文章编号：1672-6413(2008)01-0040-02

基于正面和侧面照片的三维人脸建模

曾照华，张永梅
（中北大学 电子与计算机科学技术学院，山西 太原 030051）

摘要：通过对中性人脸主要特征点的调整得到特定人脸，这是计算机视觉领域最常用的方法。在二维数字图像的基础上，依据立体视觉的相关理论，测定出特征点的深度信息，然后交互地修正中性人脸特征点的位置，最后得到特定人脸的模型。

关键词：特定人脸模型；三维重建；双目立体视觉
中图分类号：TP391.41　　**文献标识码**：A

0 引言

人脸作为个体的门户，是人体上最具表达力的一部分，在人类的交流中占据着举足轻重的地位。国内外的研究者对三维人脸建模进行了一系列的研究，如深度图建模、立体视觉建模、运动视觉建模及基于特征的调整方法等，其中包含一些自动的建模方式。由于成像条件等因素的影响，自动建模方法或较为复杂或鲁棒性不强，还难以满足实际的需要。基于特征的模型调整方法充分利用了人脸先验知识，因此效率高、速度快的交互方式是常用的一种人脸模型调整方法。

本文采用在人的二维正面、侧面照片的基础上，依据 MPEG－4 多媒体标准定义出人脸的特征点，通过第三方软件引出一个通用的人脸，将照片投影到这个通用人脸上，通过调整通用人脸特征点区域的位置，使通用人脸发生变形，以达到近似照片中人脸的效果。对于照片中的非特征点，采用散乱插值的方法使其随特征点作相应变动。

1 立体视觉原理

正面、侧面建模原理是基于立体视觉原理的建模应用。下面我们介绍一下立体视觉原理的相关理论。

利用立体视觉传感器确定 3D 点在空间中的位置，只需要具备简单的几何知识和代数知识。我们采用如图 1 所示的方法标定出摄像机的位置。

图 1 中，我们要测的空间点为 P 点。假定我们在拍摄照片时，使得摄像机 C1 的光轴 X_1 与物体坐标系的 X_0 轴重合，且摄像机 C1 坐标系中的 Z_1 轴与物体坐标系的 Z_0 轴平行，摄像机 C2 为摄像机 C1 在物体坐标系下绕 Z_0 轴旋转角 θ 后得到。设点 P 在物体坐标系下的坐标为 (X,Y,Z)，摄像机 C1 的光心 O_1 与 O_0 的距离为 D，摄像机 C1 与 C2 的各项参数均相同且焦距为 L，像点 P_1 与 P_2 在各自摄像机图像平面上的坐标分别为 (u_1,v_1) 和 (u_2,v_2)，根据线性摄像机模型（即针孔模型），可以得到：

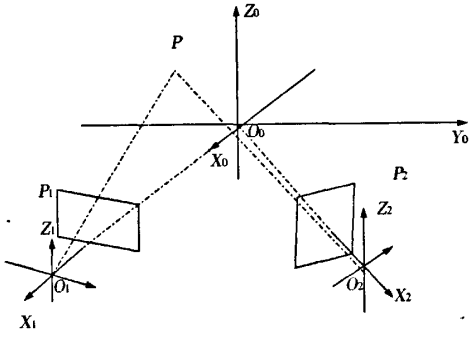


图 1 立体视觉中的摄像机标定

$$\begin{cases} u_1=\dfrac{L}{D-X}Y \\ v_1=\dfrac{L}{D-X}Z \\ u_2=\dfrac{L}{D-(X\cos\theta+Y\sin\theta)}(Y\cos\theta-X\sin\theta) \\ v_2=\dfrac{L}{D-(X\cos\theta+Y\sin\theta)}Z \end{cases} \quad (1)$$

当摄像机与物体的拍摄距离 D、摄像机的焦距 L 和旋转角度 θ 已知时，解方程组就可以得到空间点 P 的三维坐标。D、L、θ 这三个参数可以通过立体视觉

收稿日期：2007-03-30；修回日期：2007-08-30
作者简介：曾照华(1975-)，男，山西太原人，硕士研究生，主要研究方向：人工智能。

万方数据

摄像机标定得到。当旋转角 $\theta=90°$ 时，摄像机的成像平面变为两个正交的投影面，则公式(1)可简化为：

$$\begin{cases} u_1=\dfrac{L}{D-X}Y \\ v_1=\dfrac{L}{D-X}Z \\ u_2=\dfrac{-L}{D-Y}X \\ v_2=\dfrac{L}{D-Y}Z \end{cases} 。 \quad \cdots\cdots (2)$$

