

文章编号: 1671-1742(2006)02-0221-04

基于改进散乱数据插值算法的人脸模型特定化技术

沈润泉^{1,3}, 徐莹^{1,3}, 何本阳²

(1. 江苏大学计算机系, 江苏 镇江 212013; 2. 同济大学计算机系, 上海 200092; 3. 镇江高等专科学校电子信息系, 江苏 镇江 212003)

摘要:真实感虚拟人脸合成技术一直是计算机图形学一个重要而富有挑战性的课题。其中,人脸建模是第一步,也是至关重要的一步,而人脸模型特定化技术是其中的关键技术。在研究和实验的基础上,提出了一种基于改进散乱数据插值算法的人脸模型特定化技术。实践证明,该技术可取得较好的效果。

关键词:人脸建模;弹性网格模型;特征点;散乱数据插值;人脸动画

中图分类号: TP391.41

文献标识码: A

1 引言

真实感虚拟人脸建模和人脸动画技术一直是计算机图形学一个重要而富有挑战性的课题,早在 20 世纪 70 年代,Frederic I. Parke 就开创了人脸动画技术领域。随着虚拟现实、游戏娱乐、影视制作以及视频会议等应用的发展,这一研究领域越来越受到人们的关注。

人脸建模技术是人脸动画系统的第一步,也是至关重要的一步。其中人脸模型特定化技术是人脸建模要解决的一个关键技术。本文主要进行这方面的研究,提出一种改进的算法,并取得比较理想的效果。

2 一般人脸模型的建立

通过读取由 3DS MAX 导出的 ASE 文件而建立一般人脸模型。ASE 文件是指 3DS MAX ASCII Export 输出文件,它以文本的形式保存了 3D 模型的所有信息。由于 3DS 是一种非常普遍的数据格式,且 3DS 格式的三维图形文件非常丰富。如各种三维图形素材光盘以及网上图形站点,都有大量的 3DS 模型库。易取材、成本低是采用 ASE 格式文件进行人脸建模的初衷。

通过对 ASE 文件的结构分析,得到以下一些重要信息:

- (1) 三维四边形网格模型中每个点的信息:三维坐标值、法向量坐标及纹理坐标;
- (2) 每个网格面的拓扑结构与信息:网格面的编号、面上点的索引、面上点的纹理索引及面的法向量坐标。

基于上述对 ASE 文件结构的分析,构造出几个数据结构。图形中对象结构,它包括两个结构:图形中点的结构和图形中面的结构。其中前者包括点的法向量结构、点的纹理坐标结构;后者包括面上点的索引、面上点的纹理索引和面的法向量坐标。用于导入 ASE 格式文件。

在上面所定义的数据结构基础上,再设计一些功能函数便可导入 ASE 格式文件。然后设置初始化绘制环境并定义所显示模型的类便可以显示人脸模型,如图 1 所示。

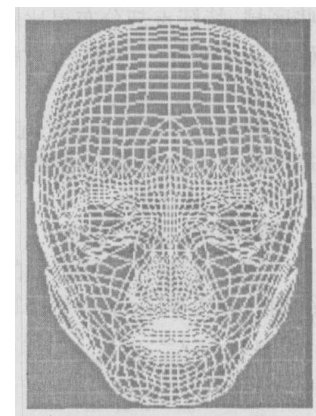


图 1 一般人脸模型

3 人脸模型系统的特征编辑

3.1 特征点的添加

三维人脸建模是人脸表情动画的基础,所以必须把上面所显示的人脸模型构造成线性弹性模型,因此需加入特征点,由它来控制其它自由点的运动。利用 OpenGL 提供的拾取操作,选中在鼠标附近所绘制的点,按照

人脸肌肉组织的结构特征加入相应的特征点。本文提取 48 个特征点,特征点的分布如图 2 所示。

3.2 人脸功能区的划分

系统所构造的人脸模型用于人脸动画,而人脸复杂的表情动画是由眼睛、鼻子、口、额头、上下颚等多个器官的运动所构成,不同的器官有不同的运动特性:有些器官主要体现出刚体运动的特征;而另外一些器官则体现出肌肤运动的特征,需采用不同的技术进行模拟。基于上述原理,将网格模型划分为 8 个功能区^[7]:额头、左眼、右眼、左脸颊、右脸颊、鼻子、上颚、下颚。功能区划分如图 3 所示。

