

人体模型的三维数据拾取和服装曲面的生成

冯毅力 李汝勤

(东华大学纺织学院, 上海, 200051)

摘要: 探讨在二维屏幕上用鼠标实现基于 OBJ 格式的人体模型的三维数据拾取的基本原理和实现流程, 得出人体具有一定空腔度的服装曲面的生成方法。

关键词: OBJ 格式 三角面片 三维数据 服装曲面

中图分类号: TS 941.2 文献标识码: A 文章编号: 0253-9721(2004)06-0047-02

在计算机辅助立体裁剪和虚拟服装试衣系统的开发中, 关键技术之一是人体对象在计算机屏幕上的拾取, 即通过二维屏幕上点的选取得到人体模型上相应的三维点^[1,2]。对于采用三坐标测量仪建立的人体模型, 因测量方法的限制, 模型较难全面反映被测对象的信息。而非接触的光学测量方法, 因其快速、全面反映被测对象而得到越来越多的应用。本文将研究以美国的 TC2 三维人体扫描仪测量得到的人体模型的数据拾取及服装中间体生成方法。

1 OBJ 文件格式和模型的数据结构

1.1 Wavefront 的 OBJ 文件格式

TC2 得到的是 Wavefront 的 OBJ 文件是多边形数据模型, 其文件是由一些文本行组成, 每一行文本都是由一个关键字开头, 如 v 表示顶点几何坐标, 紧跟着后面是该关键字所表示含义的具体参数。文件提供了顶点几何坐标、顶点纹理坐标、顶点法向量及点、线、面等模型的基本信息^[3]。

1.2 模型的数据结构

为使模型对象满足立体裁剪和虚拟试衣的要求, 设计 GLM model 和 GLM triangle 数据结构分别对模型本身和三角形结构进行定义。

```
typedef struct _GLMmodel{  
    char* pathname; /* path to this model */  
    GLuint numvertices; /* number of vertices in model */  
    GLfloat* vertices; /* array of vertices */  
    GLuint numnormals; /* number of normals in model */  
    GLfloat* normals; /* array of normals */  
    GLuint numtexcoords; /* number of texcoords in model */  
    GLfloat* texcoords; /* array of texture coordinates */  
    GLuint numfacetnorms; /* number of facetnorms in model */
```

```
    GLfloat* facetnorms; /* array of facetnorms */  
    GLuint numtriangles; /* number of triangles in model */  
    GLMtriangle* triangles; /* array of triangles */  
} GLMmodel;  
typedef struct _GLMtriangle{  
    GLuint vindices[3]; /* array of triangle vertex indices */  
    GLuint nindices[3]; /* array of triangle normal indices */  
    GLuint tindices[3]; /* array of triangle texcoord indices */  
    GLuint findex; /* index of triangle facet normal */  
} GLMtriangle;
```

2 三维人体数据的拾取

2.1 屏幕数据点坐标变换

二维屏幕坐标的原点在屏幕左上角, 而在 OpenGL 环境中, 采用右手坐标系, 屏幕是 XOY 平面, 平面的原点位于屏幕中心, Z 轴垂直屏幕向外。因此, 首先对二维屏幕坐标进行归一化处理, 即将其原点移到屏幕的中心, 并且使屏幕的四个角的坐标依次为 $(-1, 1)$, $(1, 1)$, $(1, -1)$, $(-1, -1)$ 。因此进行如式(1)所示的坐标变换, 其中 w 是屏幕宽度, h 是屏幕高度:

$$\begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = 2 \begin{bmatrix} x/w \\ y/h \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \end{bmatrix} \quad (1)$$

2.2 二维屏幕点到三维人体点的转换

因为仪器给出的模型数据反映人体高度方向的 Z 坐标在 OpenGL 中是垂直于屏幕的, 为了显示与交互的方便, 应先将模型进行模式变换, 即通过旋转 90° 将 XOZ 平面位于屏幕, 使 Y 坐标垂直屏幕向内。接着进行归一化处理, 使模型平移到原点, 并收缩到每个坐标均在 $[-1, 1]$ 范围的立方体中。

对于三维模型的一系列三角形小面片在 XOZ

平面的投影三角形,如果屏幕上单击选取一个点 $P'(x, z)$ 是某个投影三角形内的一点,则 P' 点到此三角形的3个顶点的距离之和与此点到其它三角形的顶点之和相比是最小的。由此,可以找到选取的屏幕点所在的三角面片,参见图1。

