

文章编号:1004-1478(2011)06-0071-04

基于肤色模型的三维人脸重建

张锦华, 王倩

(周口师范学院 计算机科学系, 河南 周口 466001)

摘要:针对三维人脸重建时侧面角度的纹理缺失问题,提出了一种基于肤色模型的三维人脸重建方法.该方法利用改进的ASM方法自动提取特征点,通过平面投影和线性组合获取照片对应的深度三维几何信息,将TPS算法变形得到特定三维人脸模型;将RGB空间与YUV空间和YIQ空间进行转换以判定肤色点,通过Gamma矫正侧面角度特征点使其有效落在肤色区域内;最后依据矫正后的肤色点进行纹理映射.实验证明,该方法只用单幅非绝对正面照片即可实现较高真实感的三维人脸重建,并可有效改善侧面纹理缺失的情况.

关键词:三维人脸重建;肤色模型;空间转换;Gamma矫正

中图分类号:TP391.41

文献标志码:A

3D face reconstruction based on skin color model

ZHANG Jin-hua, WANG Qian

(Dept. of Comp. Sci., Zhoukou Normal Univ., Zhoukou 466001, China)

Abstract: In order to reduce the deficiencies of texture in the procession of 3D face reconstruction, a 3D face reconstruction approach based on skin color model was proposed. First, this method uses the improved ASM to get facial feature and obtains the depth 3D geometric information by planar projection and liner combination and achieves a specific face model by using TPS algorithm. Then, it converts RGB space to YUV and YIQ space in order to judge which feature point was shin color point. The skin color point was effectively located in skin color area through rectifying side angle feature points. Finally, texture mapping after correction was made according to shin color points. The experiment results showed that this approach could realize high realistic 3D face reconstruction only by using single not absolutely positive pictures, and improve texture missing.

Key words: 3D face reconstruction; skin color model; space conversion; Gamma transform

0 引言

人脸是人类非常重要而又复杂的情感表达载体,在表情动画、情感分析等方面发挥着重要作用.然而,人脸具有几何复杂性、多样性和非刚性等特点,使得三维人脸建模成为一个极具挑战性的研究课题.

特定人脸建模是指根据特定的人脸数据信息建立特定人脸模型,用以描述不同人的具体特征.特定人脸建模方法大致可分为2类,即基于三维数据的特定人脸建模和基于标准模型的特定人脸建模^[1].基于三维数据的特定人脸建模一般是先利用三维激光扫描仪获取三维几何数据,对数据进行除噪、补洞等预处理,然后进行点云三角化,最后通过

收稿日期:2011-04-17

作者简介:张锦华(1979—),女,河南省周口市人,周口师范学院助教,主要研究方向为数字图像处理.

网格优化得到合适的精度模型^[2-4]。这种方法构建的三维模型通常具有较高的精度和真实感,能够清晰地描述特定人脸特征,但建模过程需要多张不同视点的人脸图像和大量的人机交互,自动化程度较低。基于标准模型的特定人脸建模方式可分为基于三维散乱点数据的建模方法和基于图像的视觉建模方法。前者主要是基于 Snake 模型和不同插值函数的三维特定人脸建模,后者是 1990 年代以来出现的最具有代表性的人脸建模方法。T. Vetter 等^[5]于 1999 年通过建立模型和模型匹配 2 个过程,首次实现了三维人脸建模的完全自动化。但是,该模型的基础是根据人脸柱面展开图建立基于人脸特征的三维人脸稠密对应,采用基于光线流的三维人脸对应算法和随机梯度下降法的模型匹配算法,因此对于差异性较大的人脸图像,对应效果不太好,且稳定性和鲁棒性较差。Da-long Jiang 等^[6]对 T. Vetter 方法作了改进,在计算三维人脸模型组合系数时,使用人脸特征点代替稠密人脸模型,使用纹理映射取代纹理模型,大大降低了计算量,简化了特定三维人脸建模过程。Lu Chen 等^[7]继续对文献^[6]的方法进行改善,采用稀疏形变模型获得三维人脸特征点深度信息,通过变形标准模型得到特定三维人脸,减少了大量的复杂稠密对应计算,简化了建模难度。然而,在使用上述方法进行三维人脸重建的过程中,纹理映射的二维人脸特征点必须是对称的,对于非绝对正面,即存在一定侧面角度的照片来说,模型重建过程中纹理映射的二维人脸特征点是非对称的。所以,如果使用对称的二维人脸特征点纹理映射三维人脸模型,会将脸部以外区域映射到模型上,形成侧面角度的纹理缺失。鉴于此,本文拟在上述三维人脸建模方法的基础上,采用基于肤色模型的纹理融合技术,通过 Gamma 矫正具有一定侧面角度照片的人脸特征点,自动完成人脸姿态估计和三维重建,实现比较精确的纹理提取,有效提高特定三维人脸重建的鲁棒性。

