

基于MPEG-4的三维人脸动画

蒋秀凤, 蒲晓蓉, 章毅

(电子科技大学计算机科学与工程学院 成都 610054)

【摘要】具有真实感的三维人脸动画是计算机图形学研究的一个重要分支,有着广泛的应用领域。如何在三维人脸模型上实时地模拟人脸的运动,产生具有真实感的人脸表情和动作,是其中的一个难点。该文在MPEG-4的三维人脸动画原理的基础上提出一种新的基于MPEG-4的、适宜于任意拓扑结构模型的三维人脸动画实现方法。该方法能够在FAP帧的驱动下实现真实感较强的三维人脸动画。

关键词 人脸动画; 人脸动画参数; 人脸特征点; MPEG-4
中图分类号 TP391 文献标识码 A

Realization of 3-D Facial Animation Based on MPEG-4

JIANG Xiu-feng, PU Xiao-rong, ZHANG Yi

(School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China Chengdu 610054)

Abstract The technique of realistic three-dimensional human facial animation is an important research direction in computer graphics. How to simulate the motions of human faces on 3D facial models in real-time to generate realistic facial expressions is still a challenge problem. Based on the theory of facial animation in MPEG-4, a new method for realizing 3-D facial animation is proposed in this paper. This method is proper for any topological face model. With the drive of Facial Animation Parameter (FAP) frame, the proposed method can realize realistic facial animation.

Key words facial animation; facial animation parameter; facial definition parameter; MPEG-4

三维人脸动画技术是当今计算机图形学和计算机视觉领域中非常热门的研究课题,其应用包括电脑游戏、虚拟现实、电影、编码、人脸识别和人机交互。自文献[1]用计算机产生了第一个三维人脸动画模型以来,由于电影特技的需求、电脑和网络技术的飞速发展以及由此引出的广泛的商业应用前景等,使三维人脸动画技术得到了快速的发展。目前已有许多产生具有真实感的三维人脸动画的方法,如:关键帧插值法^[2]、参数化技术^[3]、基于肌肉模型的三维人脸动画^[4]、表演驱动的三维人脸动画^[5]、声音驱动的人脸动画技术^[6]、基于MPEG-4的三维人脸动画^[7]等。

本文在MPEG-4^[8]的三维人脸动画原理的基础上提出一种新的基于MPEG-4的、适宜于任意拓扑结构的三维人脸动画实现方法。

1 基于MPEG-4的三维人脸动画原理

由于人脸动画具有广阔的应用领域,这使得在

MPEG-4标准中增加了人脸动画标准^[8]。MPEG-4所定义的人脸是一个合成的视觉对象,通过人脸动画参数来控制人脸对象的变形,可以在极低的数据率下获得理想的人脸动画效果。在MPEG-4中,人脸对象是用三维网格模型来表示的,它通过一系列的参数来刻画一个人脸。在MPEG-4标准中,定义了84个人脸特征点(Facial Definition Parameter, FDP)和68个人脸动画参数(Facial Animation Parameter, FAP),如图1所示。图1中列出了部分FDP点的编号, FDP用于定义人脸的特征, FAP定义了一整套基本的人脸动作,可以再现绝大多数的人脸表情和唇动。FAP中的前两个被称作高级FAP,分别是唇形(Viseme)FAP和表情(Expression)FAP。FAP的值以人脸表情动画单元(Facial Animation Parameter Unit, FAPU)为单位,如图2所示。图2中标号、
依次为ES0、ENS0、MNS0、MW0四个FAPU的几何意义。FAPU使同样的FAP参数应用到不同的模型上,产生的是同样的唇动和表情,这样就使FAP具

收稿日期: 2005-06-16

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(6047105)

作者简介: 蒋秀凤(1979-),女,硕士,主要从事神经网络、图形学方面的研究;蒲晓蓉(1969-),女,硕士,副教授,主要从事计算智能及生物特征识别方面的研究;章毅(1963-),男,博士,教授,博士生导师,主要从事计算智能方面的研究。

