

服装 CAD 中个性化三维人体建模

Individual 3D Human Modeling in Garment CAD

王 栋¹ 高成英² 高月芳¹ 梁 云¹ (1.华南农业大学 信息学院 广东
广州 510642; 2.中山大学 计算机应用研究所 广东 广州 510275)

摘 要: 针对三维服装仿真中对各种不同体态特征的人体模型的需求,给出了一种个性化三维人体建模方法。首先对一系列具有不同特征尺寸的成年女性的人体扫描数据进行简化处理,建立具有一致拓扑的人体模型;然后根据不同人体的对应数据点及其相应的特征尺寸,生成各个简化数据点随特征尺寸变化的规律。利用此变化特性,对参考人体模型进行变形得到新尺寸下的人体模型。该方法已在所开发的三维虚拟试衣系统实现,并取得了较为理想的试验效果。

关键词: 服装 CAD 人体模型 简化 参数化 特征尺寸

1 引言

在服装 CAD、网络虚拟试衣和三维人体动画等领域,都面临着人体模型的三维重建问题^[1]。随着虚拟现实技术的发展,人体模型在许多领域都有越来越深入和广泛的应用,对个性化三维人体模型的需求也日趋强烈^[2]。三维扫描仪的出现,可以获得逼真的三维模型。但该方法费用昂贵,获取的数据量大,重建速度慢。而且这种精细的测量技术相对于精度要求不高的应用来说是完全不必要的^[3]。为了快速、方便地生成大量与实际人体体形相似的个性化三维人体模型,人们尝试根据人体的身高、体重、胸围和腰围等关键部位的参数信息,对特征三维人体模型进行变形、编辑等操作。其中的关键问题有:(1)特征人体模型的建立。三维扫描仪生成的人体模型只有简单的点的坐标信息以及点之间的拓扑关系,缺少与人体关键部位的对应。而且其数据量大,无论对于计算机存储还是网络传输都是极大的挑战^[4]。因此需要建立具有语义特征的人体模型。(2)特征人体模型的编辑。由于人体体形比较复杂,而且人体体形变化不规则,不能进行简单的几何变换^[5,6]。本文在参考前人工作的基础上,给出了一种个性化的人体模型构造方法。其基本思想是:对三维扫描的大量具有不同特征尺寸的人体数据进行简化,获取一系列具有一致拓扑的人体模型。为从定

量角度真实反映人体体形变化,本文对人体数据点引入一个形状因子属性来建立人体数据点随人体特征尺寸变化的关系。形状因子的计算依据简化的拓扑一致的人体模型及相应的特征尺寸。新的人体模型根据形状因子对参考人体模型进行变形生成。

2 人体模型简化

三维激光扫描仪可以获得逼真的三维人体模型,但是一般扫描一个人体曲面可以产生高达 300,000 之多的点云,这就提出了一个经典的问题:数据量大,但信息贫乏,使得对人体模型进行进一步的编辑和处理都变得异常困难^[7]。为了有效地利用人体扫描数据,必须对其进行处理,提取其中的关键信息。

在服装设计中,一般提供的人体几何尺寸类如胸围、腰围是针对人体各个部位而言。因此,为了有效地对人体模型进行编辑,需对其进行部位划分。本系统的坐标定义为数据点阵跨度最大方向为 X 轴方向,跨度最小方向为 Y 轴方向。将三维人体数据投影到 XOY 平面上,参考人体测量学中提供的方法,根据人体各部分所处的位置以及其相对于身高的比例查找人体的腋窝点和胯部点。两个腋窝点和胯部点将人体分为六个部分^[8]:头部、躯干、左右胳膊、左右腿,如图 1 所示。其具体实现为首先对给定人体模型的各个

基金项目:广东省自然科学基金(07006689)

收稿时间:2009-07-19

部位建立相应的动态数组，然后把每个部位数据点的 ID 号分别保存在相应部位的动态数组中。

对划分的人体每个部位，每隔 2 毫米提取一条水平轮廓线。对每条轮廓线，采用极坐标的方式每 5 度提取人体的一个数据点。轮廓线上的点按照相邻顺序依次连接，轮廓线间的点先找准对应的两个最近点，然后依次连接。得到的简化人体模型如图 2 所示。

