



一个基于多边形轮廓的图像合成方法

徐 军 叶澄清

(浙江大学计算机系 杭州 310027)

摘 要 该文在讨论了试衣效果 CAD 的基础上,提出了一个颜色插值算法. 另外还给出了一个基于非均匀 B-Spline 的平面网格细分算法,解决了衣片的网格划分,纹理映射结果能逼真地反映衣服的褶皱、明暗、垂感,并且计算简单. 最后通过其在图像拼接中的应用表明了纹理映射算法的有效性.

关键词 多边形轮廓, 图像合成, 颜色插值, 纹理映射

中图分类号 TP391

A METHOD OF IMAGE COMPOSITION BASED ON POLYGON CONTOUR

XU Jun YE Cheng-Qing

(Department of Computer Science, Zhejiang University, Hangzhou 310027)

Abstract This paper proposes a color interpolation algorithm after a discussion on the garment effect simulation CAD. A 2D grid subdivision algorithm based on non-uniform B-Spline is given in this paper. It resolves piece subdivision and texture mapping. The algorithm has advantage of easy compute. The experiment results demonstrate the efficiency of these algorithms.

Key words Polygon contour, image composition, color interpolation, texture mapping

1 引言

在服装 CAD 中基于图形技术的款式设计系统已经比较成熟,而基于图像处理技术的试衣效果 CAD 系统则起步较晚^[1]. 基于图像的试衣效果系统的关键问题是衣片的组织管理和图像拼接技术. 例如对上衣变换颜色、面料及衣片延伸时,可对左袖、右袖,左衣片、右衣片,左衣领、右衣领等各组成部分依次进行. 也可采用组片,即对同一整体款式的不同组合衣

片,簇合成一个整体.变换时一起处理,实现真正的换装效果,而不是换衣片.这种做法同时也会带来一些问题,多边形的包含问题就是最典型的一个,例如对上衣口袋盖变换时,点击的拾取点将内含于上衣组片及上衣盖衣片区域之中,系统如何统筹各类多边形的关系是关键问题之一.多边形包含关系的算法是计算机图形学中的一个基本问题,已有较多的研究,应用比较广泛.其中交点计数检验法^[2]中顶点及重合线的处理是它的一个关键问题.另外,在文献[3]中采用的基于颜色的非遗传的柔化算法不能反映颜色的平滑过渡.本文提出的算法,能较好地解决上述问题.同时给出了一种基于 B-Spline 的衣片平面网格细分算法.

2 图像合成算法

本文的图像合成算法包括两幅图像的拼接和衣片及修饰物的纹理映射算法.

2.1 拼接算法

两幅图像进行拼接处理的关键问题是拼接处的纹理、颜色的吻合与平滑.文献[3]对拼接处以交接线为轴线,先将宽度为 $2 * R$ 的带形区域存入缓冲区,然后依次以轴线上各点为圆心、 R 为半径做非遗传的柔化处理.由于只对交接处的有限区域进行处理,并利用了模特图像皮肤的纹理和颜色,因而视觉效果不好.针对以上不足,我们对头、颈和脖子处的裸露部分进行全局考虑.步骤如下:

- 1) 利用边缘检测算法^[4]识别顾客头、颈及胸部裸露部分的区域,构成顾客多边形链表;对要拼接的模特图像识别其余部分;
- 2) 根据顾客和模特图像的颈宽调整两副图像的大小;
- 3) 计算顾客多边形轮廓链表和模特多边形轮廓链表的交点,确定新生成的多边形的性质;
- 4) 根据扫描线填充算法^[2],以脖子为中心,对于公共部分的左边,先穿过顾客,后穿过模特的区域填充为背景色;先穿过模特,后穿过顾客的区域填充为顾客色;对于右边区域,则相反;对于顾客轮廓多边形包含在模特轮廓多边形内的情况,先以顾客图像填充顾客轮廓多边形,在顾客多边形外,而又在模特脖子内的区域,以顾客皮肤块作纹理映射;纹理映射先进行多边形包含关系判断,然后对顾客多边形以顾客的皮肤块先作扫描线填充,对新的多边形以下述的插值算法进行颜色插值.

为跟踪顾客的纹理,本文采用如下的一种颜色插值方法.采用 HSV 彩色模型.设当前所求点的坐标为 (x, y) .

- 1) 计算以当前所求点 (x, y) 为圆心, r 为半径的所有象素点的 h, s, v 各分量的平均值 H, S, V .
- 2) 计算象素点 $(x-1, y-1), (x, y-1)$ 和 $(x+1, y-1)$ 的颜色平均值 H_1, S_1, V_1 .
- 3) 计算当前点的 h, s, v 分量, $h(x, y) = a * H + (1-a) * H_1, s(x, y) = a * S + (1-a) * S_1, v(x, y) = a * V + (1-a) * V_1$, 其中 r 和 a 为经验参数,在实验中 r 取 3, a 取 0.35.