有了通用性。

根据FAP控制的人脸运动类型的不同,66个普通FAP分为两类:(1)控制人脸某些区域的旋转、平移和缩放等简单变换;(2)控制人脸某些区域的非简单变换,该区域点的运动没有简单的统一规则,如皱眉、眨眼、张嘴等。用户在得到一组FAP的值后,需要用到FDP域中的人脸动画定义表(FaceDefTables)来控制人脸网格的变形,从而得到相应的表情。对于第(1)类FAP,人脸动画定义表中定义了FAP的运动类型,包括旋转、缩放和平移三种。对于第(2)类FAP,人脸动画定义表中定义了三部分内容:(1)FAP的值域;(2)FAP控制哪些网格点;(3)FAP控制的网格点的运动因子是多少。对于每一个FAP,需要在人脸动画定义表中查找出这三部分内容,然后根据MPEG-4中提供的算法,计算出由该FAP控制的所有网格点的位移。对于一组FAP,每个FAP都计算出影响网格点位移的大小,将这些位移叠加起来就可以得到一个生动的人脸表情^[8]。

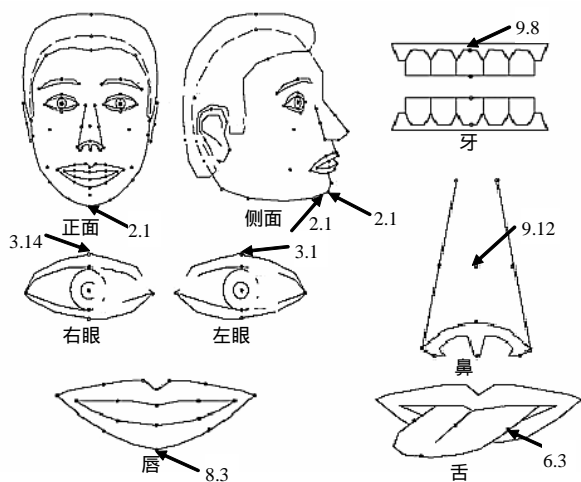


图1 FDP特征点

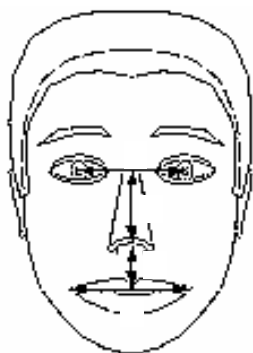


图2 FAPU

2 一种新的人脸动画实现方法

本文提出一种新的基于MPEG-4的三维人脸动

画实现方法,它由两部分组成:(1)编辑人脸动画定义表;(2)根据人脸动画定义表实现具有真实感的三维人脸动画。该方法中规定,每个FAP只影响一个特定的FDP对应网格顶点的位移(各FAP影响的FDP由文献[9]中Table C-1确定),并根据该顶点的位移计算其相邻区域内其他网格定点的位移。

2.1 建立三维人脸几何模型

三维人脸建模是三维动画的难点之一。本文采用的三维人脸几何模型是多边形网格模型,如图3所示。需要指出的是,本文的动画实现方法,适合于任何拓扑结构的多边形网格模型。

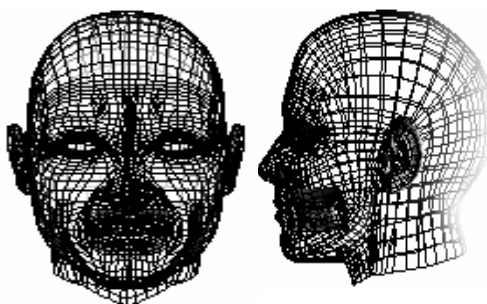


图3 人脸几何模型的正、侧面图

2.2 编辑FAPU、FDP及相关网格定点

(1)根据MPEG-4定义的人脸特征点,在三维人脸网格模型上选择用作FDP的网格顶点,及该网格顶点所影响的一组与其相邻的网格顶点。该过程的实现需要开发一个辅助工具,用来在三维人脸网格模型上选择网格顶点。这是一个需要用户交互的过程,用户要按照MPEG-4定义的人脸定义参数选择与FDP对应的网格顶点,并根据各FDP点在人脸部的的位置以及与该FDP临近的FDP的位置,选择受该FDP影响的一组网格顶点,本文选用了42个FDP。图4所示为经过编辑后,FAP3影响的人脸特征点FDP2.1,如图4中下巴部位黑色顶点所示,以及FDP2.1所影响的一组网格顶点,如图4中顶点所示。

(2)定义各FDP及受该FDP影响的网格顶点在受FAP驱动时的运动方向。MPEG-4的FAP定义表(文献[8]中Table C-1)定义了各FAP影响的FDP以及在该FAP的驱动下,FDP运动的正方向。本文采用该表中定义的正方向作为各FDP在FAP驱动下运动的正方向,每个FDP影响的一组网格顶点的运动方向与该FDP的运动方向相同。