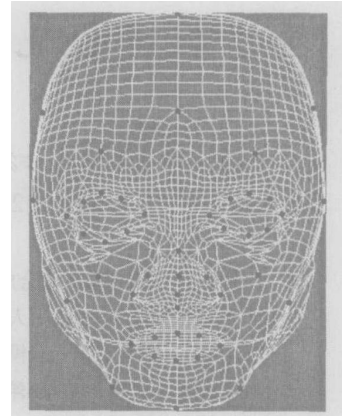


图 2 特征点分布图

4 一般人脸模型到特定人脸模型的修改

4.1 弹性网格模型的建立

上面已经建立了基于特征的多边形网格模型,为了实现人脸动画,还将该网格模型变成线性弹性模型。它满足如下条件:当网格中的一个或一组特征点移动时,相关的非特征点也要做相应的移动,且要符合弹性特征,即当特征点恢复到原来的位置,非特征点也要能恢复到原来的位置。

Pighin 等选择了径向基函数(radial basis function)作为插值函数^[21],即:

$$f(p) = \sum c_i \phi(p - p_i)$$

其中: $p - p_i$ 表示 p 和 p_i 之间的欧氏距离, $\phi(p - p_i)$ 称为径向基函数。

上述插值函数一般需要加上低阶多项式以表示整体变换(如仿射变换),Pighin 等加上了仿射变换部分,使得插值函数变成:

$$f(p) = \sum c_i \phi(p - p_i) + Mp + t \quad (1)$$

将公式(1)与仿射变换约束条件:

$$\sum_{i=0}^n c_i = 0$$

$$\sum_{i=0}^n c_i p_i^T = 0$$

相联立便可得各点的位移量。

实验开始采用散乱数据插值方法,但在实践的过程中,发现把整个网格当成一个弹性网格的算法有一些不合理的地方。如,特征点分布密度差别过大,一些特征点的区域,点的分布比较密,如眼睛和嘴巴上的特征点;而另一些区域,特征点却分布得比较稀疏。这种分布的不均匀性,使得用一步插值函数很难保证脸部局部区域变形的精确性和平滑性。再者,当只移动鼻子这个特征时,额头上、脖子上的网格点也跟着移动。因此实验对散乱数据插值方法进行了改进^[3,8]。

这种改进算法的主要思想是:按功能区把特征点分成不同的块并把特征点点集分成 3 层嵌套的子集;然后求出每层的密度比例因子和插值函数;最后把每层的插值函数求和,得出最终的插值函数,利用该插值函数求出网格点的位移。

该算法的具体步骤如下:

(1) 把人脸模型上所定义的 $N + 1$ 个特征点的点集 X 按所划的功能区分成不同的特征点块 F 。按照改进翼边结构的分块存储,很容易计算出每个功能区中任一特征点 x 的邻居点 x_1, x_2, \dots, x_k ,并作如下定义:

$$d_{\min}(x) = \min_{i=1, \dots, k} |x_i - x|$$

$$d_{\max}(x) = \max_{i=1, \dots, k} |x_i - x|$$

要把 X 分解成几层嵌套的子集,必须迭代地从 X 点集中删除一些特征点。按照下述方法从 X 点集中删除特征点 x 。即当 $x \in F$ 若 $\forall y \in F, d_{\min}(x) < d_{\min}(y)$, 且 $d_{\max}(x) < d_{\max}(y)$ 。这时把点 x 从点集 X 中删除。

每次迭代删除中,定义每个功能区最大删除点的个数。实验中,最后把点集 X 划分成 3 层嵌套的子集合: $X_1 \subset X_2 \subset X_3 = X$, 其中 X_1 中包含 28 个特征点, X_2 中包含 36 个特征点, X_3 中包含 48 个特征点。

(2) 分别计算 3 层嵌套子集合的密度比例因子。由于 3 层嵌套子集合上特征点的分布密度不同,而每层上所

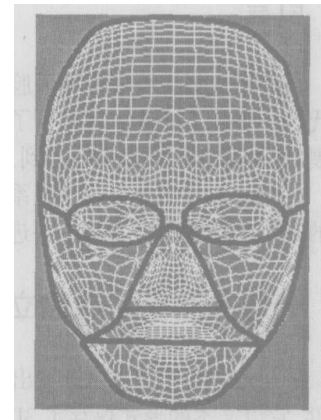


图 3 人脸功能区划分图

求的插值函数又与每层的密度有关,因而必须求出每层上的密度比例因子 k 。

首先定义 $q(x_k) = \min_{0 \leq l < m \leq N_k} \frac{x_l^{(k)} - x_m^{(k)}}{2}$, 其中 k 代表 k 层, N_k 表示每层中特征点的个数。然后取固定数, 令

$$k = q(x_k)$$

(3) 计算每层上的插值函数。前面已把特征点点集分解成 3 层嵌套的子集, 并求出各层上的密度比例因子, 下面将分别计算出每层上的径向基插值函数。

对于 $k = 1, 2, 3$

$$p_k = \sum_{j=0}^{N_k} c_j^{(k)} \phi_k(x - x_j^{(k)}) + M^k p_j + t^k \quad (2)$$

$$\sum_{j=0}^{N_k} c_j^{(k)} = 0 \quad (3)$$

$$\sum_{j=0}^{N_k} c_j^{(k)} p_j^T = 0 \quad (4)$$

其中 k 代表 k 层, N_k 表示每层中特征点的个数。取 $\phi_k(x) = \phi(\frac{x}{k})$ 为径向基函数。通过公式(2),(3),(4)联立可求得各层上的插值函数。

