵感和创作激情,而且还有利于 3D-2D 的相互转换和调整。

2 三维服装的二维展开

当由各曲面模块拼接而成的三维服装图形成后,就可以将其展开(见图 1),具体步骤如下:1) 调出三维服装衣片上按结构划分的若干曲面块,总的来说,当对曲面的划分逼近实际需要的精确度时,多面体的面积就接近三次曲面的面积了。由于采用半边数据结构,在任何时候都可以通过连接各节点的双向指针遍历(查找)构成多面体边界的面、边、顶点等元素,并得到相关的三维坐标,这里以 $P_{0,0}$ 为坐标原点,以 OXY 为投影后的二维坐标平面,将所有的三维边界点投影到二维平面上并连接这些边界点。2) 将各曲面投影后的多边形进行暂时性的拼接,但仍在堆栈中保留各点的原始几何信息和拓扑信息,以及返回三维空间的逆向指针。

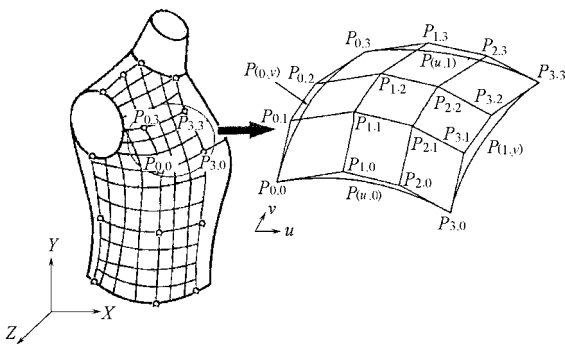


图 1 构成服装款式的结构衣片及其 Bezier 曲面模型

3 平面衣片修正和重新转化为三维立体

由于展开后的二维平面衣片和真实的三维立体存在着一定的误差,因此必须将展开后的二维平面衣片根据平面结构的理论进行适当的修正,并根据服装曲面的凹凸情况、省缝情况,对转化后的平面角

度做一些修正。

当修改初步满意后,将二维衣片重新转回三维空间曲面,并根据三维立体效果,再一次重新转化为二维衣片,如此循环多次,直到设计师满意为止。图 2 给出服装的三维—二维转换算法的框图。其中:1) 初始化模块。初始化子模块对输入的三维服装信息如服装款式、服装衣片的数量、连接情况、边界设置以及省缝和折叠情况进行记录,为以后的处理准备条件。2) 曲面处理模块。曲面处理模块的功能是用双三次曲面逼近给定的三维服装型值点;根据服装衣片的三维—二维转换要求,对三维服装衣片进行细分。3) 曲面的调用和拼接。设计师调用衣片数据库中的衣片进行款式设计。4) 三维到二维的展开。主要是通过遍历的方法将三维坐标投影到二维平面上,并实现多边形的顺接。5) 对不满意的顶点、边和面进行调整,并通过逆向指针返回到三维空间,重新生成三维模型,反复调整直至满意为止。6) 如满意,则输出二维衣片,或调用二维 CAD 进行后续处理。

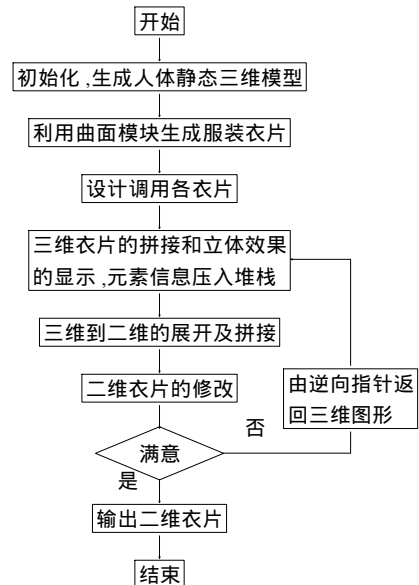


图 2 3D-2D 转换算法框图

4 结论

综上所述,可以认为交互式服装三维款式设计系统的优势和缺陷同时存在,主要表现在以下几点:

1. 引入 OOP 的程序开发思想,在最大程度上简化了服装款式的设计,即通过将各类款式的服装创意简化为不同的曲面衣片的组合,从而使软件的开发和后期的使用管理模块化,有利于软件的生成和维护。
2. 在曲面的生成模型上引用三次 Bezier 曲面,有利于曲面的调整和相邻曲面的拼接。

3. 在数据的引入和数据的存储管理上采用双向式指针的数据结构,特别适合于曲面衣片的三维生成以及三维与二维之间的转换和交互式修改。

4. 作为设计师在进行设计时,创意受到衣片数据库的制约。另外,当考虑到服装的省道、放松量、归拔定型时,曲面衣片的生成模型不容易建立。

尽管我国服装 CAD 在企业中的应用已经与日俱增,但是绝大部分仍然是二维 CAD。国外的三维 CAD 尽管功能比较完善,但是价格昂贵,并不太适合我国企业的承受能力。在三维 CAD 方面,由于光照模型、重力模型等仍然有待研究,纯三维设计

CAD 的问世还有待时日,这里讨论的交互式款式服装设计 CAD 应该说还是有一定的实用价值,希望更多的专家、学者去进行深入的开发,尽早开发出具有自主知识产权的三维 CAD。

参 考 文 献

- 1 许耀昌等.计算机辅助服装设计.北京:中国纺织出版社,1992:30~40.
- 2 杨建辉等.计算机辅助服装设计中服装的三维—二维转换的研究.中国纺织大学学报,1990(4):20.
- 3 倪明田等.计算机图形学.北京:北京大学出版社,1999.
- 4 王建萍.裙及裤装电脑打板原理.上海:中国纺织大学出版社,1999:5~8.