(3)定义各受FDP影响的网格顶点的运动大小。当FDP受到FAP的驱动时,FDP影响的各网格顶点随控制该组顶点的FDP顶点的运动而运动。对于各受控顶点的运动,不仅需要定义运动的方向,还需要

定义这些点随FDP运动的快慢。

在人脸动画的过程中, 为了保证自然真实的人脸表情, 必须保持人脸几何模型的平滑性。当受FDP影响的网格顶点随FDP运动时, 为了保证人脸的平滑性, 本文采用的方法是: 离FDP网格顶点距离近的点比远的点随FDP运动的速度快, 离FDP越远, 运动速度越慢。每个受FDP影响的网格顶点有一个(0,1)区间内的权值, 用以表示它随FDP运动的相对速度; P_m 表示一个FDP对应的网格定点; 集合 $P=\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$ 表示 P_m 所影响的一组网格顶点; D_i 表示集合 P 中的顶点 P_i 与 P_m 的几何距离; 集合 P 中的顶点与 P_m 的最大距离为 D_{max} , 则 P 中任意一点 P_i 的权值为: $W_i=1-D_i/D_{max}$

(4) 构建人脸动画定义表。人脸动画定义表是受各FAP驱动的网络顶点的运动因子, 它是一个三维的向量, 表示各顶点的运动方向和运动大小。在(2)中定义了各被驱动的网络顶点的运动方向, 在(3)中定义了各网络顶点随FDP运动的相对速度, 即权重, 各顶点的运动因子 D 即为该定点的运动方向与权重的乘积。但步骤中构建的人脸动画定义表, 只适用于特定拓扑结构的人脸模型, 当人脸模型外观发生改变而拓扑结构不变时, 无需重定义人脸动画定义表, 但对于不同拓扑结构的人脸模型, 人脸动画定义表不通用。

(5) 根据FAPU的定义, 用(1)中的辅助工具在人脸几何模型上选定用于计算FAPU的网格顶点, 如图5所示, 计算各FAPU的值。MPEG-4的FAP定义表定义了各FAP与FAPU的对应关系。



图4 FAP3影响的点

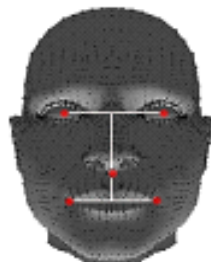


图5 编辑FAPU

2.3 根据人脸动画定义表实现人脸动画

在连续FAP帧的驱动下, 三维人脸动画的客户端程序将对各帧数据进行相应的处理, 产生连续的动画。当客户端接收到一帧FAP时, 将对帧中的68个数据依次进行处理。以FAP3驱动的FDP2.1, 对应网格顶点为 P_m , 以及一组网格顶点 $P=\{P_1, P_2, \dots, P_k\}$ 为例: $FAP3=F_3$, 则 P_m 和 P_i ($i=1, 2, \dots, k$) 在FAP3驱动下位置的改变量为 $P_m = F_3 * MW0$; $P_i = F_3 * W_0 * D_i$ 。

程序对各帧数据进行处理, 并对改变顶点位置后的人脸数据进行刷新显示, 产生连续的动画。

3 实验结果

用连续的FAP帧来测试系统。测试的过程如下: 读入由FAP帧数据组成的FAP文件, 观察由FAP驱动的人脸表情的真实性, 并且计算生成动画的速度。

图6和图7是用本文提出的方法生成的特定人脸动画的剪辑。图6是四种不同的表情: 高兴、愤怒、忧伤、惊讶, 其中, 高兴的表情对应的FAP值为: $FAP3=11, FAP4=-69, FAP5=7, FAP6=34, FAP7=34, FAP8=-69, FAP9=-69, FAP10=7, FAP11=7, FAP12=119, FAP13=119, FAP19=101, FAP20=101, FAP21=50, FAP22=50, FAP41=75, FAP42=75, FAP51=-67, FAP52=7, FAP53=34, FAP54=34, FAP55=-67, FAP56=-67, FAP57=7, FAP58=7, FAP59=119, FAP60=119$, 其他FAP值为0。图7是一组嘴巴由张开到闭合, 并且眨眼的动画过程。从图中可以看出, 本文提出的三维动画实现方法具有较好的真实性。