(4) 利用迭代方法求插值函数^[3,4]。把上面所求的插值函数按一种迭代的方法求出最终的插值函数。

首先, 令 $p_1|_{x_1} = f|_{x_1}$

$$p_2|_{x_2} = (f - p_1)|_{x_2}$$

$$p_3|_{x_3} = (f - p_1 - p_2)|_{x_3}$$

从上面的公式可以发现, 除第一层上的插值函数外, 后两层上所求的插值函数都是它与上层的误差函数。因此, 把每层上所求的插值函数相加可得到:

$$(p_1 + p_2 + p_3)|_x = f(p)|_x$$

这样, $f(p)|_x$ 就保证了在 x 上的各个特征点的函数值和已知的各个特征点的位移相一致。最后通过 $f(p)_x$ 就可以求出其他网格点的位移。

4.2 一般人脸模型特定化

基于特定人脸 5 幅照片(正面, 左侧面, 右侧面, 左侧 45°, 右侧 45°)来实现从一般人脸模型到特定人脸模型的修改。按照以下步骤^[2,9]进行特定人脸建模。

第一步: 对 5 幅照片进行预处理, 包括恢复摄像位置, 进行必要的变换。

第二步: 分别为 5 幅人脸照片按人脸的特征手工添加特征点。

第三步: 显示该 5 幅照片, 并将一般人脸网格模型按照照片的角度(正面, 左侧面, 右侧面, 左侧 45°, 右侧 45°)分别投影到照片上。

第四步: 对网格中和照片不相匹配的地方进行调整, 即看一般人脸模型中的特征点和照片中对应特征点的位置是否吻合, 若不吻合, 则调整一般人脸中特征点的位置, 直至它与照片中对应特征点相吻合。调整的过程使用的是上一节所建立的线性弹性模型, 当一个或一组特征点移动时, 其它的自由点将遵循弹性特征, 做相应的移动。最后所得到的三维网格点中的坐标来自网格正面、左侧 45°、右侧 45° 投影与正面照片、左侧 45° 照片、右侧 45° 照片相拟合, 坐标来自网格侧面与左侧 45° 照片、右侧 45° 照片、左侧面照片、右侧面照片相拟合。经过这些调整就可以得到特定人脸的网格模型。这样便实现了从一般人脸模型到特定人脸模型的修改(图 4 中的中性人脸)。

为了提高系统的逼真度, 还必须为特定人脸模型赋予一定的纹理。从多视角照片(正面, 左侧面, 右侧面, 左侧 45°, 右侧 45°)分别投影到人脸 3D 网格上, 得到所有网格点的纹理坐标。然后指定适当的融合因子, 用多视角照片对头部网格的圆柱投影^[2,9]展开图做融合渲染, 从而得到一张视点无关的纹理贴图, 处理纹理图和纹理坐标, 从而得到渲染后的特定人脸(图 4 中的中性人脸)。

5 实验结果

基于上述的弹性网格模型, 再加上肌肉模型(由于这方面技术比较成熟, 本文不再赘述, 可参考文献[5,6])可建立一个完备的人脸动画系统。然后通过肌肉组的收缩来带动相应网格点位移来产生人脸表情动画。如图 4。



图 4 人脸各种表情

6 结束语

介绍了一种基于改进散乱数据插值算法的人脸模型特定化技术,其中所用的一般人脸模型是导入 ASE 文件而建立的,并按照人脸的生理特征对一般人脸模型进行编辑,如添加特征点、进行功能分区。然后在弹性网格模型的基础上,从多视角照片实现一般人脸模型特定化。最后给出该特定人脸模型在添加肌肉模型后的 6 种表情动画。

参考文献:

- [1] Frederic I Parke. Computer Generated Animation of Faces[J]. Proceedings ACM annual conference, 1972, (8): 451 - 457.
- [2] Frederic Pighin, Jamie Hecker, Dani Lischinski, et al. Synthesizing Realistic Facial Expressions from Photographs[J], Computer Graphics Proceeding, 1998.
- [3] Floater M S, A Iske. Multi-step scattered data interpolation using compactly supported radial basis function [J]. Compute Appl Math, 1996, (73): 65 - 78.
- [4] Armin Iske. Hierarchical Scattered Data Filtering for Multilevel Interpolation Schemes, Mathematical Methods for Curves and Surfaces[C]. In: Tom Lyche, Larry L Schumaker eds, 2000. 211 - 220.
- [5] Edge J, Maddock S. Expression Visual Speech Using Geometric Muscle Function[J]. Department of Computer Science at Sheffield University, 2000.
- [6] K. Waters. A Muscle Model for Animating Three-dimensional Facial Expression[J]. Siggraph proceeding, 1987: 17 - 24.
- [7] 张青山, 陈国良. 具有真实感的三维人脸动画[J]. 软件学报, 2003, 14, (3): 643 - 650.
- [8] 唐峰, 王洵, 董兰芳等. 基于径向基函数多步离散数据插值的人脸变形研究[J]. 计算机工程与应用, 2003, (24): 80 - 83.
- [9] 张翔宇, 林志勇, 华蓓等. 从正面和侧面照片合成三维人脸[J]. 计算机应用, 2000, (7): 42 - 46.
- [10] 贾志刚. 精通 OpenGL[M]. 北京: 电子工业出版社, 1998.