2.2 纹理映射算法

在服装试衣效果系统中,纹理映射算法具有很重要的意义.算法的好坏直接影响到系统的性能,在顾客挑选面料时对某个(或几个)衣片需要进行换面料要用到此算法.在此算法之前,应在服装数据库中对款式进行边缘检测,以生成衣片的轮廓多边形.以后顾客挑选面料就可以由系统自动完成了面料的映射,考虑到款式、面料等的不断更新,因此预处理系统设

量 $stv = [stv_1, stv_2, \dots, stv_{m+4}]$. 然后进行控制顶点反求, 首先对于 u 向的 m 组型值点, 按上节所述的反求算法, 得到各条插值曲线的特征多边形型值顶点 CP'_{ij} ($i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$), 当 j 固定时, 曲面上任意一个已知型值点 P_{ij} 可表示成 u 向曲线族上一点的形式

$$P_{i,j} = \sum_{i=1}^n N_{i,3}(stu_{i+2}) CP'_{i,j} .$$

然后把算出来的 CP'_{ij} 看成 v 方向的型值点列, 同样沿 v 向第二次反求控制点阵, 得到最后的曲面控制点阵 CP_{ij} ($i=1, \dots, n; j=1, \dots, m$), 利用这些控制顶点, 即可计算出曲面上任意点的位置矢量. 本文仅利用所求出的特征控制网格顶点(即图 1 中左上的四个网格), 计算出的特征控制网格顶点用二维数组保存下来. 对当前的特征控制网格顶点用二维数组所代表的控制网格顶点先后进行 u, v 方向的分割, 利用分割的结果刷新二维数组. 这样, 每分割一步就细化一步, 称为细化一层^[6].

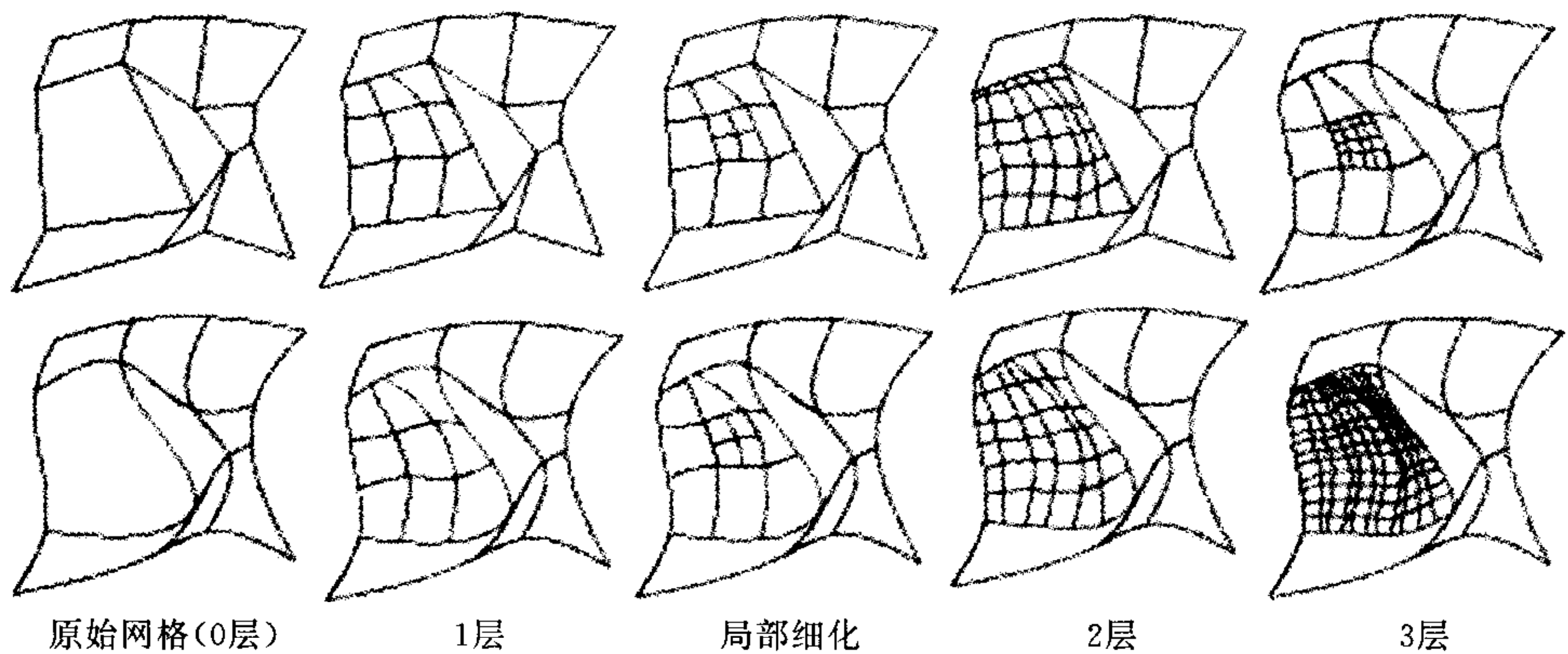


图 1 特征控制网格细化(上图为网格, 下图为曲面)