图6 高兴、愤怒、忧伤、惊讶



图7 张嘴并闭眼的动画序列

试验系统采用的开发工具是 VC++6.0 和 OPENGL。在 Inter Pentium 4 CPU, 内存为 256 MB

的计算上运行时,测得系统生成动画的速度为25帧/s左右,完全可以达到实时的要求。多次试验表明,本文提出的方法能真实、实时地实现三维人脸动画。

4 结束语

本文提出了一种新的基于MPEG-4的三维人脸动画实现方法,该方法能够在FAP帧的驱动下,实现具有相当真实感的三维人脸动画,适宜于任意拓扑结构的3D人脸模型。它的不足之处在于实现动画的过程中,需要一定的用户交互。如何减少或取消用户的交互需要作进一步深入研究。

参考文献

- [1] PARKE F I. Computer generated animation of faces[J]. ACM National Conf, 1972, 451(3): 457-468.
 [2] EROL F, GUDUKBAY U. An interactive facial animation system[C]// Proc International Conf. In Central Europe on Computer Graphics. [S. l.]: [s. n.], 2001.

- [3] PARKE F I, WATERS K. Computer facial animation. wellele[M]. MA: AKPeters, 1996.
 [4] 金小刚, 鲍虎军, 彭群生. 计算机动画技术综述[J]. 软件学报, 1997, 8(4): 241-251.
 [5] CHOE B. Performance driven muscle based facial animation[J]. The Journal of Visualization and Computer Animation, 2001, 12(2): 67-79.
 [6] EZZAT T. A talking facial display based on morphin visemes[J]. Computer Animation, 1998, 96(5): 102-110.
 [7] 姜大龙, 王兆其, 高文. 基于MPEG-4的三维人脸动画实现方法[C]//第一届全国虚拟现实与可视化学术会议CCVRV'01. 北京: [出版者不详], 2001.
 [8] Moving Picture Experts Group. Mpeg4[EB/OL]. <http://mpeg.telecomitalia.com/standards/mpeg4/mpeg4.htm>, 2005-01-05
 [9] Codage. ISO/IEC 14496-2. Information technology--coding of audio-visual objects-- Part 2: Visual technologies del'information[S]. Second edition. 2001.

编辑 漆蓉

(上接第565页)

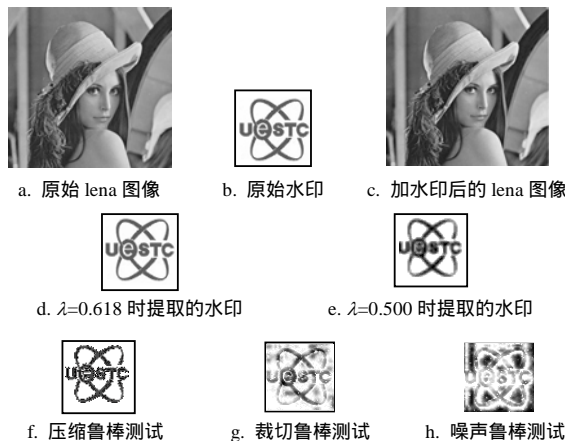


图4 仿真结果

鲁棒性测试结果如表1所示。

表1 对算法鲁棒性测试结果($\lambda=0.618$)

| 处理方式 | 提取的水印 | NC系数 |
|-----------|-------|-------|
| JPEG压缩比30 | 图4f | 0.856 |
| 裁切25% | 图4g | 0.845 |
| 均匀噪声 | 图4h | 0.732 |

5 结束语

本文提出的算法采用较少的参数就能实现水印的盲提取,且具有良好的自适应性和安全性、较强的抗剪切能力和抗JPEG压缩能力;小波系数量化到了分割区间的黄金分割点,比量化到中点有较好的PSRN值;灰度级水印在感知上是可视的,所以提取的水印信息很容易辨别。

参考文献

- [1] BURT P J, ADEISON E H. The laplacian pyramid as a compact image code[J]. IEEE Trans. on Commun., 1983, 31(4): 532-540.
 [2] LIU X M, LU Z M, SUN S H. Digital watermarking of still images with gray-level digital watermarks[J]. IEEE Trans. on Consumer Electronics, 2000, 46(1): 137-145.
 [3] 牛夏牧, 陆哲明, 孙圣和. 基于多分辨率分解的数字水印方法[J]. 电子学报, 2000, 28(8): 1-4.
 [4] 朱从旭, 陈志刚. 一种基于混沌映射的空域数字水印新算法[J]. 中南大学学报(自然科学版), 2005, 36(2): 272-276.
 [5] 杨树国, 李春霞, 孙尧, 等. 基于位平面分解的图像数字水印方法[J]. 计算机工程与应用, 2003, 18: 111-113.

编辑 黄莘