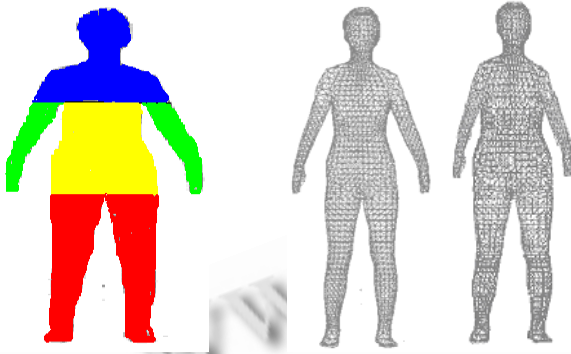


图 1 人体数据分段 图 2 简化的人体模型

3 人体形状与特征尺寸的关系

服装设计中，人体的特征尺寸是非常重要的数据。但是由于人体形状的变化规律非常复杂，即使同一部分的变化也是各向异性的，因而很难用一个统一的表达式来表示人体形状随特征尺寸的变化情况，这绝对不是简单的比例变换。为了建立人体尺寸变化与人体体形变化之间的联系，我们对人体数据点引入形状因子 r 属性，其表示人体相应数据点变化 Δv 随人体特征尺寸变化 Δg 的比率。

对 n 个不同几何尺寸的标准人体进行扫描，并对扫描数据点进行简化，获得 n 个不同人体的简化模型。利用这些简化模型来求解其各个数据点的形状因子。以其中一个简化模型为参考模型，对于其上任一点，根据 n 个简化模型可以得到它在 n 个不同尺寸的 n 个坐标值，也就是有这样一组数据 $(g_i, v_i), i = 1, 2, \dots, n$ ，其中 g 为人体几何尺寸， v 为对应的数据点，如图 3 所示，对于人体胸围线上的特征点 A，其在不同尺寸 g_1, g_2, \dots, g_6 的对应点分别为 v_1, v_2, \dots, v_6 。为了简化计算，我们认为这些点近似在一条直线上变化。这样，根据这 n 组数据采用最小二乘法可以求解该点的形状因子，把顶点 v 看作 x 坐标，几何尺寸 g 看作 y 坐标，

则形状因子 r 为直线的斜率，即

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (g_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i)^2}{\sum_{i=1}^n (g_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n g_i)(v_i - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i)}$$

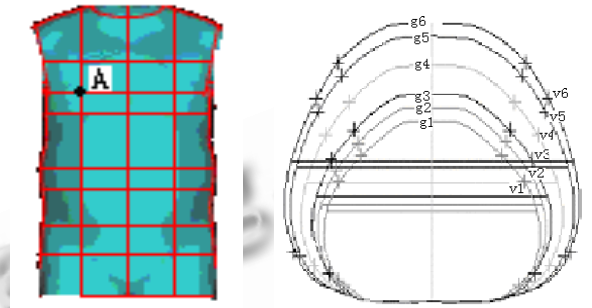


图 3 胸部的变化

4 个性化人体模型

为了得到个性化的人体模型，本文研究根据期望的人体特征数据对标准的参考人体模型进行变形生成。形状因子的引入建立了人体数据点与特征尺寸之间的数学模型。假设 v_{ref} 、 g_{ref} 是参考的标准人体模型的数据点与几何尺寸， r 是数据点的形状因子，则在提供期望的几何尺寸 g_{des} 的情况下，对应数据点 v_{des} 的计算为

$$v_{des} = v_{ref} + (g_{des} - g_{ref}) * r$$

从上式可以看出，在对人体模型进行编辑时，人体尺寸的变化可通过直接对人体模型相应部位数据点给定相应的增量 $(g_{des} - g_{ref}) * r$ 来实现。