1 重建三维人脸模型步骤

特征点是指可确定人脸特征的一组特定位置的点^[8]。人脸特征点的选取应遵循 2 个原则:一是人脸特征点(如眼角、鼻尖和嘴角等)位置应精确、有意义,有助于自动精确定位人脸各部位;二是特征点数量应在表示人脸特征的清晰性和时间复杂度之间取得平衡,不能为追求特征点的清晰表征而牺牲系统计算效率。

参照上述原则以及三维人脸建模方法,选用 BJUT-3D Face Database 三维人脸数据库,通过采样、降噪和矫正等预处理操作,选取 50 名男性和 50 名女性平均每人约 30 000 个点和 60 000 个三角片的三维人脸几何数据作为初始稠密样本集,然后手工选取每人 60 个三维人脸特征点作为稀疏样本集。

三维人脸重建步骤如下:

1) 采用基于复合局部信息模型的改进 ASM (active shape model) 算法,选取一定领域内梯度值较高的特征点,提取 Gabor 小波特征,通过线性判别式分析法和最近邻分类法搜索最佳位置特征点,自动提取人脸的 60 个特征点;

2) 使用平面投影和线性组合等方法将获得的三维人脸特征点样本集最优逼近照片的二维人脸特征点,从而获取人脸特征点对应的三维深度几何坐标信息;

3) 使用薄板样条插值 TPS(thin plate splines) 算法模拟人脸在点约束下的弯曲变形,将一般模型变形得到特定三维人脸模型。

2 基于肤色模型的特征点矫正

彩色图像信息是以 RGB 颜色体系方式进行存储的。然而,在人类肤色分析中,由于 RGB 颜色空间中 3 个颜色变量包含彼此相关的亮度信息,所以不适合色度处理,需要将 RGB 颜色空间中的亮度信息与色度信息分开。因此,为了更好地实现三维人脸重建过程中肤色点的检测,采用 Gamma 矫正 YUV 空间和 YIQ 空间来降低光照对图像质量的影响^[9]。

2.1 RGB 到 YUV 和 YIQ 的空间转换确定肤色点

2.1.1 YUV 颜色空间 YUV 颜色空间中, Y 表示亮度, U 和 V 描述色彩饱和度的属性,是颜色空间中正交的 2 个变量。YUV 与 RGB 相互转换公式如下:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$U = -0.147R - 0.289G + 0.436B$$

$$V = 0.615R - 0.515G - 0.1B$$

UV 平面中,每种颜色对应 1 个色度信息,色调由相位角 θ 表示:

$$\theta = \tan^{-1}(|U|/|V|)$$

根据对大量图像的彩色分析,可以确定人的肤色色调 θ 的变化范围,如图 1 所示。

2.1.2 YIQ 颜色空间 RGB 与 YIQ 之间的转换公式如下:

$$Y = 0.299R + 0.587G + 0.114B$$

$$I = 0.596R - 0.275G - 0.321B$$

$$Q = 0.212R - 0.523G + 0.311B$$

在YIQ空间中, Y 表示亮度信息, I 表示从橙色到青色的颜色变化, Q 表示从紫色到黄绿色的颜色变化. I 色度分量值越小, 黄色越多, 黄绿色越少. 通过测试和分析可确定肤色在YIQ空间内的 I 值的变化范围为 $[20, 90]$, 如图2所示.

