

# 基于立体裁剪知识的虚拟衣片缝合技术

唐明浩 何洁 朱英 张祖芳

( 东华大学, 上海, 200051 )

方小卫

( 上海爱珂信息技术有限公司 )

**摘 要:**提出一种基于立体裁剪知识的虚拟衣片缝合方法,即通过在虚拟人台上确定定位点、定位线,引入衣片属性转换及中间件——虚拟衣壳的概念,以实现 2D 衣片到 3D 的映射,来完成虚拟缝合。该方法在设计模拟系统中已得到应用和验证。

**关键词:**虚拟技术 服装设计 缝合技术 人台 计算机辅助设计

中图分类号: TS 941. 2 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721( 2004) 02-0095-03

3D 服装计算机辅助技术是当前数字化服装技术的热点,其关键技术之一就是虚拟服装缝合技术。从目前的研究现状看,3D 服装模拟缝制的实现主要基于织物的物理模型,例如:文献[ 1, 2 ]采用弹性变形模型,文献[ 3 ]采用能量方法,文献[ 4, 5 ]采用了经典的质子-弹簧模型,文献[ 6 ]提出了基于正则栅格法思想的四边域网格剖分算法。这些方法均基于织物的物理模型,引入力和能量等物理量,将织物各部分运动化作在各作用力下的质点运动,以此模拟织物的空间状态<sup>[6]</sup>。上述方法分别对 3D 服装造型技术及衣片的虚拟缝合作了积极探索。

立体裁剪技术是借助标准的人台进行服装结构设计的方法之一。特别适合设计与表现合体类的服装,亦能较好地体现着装的立体效果,其基础是具有一定定位线的人台。为此,本文提出了一种基于立体裁剪知识的虚拟服装缝合方法。

## 1 虚拟衣片缝合流程

虚拟衣片缝合流程如图 1 所示,其主要过程借鉴立体裁剪思想。

具体步骤为:1) 选择合适号型的虚拟人台,并在虚拟人台上确定各定位线、定位点;2) 对 2D 衣片进行 3D 处理,即衣片属性转换;3) 构造中间件——虚拟衣壳;4) 经 3D 处理后的衣片,采用空间几何变换技术映射到虚拟人台上,实现虚拟缝合;5) 缝合顺序。以上装为例,一般为:前片—后片—左、右袖片—领片—其它部件;6) 省道处理等;7) 纹理光照处理,着装显示。

## 2 虚拟缝合与映射算法

### 2.1 虚拟人台的构建

根据人体结构的特点以及参数化人台变形的需

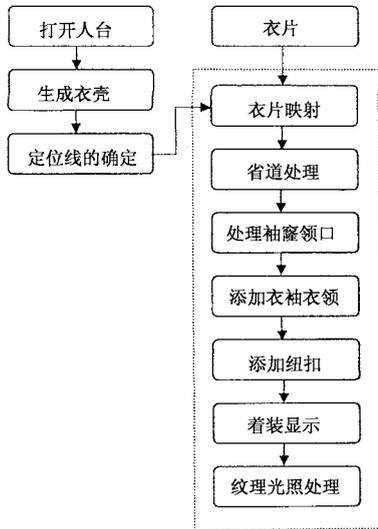


图1 虚拟衣片缝合流程

要,采取在人体上(上身)定出10条关键曲线(上颈线、颈围线、肩围线、上胸围线、胸围线、下胸围线、腰围线、腹围线、臀围线、基线),然后在每2层关键曲线间进行曲线插值的方法,得到曲线参数化的人台,如图2所示。人台表面有10层关键曲线,每层曲线都由20个型值点生成。根据相邻2型值点的距离,选用均匀B样条曲线插值算法,将曲线上的型值点变为100点,同时在层间插值,得到64层曲线。有了这些曲线,就能生成所需的人台曲面,并能保证视觉效果。由于采用的均匀B样条曲线,使得计算工作量大大降低。

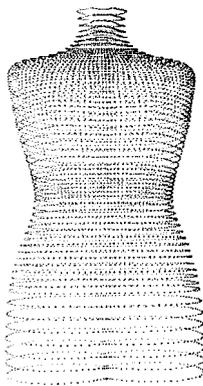


图2 虚拟人台

### 2.2 衣片属性转换

不论是人工裁剪,而后由数字化仪读入,还是由CAD系统设计而得到的衣片,都只具有二维属性,不能直接在3D虚拟人台上进行缝合和动态显示。故要实现虚拟样衣缝合,先要进行二维衣片三维化处理,即衣片属性转换。