2 基于正交照片的人脸重建步骤

根据前面提到的立体视觉原理，我们在三维人脸建模中主要采用以下步骤：

2.1 人脸照片归一化

利用数码相机拍摄得到了正面、侧面人脸图像。对于给定的特定人脸的正面、侧面图像，往往很难保证拍摄距离一致，从而造成人脸器官尺寸的大小不一致，需要在提取特征点之前对其进行归一化处理，以保证坐标的统一。设在正面、侧面人脸图像上，眼睛与嘴巴的中心线距离分别为 H_r 与 H_s。图像中原始坐标为 (X,Y) 的像素点，归一化后的坐标如下：

$$\begin{cases} x=k(X/H) \\ y=k(Y/H) \end{cases} 。 \quad \cdots\cdots (3)$$

其中：$H=\begin{cases} H_r(\text{正面人脸图像}) \\ H_s(\text{侧面人脸图像}) \end{cases}$；$k$ 为常数因子。人脸图像归一化示意图见图 2。

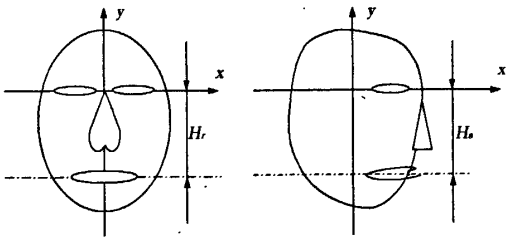


图 2　人脸图像归一化示意图

2.2 整体调整

假定正面图像的二维坐标为 X、Y，侧面反映人脸的深度值为 Z。从正面、侧面照片的三维坐标中可以提取到以下信息：①从正面照片得到特征点的 X、Y 坐标；②从侧面照片得到特征点的 Y、Z 坐标。人脸照片归一化后，将 Y 方向的坐标统一到同一尺度。将特征点投影到正面和侧面照片上，通过特征点和外框在屏幕上的坐标就可以计算出特征点准确的空间位置。将通用人脸的空间位置按照片中计算出的特征点空间位置作调整，就可以再现特定人脸的几何形状。

2.3 非特征点调整

对于非特征点变形后的位置，我们主要采用散乱数据插值的方法，一种有效的散乱数据插值方法是径向基函数插值法。使用径向基函数插值法进行变形的一般过程为：对于第一个特征点 i，将其在变形后的坐标记为 p_i，变形前的坐标记为 $p_i^{(0)}$。则该点的位移为：

$$u_i=p_i-p_i^{(0)} 。 \quad \cdots\cdots (4)$$

记模型上第一点的位移为 u_0。取 $f(p)$ 满足 $f(p_i)=u_i$，这样模型上每一点 p_j 的位移可以从 $f(p_j)$ 得到。取径向基函数为如下形式：

$$u_i=\sum_{i=1}^{n}c_i\Phi(\|p-p_i\|)+Mp+t 。 \quad \cdots\cdots (5)$$

其中：n 为特征点数目；c_i 为与特征点 p_i 对应的权系数；Φ 为径向对称函数；仿射分量 M 和 t 分别是 3×3 矩阵和 3×1 向量，可以根据具体情况选取。设 p_i 的三个分量对应坐标为 x、y、z。为了决定系数 c_i 和仿射分量 M、t，需要求解的约束条件为一个线性方程组：

$$\begin{cases} u_i=f(p_i) \\ \sum_{i=1}^{n}c_i=0 \\ \sum_{i=1}^{n}c_ip_i^T=0 \end{cases} 。 \quad \cdots\cdots (6)$$