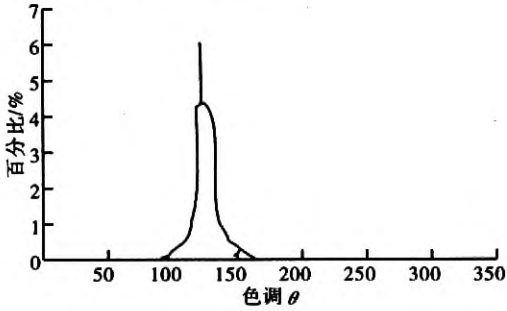


图1 YUV空间中肤色色调分布

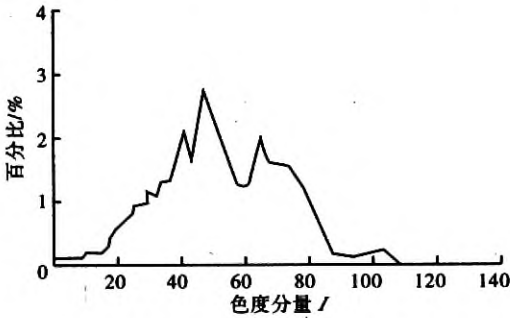


图2 YIQ空间中肤色的I值分布

2.1.3 YUV空间和YIQ空间互补确定肤色点

由于YUV空间中的相位角 θ 易于区分肤色和黄绿色, YIQ空间中的 I 分量易于区分肤色和灰、棕色背景, 因此采用相位角 θ 和 I 分量结合的方法可有效提取肤色信息. 如像素点 P 通过RGB空间变换到YUV空间和YIQ空间之后, 满足条件 $\theta_p \in [\theta_{min}, \theta_{max}]$, 且 $I_p \in [I_{min}, I_{max}]$, 则该像素点 P 为肤色点.

2.2 Gamma矫正特征点

建立Gamma值与像素具体值之间的非线性关系, 使Gamma矫正能根据图像中每个像素的具体值进行适当矫正, 从而有效改善光照对图像质量的影响. 对照RGB空间到YUV空间和YIQ空间之间的转换式, 根据矫正后的 $R_{gamma}, G_{gamma}, B_{gamma}$ 得出相位角 θ 和 I 值.

$$\theta = \tan^{-1} \left(\frac{-0.147R_{gamma} - 0.289G_{gamma} + 0.436B_{gamma}}{|0.615R_{gamma} - 0.515G_{gamma} - 0.1B_{gamma}|} \right)$$

$$I = 0.596R_{gamma} - 0.274G_{gamma} - 0.322B_{gamma}$$

此外, 还需确定具有一定侧面角度的特征点是否为肤色点. 如果像素点 P 的相位角 $\theta_p \in [110, 150]$, $I_p \in [20, 90]$, 则 P 点为肤色点. 如像素点 P 不满足条件, 则会落在脸部区域以外, 如图3a)所示. 为了使特征点逼近肤色点, 将 P 点向脸部中心缩进, 直到所有特征点都为肤色点为止. 矫正后的效果如图3b)所示.

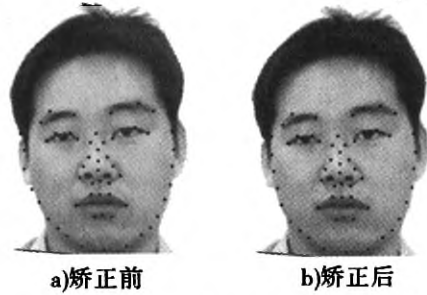


图3 Gamma矫正前后特征点对比

2.3 纹理映射

为了有效避免侧面角度三维人脸的纹理缺失, 对重建模型进行纹理映射时, 需将矫正后的二维人脸照片肤色特征点作映射变换后正交投影到三维模型表面, 如图4所示.