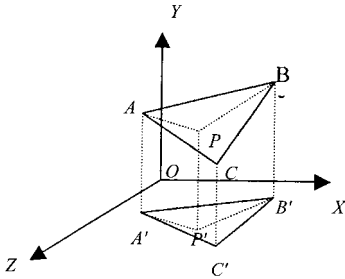


图1 点与三角形的投影

在选用正投影方式下,屏幕上得到的是模型在 XOZ 平面的投影点。假设,对于三维模型的某个三角形面片 $\triangle ABC$ 而言,如果有点 $P(x, y, z)$ 是此面片内部点,则点 P 在 XOZ 平面的投影 $P'(x, 0, z)$ 也必然是 $\triangle ABC$ 在 XOZ 平面投影三角形 $\triangle A'B'C'$ 的内部点,如图2所示。当已知三角面片法向量时,空间三角 $\triangle ABC$ 和投影三角 $\triangle A'B'C'$ 之间的点是一一对应的,也即其 x, z 坐标相同。

另外,根据同一个三角形上任何点的法向量方向相同,如果 P 是与 P' 对应的三角形面片上的点,则:

$$\frac{\overline{AP} \times \overline{PB}}{\|\overline{AP} \times \overline{PB}\|} = \frac{\overline{AC} \times \overline{CB}}{\|\overline{AC} \times \overline{CB}\|} \quad (2)$$

由此计算 P 点的 y 坐标,最终得到 P 点的三维坐标,实现三维数据的拾取。

3 服装曲面的建立

因为织物柔软贴体的特征,服装穿到人身体后有3种情况:一是服装完全紧身,服装形成的曲面就是人体曲面。二是服装半宽松,服装曲面需考虑服装与人体间一定宽松量后所形成的曲面。在这2种情况下,影响服装曲面的主要因素是人体的形状。三是完全宽松的情形,此时影响服装穿着形状的主要因素是由面料本身的物理性能,如悬垂性所决定。本文以半宽松服装为依据,来确定服装曲面。

对于模型的每个三角面片,取顶点为 A, B, C [顶点坐标分别是 $X(m)_n, Y(m)_n, Z(m)_n$,其中 m 是三角面片的索引号, n 是三角形的顶点号, $n=0,$

$1, 2$], 其空间向量为 $N(m)_n i + N(m)_n j + N(m)_n k$,新的服装曲面就是由原人体三角面片的3个顶点沿各自的法向量方向移动一定的距离,这个距离与服装宽松量的变化规律有关。因此,对应服装曲面三角面片的3个顶点坐标为:

$$X'(m)_n = X(m)_n + r * N(m)_n$$

$$Y'(m)_n = Y(m)_n + r * N(m)_n$$

$$Z'(m)_n = Z(m)_n + r * N(m)_n$$

其中, r 是偏移量,参见图2。

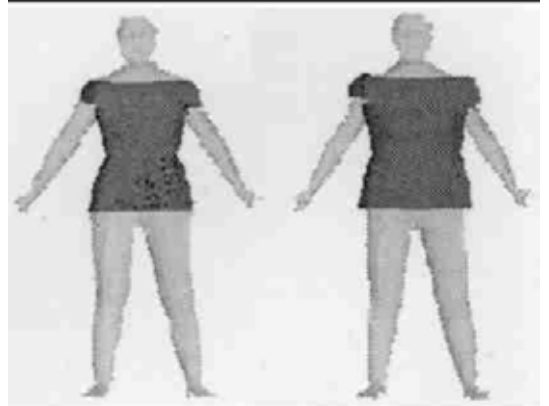


图2 r 取不同值时的服装曲面效果图

4 结 语

基于 OBJ 格式的人体模型的三维数据拾取和服装曲面的生成方法,结合织物悬垂性能仿真、纹理映射、光照模型等技术的应用^[4,5],将能实现真正个性化的虚拟试衣系统的开发。另外,在一个完全个性的人体平台上实现用二维鼠标平面向三维数据交互,结合一定的算法,可以实现虚拟环境中的服装立体裁减,这些将使未来的服装设计和服装消费产生根本性的改变。

参 考 文 献

- 1 龚堰珏等.面向对象的交互显示和拾取模型研究.系统仿真学报,2003(1):29~31.
- 2 Hinds B. K. et al. Interactive Garment Design. Visual Computer, 1990 (6):53~61.
- 3 费广正等. Visual C++ 高级编程技术.北京:中国铁道出版社, 2000:156~157.
- 4 Breen D. et al. A Particle Based Model for Simulating the Draping Behavior of Woven Cloth. Textile Research Journal, 1994(11):663~685.
- 5 彭群生等.计算机真实感图形的算法基础.北京:科学出版社, 1999:27~28, 221~222.

欢迎订阅《纺织学报》