

文章编号 :0253-9721(2006)03-0047-05

面向方面的人体建模在服装 CAD 中的应用

吴志明, 王鹏

(江南大学 纺织服装学院, 江苏 无锡 214122)

摘要 针对目前比较流行的 AOP(aspect oriented programming) 编程模式, 提出了一种新的人体建模模式: AOMM(aspect orient mannequin modeling) 法, 即面向方面的人体建模。该建模模式可以应用于三维服装 CAD 系统的开发。该模式的基本思想是, 在服装 CAD 系统的人体建模过程中, 不要拘泥于一种固定的人体建模方法, 而是根据系统不同方面的需求进行灵活的选取。例如, 针对服装样板设计和服装款式设计这 2 个不同方面的需求, 可以分别选用测量重建法和 3DS 导入法来建立人体模型。

关键词 AOP; AOMM; 人体建模; 服装 CAD

中图分类号: TS941.2 文献标识码: A

Applying the aspect orient mannequin modeling to garment CAD

WU Zhi-ming, WANG Peng

(School of Textile and Garment, Southern Yangtze University, Wuxi, Jiangsu 214122, China)

Abstract According to the AOP(aspect oriented programming) programming method, a new mannequin modeling mode named AOMM(aspect orient mannequin modeling) is proposed. This mode in the course of developing garment CAD can be applied. The basic thesis implicated in this mode is that in the course of mannequin modeling for garment CAD, should take different methods rather than relying only one. For example, according to the different aspects of fashion pattern design and fashion style design, the measuring reconstruction method and the imported 3DS method for a mannequin model can be separately took.

Key words AOP; AOMM; mannequin modeling; garment CAD

在三维服装 CAD 的开发中, 人体建模是一个最基本的工作。综合目前三维服装 CAD 系统中所应用的各种人体建模方法^[1], 本文提出了一种新的人体建模模式: AOMM(aspect orient mannequin modeling) 法, 即面向方面的人体建模。

该模式的指导思想是在服装 CAD 的人体建模过程中, 不要拘泥于一种方法, 应该根据系统中不同方面的需要采取相应的建模方法, 使所构造的人体模型是面向需求的、面向应用的。这和目前软件开发中所提倡的最新的 AOP(aspect orient programming) 理念不谋而合。这种模式, 使得产品的开发更加方便、灵活, 最大程度地满足了系统的需求。

服装 CAD 中的功能可以分为服装样板设计和服装款式设计。前者注重于尺寸的精确, 后者更注

重于视觉效果的表达和美感的体现。根据 AOMM 模式所提出的设计思想, 对应于这 2 种不同方面的需求, 本文设计了 2 种不同的人体建模方法: 测量重建法和 3DS 导入法, 前一种方法应用于服装样板设计, 后一种方法应用于服装款式设计。

1 测量重建法

面向方面的人体建模过程, 可以用图 1 所示的 UML 活动图来描述。

1.1 人台的测量

测量前应做好测量规划, 即对被测人台进行测量区域的划分和测量点的选取。插值计算和反求工

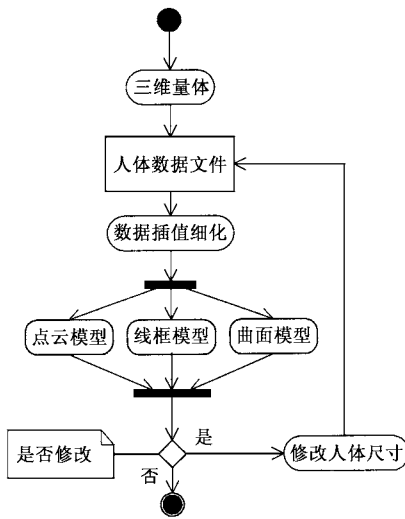


图 1 测量重建法的 UML 活动图

程的相关理论表明^[2,3],要想通过模型上一定数量的数据点插值出该模型的点云模型,必须保证所采集的基本数据能够反映模型曲面的特点和模型的基本形状特征,不可过多,否则会影响拟合曲面的光滑和圆顺;也不可过少,否则无法准确重建出被测模型的形体特征。实验中测量的半身女子人台的测量点的