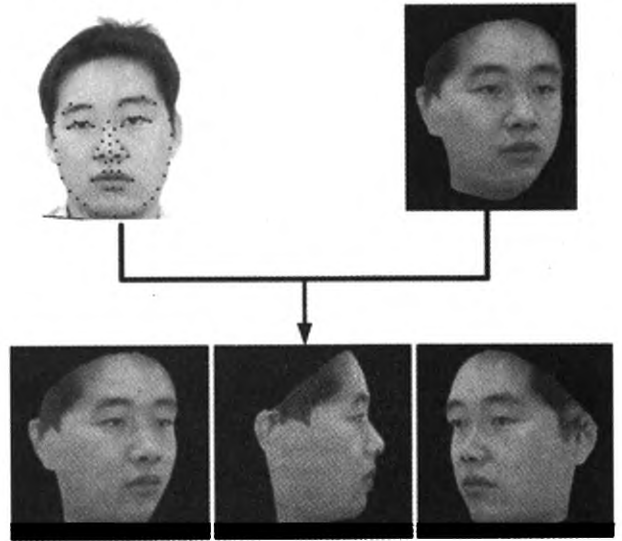


图4 矫正后特征点纹理映射一般模型得到的三维人脸模型

3 实验结果

本文使用VC++6.0和OpenGL三维图形软件包, 选用30张非绝对正面照片测试基于肤色模型的三维人脸重建结果. 与文献[7]方法实验结果对比如表1所示.

实验结果表明,本文方法对非绝对正面照片进行基于肤色模型的三维人脸重建,使侧面纹理的缺失问题得到了有效解决。

表1 本文方法与文献[7]方法实验结果对比

方法	左侧纹理缺失	右侧纹理缺失	正确率/%
本文方法	2	1	90
文献[7]方法	6	3	64

4 结语

本文针对单张非绝对正面照片进行三维人脸重建过程中存在的侧面纹理缺失问题,提出基于肤色模型的三维人脸重建的改进方法:利用改进的ASM方法自动提取特征点,通过平面投影和线性组合获取照片对应的深度三维几何信息,将TPS算法变形得到特定三维人脸模型,进行RGB空间到YUV空间和YIQ空间的转换判定肤色点,Gamma矫正使得所有特征点均落在肤色区域内,最后使用矫正后的二维人脸特征点纹理映射得到三维人脸模型。实验证明,基于肤色模型的三维人脸重建方法对非绝对正面照片能有效提取出其中的肤色信息,进行快速的有真实感的三维重建,较好地改善侧面纹理缺失的问题。

参考文献:

[1] 赵晓刚,惠延波.特定三维人脸建模方法综述[J].计

算机与数字工程,2009(5):133.

- [2] Lee Y C, Terzopoulos D, Waters K. Realistic modeling for facial animation [C]//SIGGRAPH Proc of 22nd Annual Conf on Comp Graphics and Interactive Tech, New York: ACM, 1995:55-62.
- [3] Jeong W, Kahler K, Haber J. Automatic generation of subdivision surface head model from point cloud data [C]//Proc Graphics Interface, Calgary: Alberta, 2002: 181-188.
- [4] Xu C, Quan L, Wang Y. Adaptive multi-resolution fitting and its application to realistic head modeling [C]//Proc Geometric Modeling and Proc, Beijing: [s. n.], 2004:345-348.
- [5] Vetter T, Blanz V. Estimating colored 3D face models from single images: An example based approach [J]. Lecture Notes in Comp Sci, 1998, 1407:499.
- [6] Jiang Da-long, Hu Yu-xiao, Yan Shu-cheng. Efficient 3D reconstruction for face recognition [J]. Pattern Recognition, 2005, 38(6):787.
- [7] Chen Lu, Yang Jie. Automatic 3D face models reconstruction using one image [C]//Proc of WICPAS Lecture Notes in Comp Sci (LNCS), [s. l.]: Springer, 2006:235-243.
- [8] 孙亦博,耿国华,周明全.多视角三维人脸识别中的特征提取[J].微计算机信息,2007(19):277.