5 实验结果及分析

本文算法在 VC++ 平台上用 OPENGL 实现。图 4 给出了我们的实验结果。图 4(b)是对图 4(a)的胸围进行调整得到的图形，图 4(c)是对图 4(a)的腰围进行变化得到的人体模型，图 4(c)是对图 4(a)的胸围和腰围同时变化得到的结果。可以看出，采用该方法对人体体形进行编辑，比较真实地反映人体体形的变化情况。

6 结论

针对服装 CAD 中对多样性人体模型的需求，本文给出了一种个性化人体模型方法，该算法在我们所开发的三维虚拟试衣系统中得以实现。其主要优点有：(1) 对人体模型数据点引入形状因子属性，建立了人体数据

点随几何尺寸变化的关系,比较有效地处理了人体体形变化复杂的问题。(2)给出了形状因子的计算,并由此给出一种个性化人体建模方法,较好地解决了从精确定量角度出发真实地描述人体体形变化的需求。

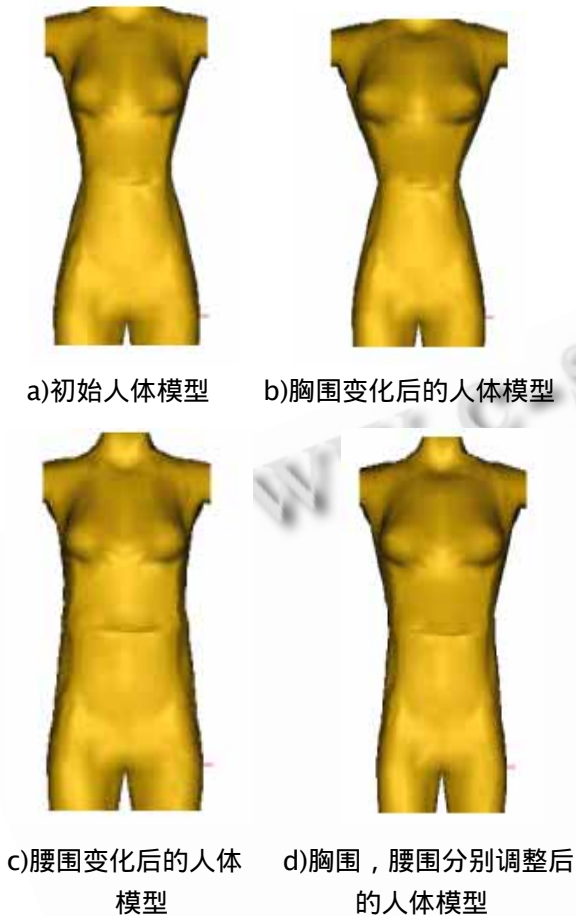


图4 局部编辑效果

参考文献

- 1 秦可,庄越挺,吴飞.服装 CAD 中三维人体模型的参数化研究.计算机辅助设计与图形学学报, 2004, 16(7):918 - 922.
- 2 毛天露,王兆.个性化三维人体模型快速建模方法.计算机辅助设计与图形学学报, 2005,17(10):2191 - 2195.
- 3 胡新荣,崔树芹.基于服装特征的三维人体躯干建模.计算机应用研究, 2007,24(3):315 - 317.
- 4 孙守迁,徐爱国.三维服装仿真中的参数化人体建模技术.纺织学报, 2007,28(12):89 - 93.
- 5 Seo H, Magnenat-Thalmann N. An automatic modeling of human bodies from sizing parameters. Proceedings of the ACM SIGGRAPH 2003 Symposium on Interactive 3D Graphics, Monterey, California, 2003: 19 - 26.
- 6 Seo H, Magnenat-Thalmann N. An example-based approach to human body manipulation. Graphical Models, 2004,66(1):1 - 23.
- 7 Wang CCL, Chang TKK, Yuen MMF. From laser-scanned data to feature human model: a system based on fuzzy logic concept. Computer-Aided Design, 2003, 35(3):241 - 253.
- 8 Wang CCL. Parameterization and parametric design of mannequins. Computer-Aided Design, 2005,37(1):83 - 98.