对第 i 层, 先求 u 方向的曲面带上的点, 这里只求每一小段的端点, 求出 u 方向的全部端点后, 再求 v 方向的所有端点. 由 $0 \dots i$ 层的所有端点构成新的网格点. 这里所有的控制点均在 xy 平面上, 所以实现时不考虑 z 坐标.

2.2.1.3 纹理映射方法

本文利用双线性插值^[3]的思想进行目标一源的纹理映射, 将面料、衣片分别视为源、目标, 对目标的每一个小四边形进行扫描线填充, 为了实现映射后纹理的连续, 通过插值算法实现. 在目标表面某区域的每一点的法线方向附加一个比较小的向量产生目标表面上的凹凸感. 纹理映射通过对目标图像皱折、明暗的分析产生偏移向量, 实现小四边形内部的皱折、明暗跟踪.

设裁片、衣片上映射对应点的各参数分别为

裁片: H_t, S_t, V_t ; 衣片: H_p, S_p, V_p . 将进行描绘的像素参数的合成方法为

• 色调 $H_{\text{pixel}} = H_t$,

• 饱和度 $S_{\text{pixel}} = \frac{4}{3\sqrt{3}} * s_p * \sin\left((1-s_p) * \frac{\pi}{2}\right) + \frac{4}{3\sqrt{3}} * s_t * \sin\left(s_p * \frac{\pi}{2}\right)$,

• 亮度 $V_{\text{pixel}} = \frac{4}{3\sqrt{3}} * v_p * \sin\left((1-s_p) * \frac{\pi}{2}\right) + \frac{4}{3\sqrt{3}} * v_t * \sin\left(v_p * \frac{\pi}{2}\right)$,

其中 $\pi = 3.14159265$.

3 实验结果

根据以上算法,在图 2 中以图 2(a)作为模特图像,图 2(b)作为顾客图像,进行拼接.所得的图 2(c)具备逼真的效果.在 P II-266 上的计算时间为 0.8 秒.实验结果表明,基于多边形包含关系的纹理映射算法是有效的.我们基于此算法实现了一个形象设计系统^[7].



图 2 形象设计

本文给出了一种基于非均匀 B-Spline 的网格细化方法,并讨论了衣片纹理映射的整个过程.本文较文献[6]的改进主要体现在保证精度的情况下提高效率上.因为在网络环境效率很重要,由于在反求控制点的过程中,反求方程组由 $(n+1) \times (m+1)$ 减少为 $n \times m$,所以效率提高了很多.在实际应用中,衣片网格的细化层数一般不超过 5 层,远远不会影响效率,足够在网络中传输.图 3 给出了最难描述的裙装、弯曲的袖及裤的网格划分及映射结果,图 3(a)为映射结果,图 3(b)为原始图像.从视觉效果来看,映射上去的面料纹理在原姿势及环境下得到了较好的效果.



图 3 衣片网格的细化

参 考 文 献

- 1 Hu Xiao-Xue. The algorithms for region mapping and their applications. *Chinese Journal of Advanced Software Research*, 1992, 5(2): 87~95
- 2 孙家广, 杨长贵. 计算机图形学. 北京:清华大学出版社, 1995
- 3 王 进. 基于图像的试衣效果系统研究[硕士毕业论文]. 杭州:浙江大学计算机系, 1999
- 4 Rosenfield A. *Digital Picture Processing*, Second Edition. New York: Academic Press, 1982. 143~155
- 5 吴中海, 张行功, 叶澄清, 潘云鹤. 一种多边形平滑拟合算法. *计算机学报*, 1997, 20(12): 1129~1132
- 6 王 进, 彭群生. 一个二次连续的平面网格划分算法及其应用. *计算机学报*, 2000, 23(9): 899~904
- 7 徐 军, 叶澄清, 王 进. 基于 CORBA/JAVA 技术的虚拟形象设计系统. *小型微型计算机系统*, 2000, 21(11): 1193~1196

徐 军 博士研究生. 研究方向为计算机图形学、图像处理.

叶澄清 教授, 博士生导师. 研究方向为计算机图形学、高性能计算机体系结构.