所谓衣片属性,即描述衣片形状、几何结构的信息,如:衣片名称、省道位置、边的起点、终点坐标、边的名称等。经过属性转换后的衣片,具备了定位、缝合的一系列信息,为衣片到人台的映射做好了前期准备。

### 2.3 构造中间件——虚拟衣壳

真实的着装效果中,衣服最终造型应符合人体,同时衣服具有柔软性,所以设想构造一中间件——

虚拟衣壳,把衣片支撑起来,建立衣服与人台的相互联系。具体做法如下:虚拟人台生成后,以其数据为基础加上一定的富余量,生成“衣壳”。然后,根据二维衣片与衣片曲面的对应关系调整“衣壳”,并最终形成3D的衣片曲面。衣片的缝合,可以通过设置相同的型值点来解决。例如,前后衣片的肩线位置相同,对应型值点相同,映射后,自然“缝合”。

“衣壳”由人台而来,所以衣壳上也事先定了人台各部位对应的层。如:第14层对应腹部,第21层对应腰部,第28层对应下胸,第35层对应胸部,第42层对应上胸,第49层对应肩部,第56层对应颈部。这些数据是衣片缝合的基础。

### 2.4 映射定位线的计算和衣片映射算法

为了确定衣片与虚拟人台的映射位置,借助中间件——“衣壳”,实现虚拟衣片缝合。由于衣壳与人台有着对应关系,可将衣片与衣壳进行对应。不同大小的衣片,映射到同一人台上,或同一衣片映射到不同尺寸的人台上,衣服各部位与人体各部位的对应关系是不同的。所以对于不同的衣服要重新计算在人台上的映射位置。映射的目的是借助衣壳,将衣片粘贴在人台的相应位置。本文采用几何扫描法确定衣片到衣壳的映射点。

2.4.1 定位线算法 颈点定位线计算如下。在提供的二维衣片上获得领口的宽度,设为 $L$ 。计算衣壳上第51层到第56层样条长度的 $1/2$ 。因为二维衣片上的领口宽映射到衣壳上就是样条的一半长。设第 $i$ 层样条长度的 $1/2$ 为 $L_1$ ,第 $i-1$ 层为 $L_2$ 。当 $L$ 在 $L_1$ 和 $L_2$ 之间,如果 $L$ 更接近 $L_1$ ,那么颈点定位线就在第 $i$ 层;如果 $L$ 更接近 $L_2$ ,颈点定位线就在第 $i-1$ 层。如果找不到 $L_1$ 和 $L_2$ ,就把第57层样条作为颈点定位线。图3所示为计算颈点定位线的流程图。

2.4.2 衣片映射 以领口部位映射为例, $L_1$ 为颈点定位线长度的 $1/4$ ;  $L_2$ 如图4所示;  $y_2$ 为从颈点定位线到第 $i$ 层样条间所有样条最前点的连线长度;  $y_1$ 为样片领口线上的 $y$ 坐标的最大值。

计算步骤:

1)用直线 $y = y_1 - y_2$ 去截衣服样片,与领口线相交的两交点设为 $a, b$ ;  $a, b$ 之间距为 $|x_a - x_b|$ ,  $x_a$

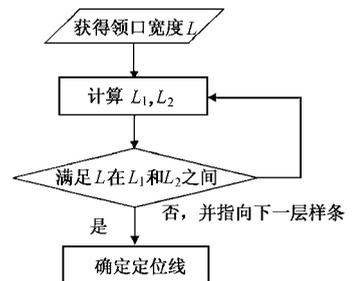


图3 程序流程图

为  $a$  点的  $x$  坐标,  $x_b$  为  $b$  点的  $x$  坐标;得比例系数:

$$P = \frac{|x_a - x_b|}{2} \times \frac{L1}{L2}$$

2) 在颈点定位线上的型值点中找出相邻 2 点  $j$  和  $j-1$ ,如图 5 所示。 $j$  到最前点( $f_p$ )的曲线距离为  $x_1$ ,  $j-1$  到最前点( $f_p$ )的曲线距离为  $x_2$ ,满足  $x_2 \leq P \leq x_1$ ,则所求的三维数据点的  $x$  坐标为:

$$pt.x = x_j + \frac{P - x_1}{x_2 - x_1} (x_{j-1} - x_j)$$

3) 在当前样条(第  $i$  层)上的型值点数据中找出相邻 2 点  $j$  和  $j-1$ 。 $j$  的  $x$  坐标为  $x_j$ ,  $j-1$  的  $x$  坐标为  $x_{j-1}$ ,满足  $x_j \leq pt.x \leq x_{j-1}$ ,那么,所求得三维数据点的  $y$  坐标:

$$pt.y = (pt.x - x_j) \frac{y_{j-1} - y_j}{x_{j-1} - x_j} + y_j$$

4) 三维数据点的  $z$  坐标  $pt.z$ ,即为当前样条的高度。

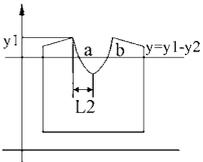


图 4 前衣片

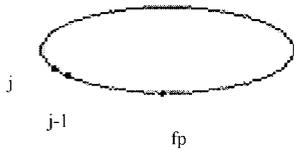


图 5 颈点定位线

### 2.5 调整及效果处理

调整是指用二维衣片上除了边以外的信息来变化所生成的衣壳,实现二维到三维的变换。调整还包括省道处理、褶皱处理等等。

以省道处理为例:如果在衣片某一位置上存在省道,则衣壳需要进行省道处理。省道处理中,首先将衣片上存在省道的位置对应到衣壳的相应样条,然后计算衣片上的省道宽度  $w$ 。如果衣壳上原样条长度为  $s$ ,那么处理后的样条长度就是  $s - w$ 。省道处理的任务就是通过缩放变换将样条变形为新的长度。衣壳上所有与衣片省道相对应的样条都进行过类似处理后,就完成省道处理。

衣壳调整后,依次进行衣领、纽扣等的添加,光照效果的处理,最终形成了一件穿在人台上的

合体的衣服。图 6 所示为 2 片衣片映射的情况。

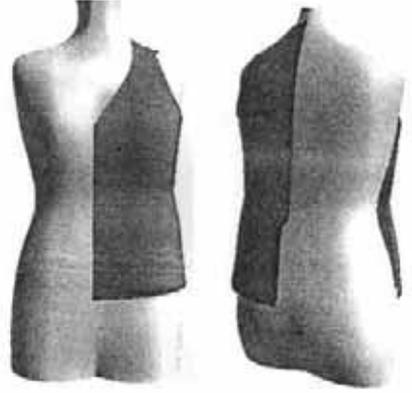


图 6 衣片缝合示意图

### 3 结束语

本文对虚拟衣片的缝合技术作了详细的分析和研究。文中详细描述了虚拟人台的建立,衣片属性转换的过程,映射定位点、定位线的计算,衣片映射的算法,并提出了衣片属性转换及中间件——虚拟衣壳的概念。在 VC++ 6.0 平台上,利用 OpenGL,设计了一个虚拟衣片缝合模拟系统。上述方法均在系统中得以应用。系统模拟表明,上述方法是实现 2D 衣片在 3D 人台上虚拟缝合的一种有效方法。

#### 参 考 文 献

- 1 M. Carignan et al. Dressing Animated Synthetic Actor with Complex Deformable Clothes Computer Graphics,1992(2):99~104.
- 2 P. Volino, N. Magnenat, Thalmann Developing Simulation Techniques for an Interactive Clothing System Proceedings of International Conference on Virtual Systems and Multimedia, Geneva, Switzerland,1997:109~118.
- 3 H. Kabe et al. Three Dimensional Apparel CAD System Computer Graphics,1992(2):105~110.
- 4 Tzvetomir Vassilev Dressing Virtual People <http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/projects/3Dcentre/Docs.paper2c.pdf>.
- 5 Jett. Lander, Devil in the Blue Faceted Dress: Real-time Cloth Animation, <http://www.gamasutra.com>.
- 6 聂 卉等.三维虚拟服装缝合技术研究.计算机辅助设计与图形学学报,2002(11):1010~1013.

《纺织科普》订阅热线 010-65017711 转 8008