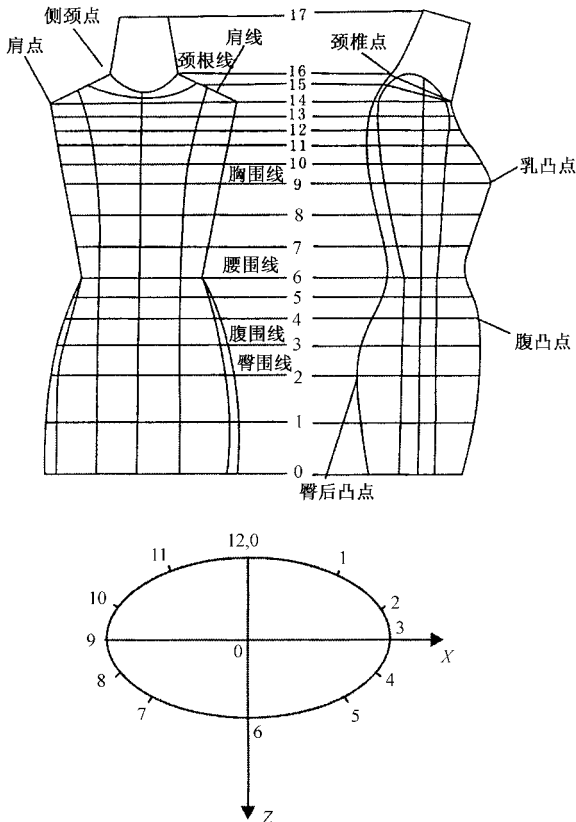


图 2 被测人台的网格划分

选取方法如图 2 所示。

图 2 中,纬向上,肩部以上取 3 个截面,肩部以下(含肩部)取 15 个截面,纬向共划分为 18 个截面。对于每个横截面,沿人体经向共划分为 13 条分割线,其中第 0 条和第 12 条重合。这样,人台上选取了 18×13 个测量点。

1.2 测量点的插值细分

18 行 13 列数据对于拟合出一个光滑的人体表面来说是远远不够的,必须根据测得的人体数据进行插值,得到密度更大的人体数据,才可以进行曲面的拟合。插值的数学模型,选取了三次样条插值^[4],三次样条插值在灵活性和计算速度之间提供了一个合理的折衷方案。

已知 p_i, p_{i+1} 为相邻的 2 个型值点,且两点处的切矢量 p'_i, p'_{i+1} 为已知,则该分段三次参数样条曲线的数学方程可以写为

$$P_i(t) = A_i + B_i t + C_i t^2 + D_i t^3 \quad (0 \leq t \leq t_i) \quad (1)$$

式中, t 为参变量; A_i, B_i, C_i, D_i 为 4 个系数。

实践证明,当 t_i 取 $p_i p_{i+1}$ 的弦长时,插值的效果最佳。即:

$$t_i = \sqrt{(x_{i+1} - x_i)^2 + (y_{i+1} - y_i)^2 + (z_{i+1} - z_i)^2}$$

此时式(1)中 4 个系数分别等于:

$$\begin{aligned} A_i &= p_i \\ B_i &= p'_i \\ C_i &= \frac{3(p_{i+1} - p_i)}{t_{i+1}^2} - \frac{2p'_i}{t_{i+1}} - \frac{p'_{i+1}}{t_{i+1}} \\ D_i &= \frac{2(p_i - p_{i+1})}{t_{i+1}^3} + \frac{p'_i}{t_{i+1}^2} + \frac{p'_{i+1}}{t_{i+1}^2} \end{aligned}$$

上述数学模型只适用于任意 2 个相邻节点之间的样条曲线,对于必须通过所有型值点的整条曲线,可以分别求出各个分段曲线,然后把它们首尾连接起来。但这里的连接是有条件的连接,约束条件是要保证连接后整条曲线是光滑的,因为该三次参数样条曲线是一条三次曲线,所以要求每段曲线在端点处要达到二阶连续(即 C^2 连续)。式(2)可以适用于任意 3 个相邻型值点之间组成的样条曲线段,可将式(2)写成矩阵的形式,则得式(3)。

$$\begin{aligned} &t_{i+2} p'_i + 2(t_{i+2} + t_{i+1}) p'_{i+1} + t_{i+1} p'_{i+2} = \\ &3 \left| \begin{array}{c} \frac{t_{i+1}}{t_{i+2}} (p_{i+2} - p_{i+1}) + \frac{t_{i+2}}{t_{i+1}} (p_{i+1} - p_i) \end{array} \right| \quad (2) \end{aligned}$$