Specific facial modeling technique on improved scattered data interpolation algorithm

SHEN Run-quan^{1,3}, XU Ying^{1,3}, HE Ben-yang²

(1. Dept. of Computer Science & Engineering, Jiangsu University, Zhenjiang, 212013, China;

2. Dept. of Computer Science & Engineering, Tongji University, Shanghai, 200092, China;

3. Dept. of Electricity & Information, Zhenjiang College, Zhenjiang 212003, China)

Abstract : Through research and experiments a new method named specific facial modeling technique based on the improved scattered data interpolation algorithm is proposed. The results show that it can meet the needs of the users.

Key words : facial modeling; linear spring mesh model; feature point; scattered data interpolation; facial animation



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>

阅读此文的还阅读了:

1. [基于改进RBF神经网络的变形场插值算法研究](#)
2. [基于肤色及改进的AdaBoost算法的人脸检测技术研究](#)
3. [基于稀疏表征的SRC人脸识别算法研究及改进](#)
4. [基于改进粒子群算法的散乱点云数据配准](#)
5. [一种改进的人脸识别算法](#)
6. [基于PDE图像插值放大算法的改进](#)
7. [一种基于改进肤色分割算法的人脸检测](#)
8. [基于改进散乱数据插值算法的人脸模型特定化技术](#)
9. [基于肤色模型与改进Adaboost算法的人脸检测](#)
10. [基于Adaboost算法的快速人脸检测技术](#)
11. [基于改进的子空间追踪算法的人脸识别](#)
12. [基于PCA算法的人脸识别技术研究](#)
13. [基于改进的LBP和PCA算法的人脸识别](#)
14. [基于WCCN的人脸识别算法](#)
15. [基于降维的多维插值数值算法](#)
16. [基于改进PCA与FLD算法的人脸识别](#)
17. [基于改进的Snake模型的人脸轮廓提取](#)
18. [基于LBP算法的人脸识别](#)
19. [空间数据插值算法设计](#)
20. [基于AISEC模型的自体库算法改进](#)
21. [一种基于改进插值的数据隐藏算法](#)
22. [基于SIFT的改进人脸识别算法](#)
23. [基于DFT的信道估计插值算法改进](#)
24. [基于改进的IDW模型的区域蒸散发空间插值技术研究](#)
25. [基于插值算法的IED优化](#)

- [26. 自适应人脸肌肉模型特定化技术](#)
- [27. 基于肤色模型的人脸检测算法](#)
- [28. 一种基于统计相关性的人脸识别算法改进](#)
- [29. 基于改进距离的LLE算法在人脸识别中的应用](#)
- [30. 浅谈人脸大数据多算法融合技术](#)
- [31. 基于改进Adaboost算法的人脸检测方法](#)
- [32. 基于数据场的k-means改进算法](#)
- [33. 基于薄板样条的快速插值人脸变形算法](#)
- [34. 散乱数据曲面插值算法研究](#)
- [35. 基于改进字典学习算法的人脸识别](#)
- [36. 一种改进的基于ASM模型的人脸跟踪算法](#)
- [37. 散乱点云精简的一种改进算法](#)
- [38. 基于改进K—means算法的海量数据分析技术研究](#)
- [39. 基于PCANet的人脸识别算法](#)
- [40. 基于数据分割的APRIORI改进算法](#)
- [41. 基于主动表现模型的人脸识别算法研究](#)
- [42. 基于B-Spline函数的散乱数据插值技术](#)
- [43. 基于TLD改进的人脸检测跟踪算法](#)
- [44. 基于Bezier曲面的大规模散乱数据的插值](#)
- [45. 基于ED-PKPCA算法的人脸识别技术](#)
- [46. 基于GH-YJ混合型的Adaboost改进算法的人脸检测](#)
- [47. 基于改进的LBP人脸识别算法的研究](#)
- [48. 散乱数据渐近正定径向基函数插值](#)
- [49. 散乱数据插值的迭代算法](#)
- [50. 基于改进主动外观模型的人脸识别算法研究](#)