1.3 人体模型的建立

利用插值后的 86×97 个人台三坐标数据,可以建立系统所需的三维人体模型。人体模型是利用被测人台细分后的点云数据,通过双线性 Bezier 曲面^[5]拼接而形成的以曲面形式展现出来的人体模型。

双线性 Bezier 曲面是 Bezier 曲面的数学模型式(5)中当 $m = n = 1$ 时,所得到的曲面,双线性 Bezier 曲面的数学模型如式(6)所示。重建出来的人体模型如图 4 所示。



图 4 曲面人体模型

$$S_{(u, w)} = \sum_{i=0}^m \sum_{j=0}^n B_{i,m}(u) B_{j,n}(w) p_{i,j} \quad u, w \in [0, 1] \quad (5)$$

式中, u 、 w 为参数; $B_{i,m}(u) = C_m^i u^i (1-u)^{m-i}$, $B_{j,n}(w) = C_n^j w^j (1-w)^{n-j}$ 为 Bernstein 基函数; $p_{i,j}$ ($i = 0, 1, \dots, n; j = 0, 1, \dots, m$) 表示表面上的型控制点。

$$S_{(u, w)} = (1-w)(1-u)p_{00} + (1-u)wp_{01} + u(1-w)p_{10} + uwp_{11} \quad (6)$$

式中, p_{00} 、 p_{01} 、 p_{10} 、 p_{11} 为曲面的 4 个角点。

2 3DS 导入法

3DS 导入法就是通过编写相应的程序,将 3DS 格式的人体模型导入到服装 CAD 系统之中。

2.1 人体模型的获取

根据本文所提出的思路,要首先获得 3DS 结构的人体模型文件,可以通过如下 2 种方式来获取人体模型:1) 在 3D Studio MAX 环境下,直接搭建人体模型。2) 使用来自于 MetaCreation 公司 Curious labs 工作室在 Pose 软件中提供的人体库, Pose 为描述一个人体的形象提供了各种快速而准确的参考模型。Pose 可以读取 DXF 3DS、OBJ、TIF 等文件,因此能与任何输出以上文件的应用程序进行信息交互,如 3D Studio MAX、Photoshop 等。通过将 Pose 人体库中的人体模型转存为 3DS 文件,然后根据 3DS 文件的结构,读取文件,根据读取的三坐标信息进行三维人体

的重建,最终形成人体。

2.2 3DS 的文件结构

3DS 文件是基于“块”存储的,这些块描述了诸如场景数据,每个编辑窗口(Viewport)的状态,材质,网格数据等数据。通常一个块会包含若干个下级子块作为表示该块本身所包含的数据结构,而每一个子块又会包含若干属于自己的下一级子块,存储属于该子块的数据,就这样一级一级,直到最后的叶子块^[6]。

每一个 3DS 文件的开头都是由 1 个基本块构成,其 ID 是 0x4d4d。基本块内的块称为主块,主块共有 2 种,分别为 3D 编辑块和关键帧块,前者的 ID 为 3D3D,后者的 ID 为 B000。3D 编辑程序块是编辑程序数据的开始,即物体形体数据定义的开始。主块后面是该主块所包括的子块,3D 编辑程序块的子块包括材质列表块、物体描述块等。物体描述块又包括了三角形列表块、光源块、相机块等。三角形列表块包括顶点列表、面列表、面材质、纹理映射坐标、面平滑组、平移矩阵等块。这几个层次的数据块结构定义了物体的拓扑信息。同样材质列表块则包含了材质的名称、环境光、散射光、反射光等物体的材质信息。

2.3 3DS 文件的读取

基于以上所分析的 3DS 文件的结构,根据面向对象的编程思想,设计了两个类来组织 3DS 文件读取程序的数据结构,如图 5 所示,分别为 C3DSObject 和 C3DSObjList,并辅助类 C3DSReader 来完成文件的读取。图 6 为根据 3DS 文件模拟的人体模型。

3 2 种人体建模方法的比较

利用测量重建法进行人体建模,其最大的优点就是人体尺寸的精确性和可控性,这在服装样板设计时是非常适合的。利用该方法建立的人体模型可以非常方便地进行人体尺寸的调整,控制人体模型的大小,对人体的任意部位进行虚拟量体等等。然而,测量重建法也同样存在着不足。比如,用该方法建立的人体模型缺乏面部表情,缺乏丰富的动作,而且还存在人体模型种类单一等不足,这使得该方法所建立的人体模型无法很好地满足系统在虚拟现实中的服装舞台展示、动态的服装试衣等方面的需求。

3DS 导入法建立在丰富的第 3 方人体库的基础

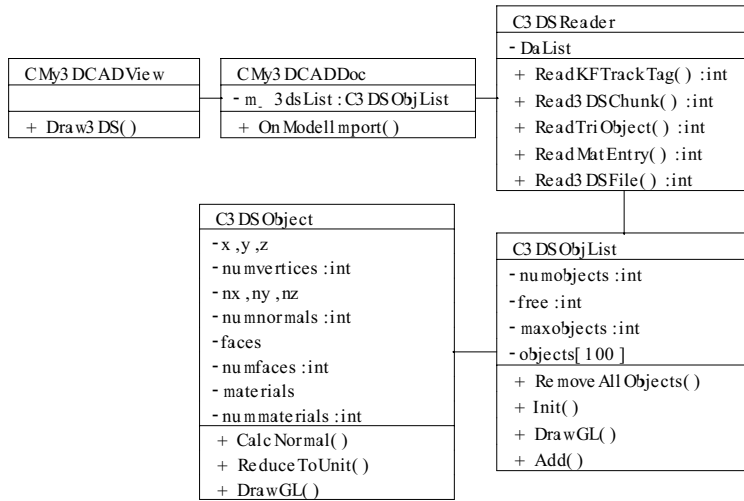


图 5 3DS 导入法的 UML 类图

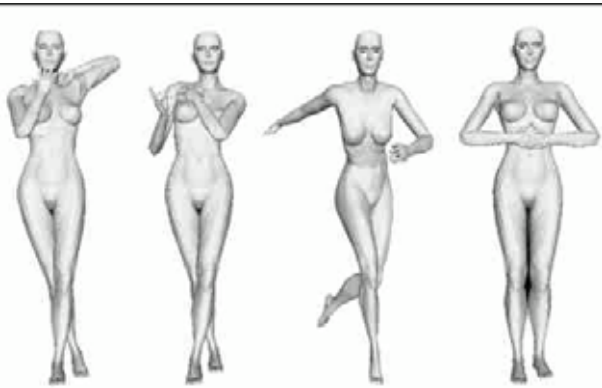


图 6 3DS 导入法建立的人体模型

之上,有着大量的人体资源可以利用,这可以很好地弥补测量重建法在某些方面的不足。当然,和测量重建法一样,3DS 导入法也存在缺点:人体模型尺寸的精确性以及可控性与测量重建法相比还有欠缺。但是,3DS 导入法建立的人体主要用于试衣和舞台效果展示,对尺寸的精确性要求并不是非常高。

4 结 论

本文的目的并不在于介绍人体的建模方法,而在于提出一种建模模式,也可以称为一种系统开发

过程中的设计模式:在服装 CAD 系统的人体建模过程中,不要拘泥于一种固定的人体建模方法,而是根据系统不同方面的需求进行灵活的选取。比如,在服装结构设计方面,要更加关注人体模型尺寸的精确性和可控性;而对虚拟舞台展示、动态试衣效果模拟等则关注人体的美感、人体面目表情的塑造、人体肢体动作的表现力等,使系统中不同形式的人体模型能够最大限度地满足系统的需求。 FZXB

参考文献:

- [1] 李勇,胡敏,付小莉,等. 三维人体建模方法的研究 [J]. 纺织学报, 2002, 23(5) : 80 - 82 .
- [2] Suk T. Data reduction methods for reverse engineering [D] : [Master's thesis]. Kwangju Institute of Science and Technology, 2000 .15 - 30 .
- [3] Varady T, Ralph R M, Jordan C. Reverse engineering of geometric models —an introduction [J]. Computer Aided Design, 1997, 29(4) : 255 - 267 .
- [4] 陈元琰,张晓亮. 计算机图形学实用技术 [M]. 北京: 科学出版社, 2000 .178 - 183 .
- [5] 孙家广. 计算机图形学 [M]. 第 3 版. 北京: 清华大学出版社, 1998 .345 - 346 .
- [6] 王鹏,吴志明. 利用 OpenGL 与 3DS 集成技术构建服装 CAD 的三维人体模型 [J]. 苏州大学学报(工科版), 2005, 112(1) : 68 - 74 .