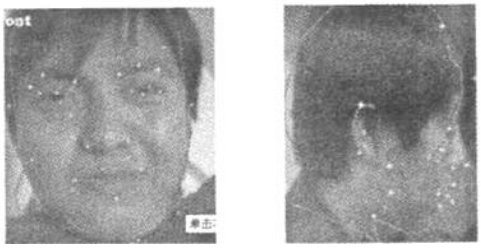
后两个约束的作用是为了在径向基函数中消除仿射分量的影响。

2.4 曲面重构

最后我们采用 B 样条曲面反算算法，由三维空间中各截面曲线的 B 样条控制顶点反算出 B 样条曲面的控制点，从而生成三维人脸曲面造型。

3 实验及实验结果

根据以上理论，本文进行了相关实验，图 3 为人的正面、侧面照片及相应特征点的定位图。图 4(a)为本文中使用的通用人脸，图 4(b)为用本文所述方法调整后的人脸。



(a)正面　　(b)侧面

图 3　人脸照片及特征点

4 结语

本文利用立体视觉原理，在人脸正面、侧面照片的基础上，提取出了人脸的正面器官分布以及侧面深度信息；对通用人脸能够反映人脸几何形状的特征点作了相应的调整，对于通用人脸的非特征点，则依照散乱数值插值公式作相应调整；最后使用 B 样条，对曲面进行重建。本模型可以通过一定的纹理算法，实现真实化再现，这将是今后的工作。

（下转第 44 页）

万方数据

深成形仿真中，存在前后工序历史信息的传递问题。为保证前后工序间信息的准确传递，在多次拉深成型模拟中应注意以下几点：①采用变形体的节点单元位置固定不变的原则以及节点和单元的编号固定不变原则；

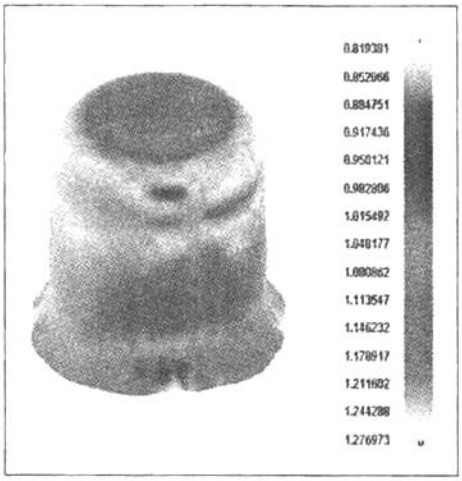


图3　成形后的厚度分布图

②遵循在历史信息传递过程中禁止添加变形体单元或节点的原则；③遵循新增模具网格编号靠后原则，避免新旧模具网格编号发生干涉。

3　结论

应用板料冲压计算机仿真技术可以在计算机上方便地观察到冲压成形过程，了解其成形缺陷和优化成形的工艺参数，从而大大降低了模具的开发成本、缩短了设计周期。随着有限元技术应用的日益广泛，技术日臻完善，尤其是与CAD/CAM/CAE技术的结合，板料成形模拟软件DYNAFORM在实际生产中将发挥更加重要的作用。

参考文献：

[1]　何金保. DYNAFORM－PC在板料成形中的应用[J]. 昆明理工大学学报，2004(11)：46-49.

[2]　喻航. 翼子板零件冲压成形过程模拟[J]. 锻压机械，2001(5)：8-10.

[3]　王勖成，邵敏. 有限单元法基本原理与数值方法[M]. 北京：清华大学出版社，1998.

Computer Simulation of Stamping Process of Linear Bearing Cage

LIU Jun-li, JIA Pei-gang

(Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: This paper analysed the whole stamping process of linear bearing cage by DYNAFORM. Some important problems and the general steps in computer simulation of sheet stamping process are also presented.

Key words: bearing cage; stamping; computer simulation

(上接第41页)

(a) 通用人脸

(b) 调整后的人脸

图4　通用人脸和调整后的人脸

参考文献：

[1]　Park F I. Computer generated animation of faces[G]. Proceedings of ACM Annual Conference. Boston, 1972: 451-457.

[2]　Parke F I. A parametric mode for human faces[R]. Technical Report, UEC-CSc-75-04. Salt Lake City: University of Utah, 1974.

[3]　Lee S, Chwa K, Shin S. Image metamorphosis using snakes and freeform deformations [G]. SIGGRAPH Procceedings. Los Angeles, 1995: 439-448.

[4]　章毓晋. 图像工程[M]. 北京：清华大学出版社，1998.

[5]　李保洲. 基于特征点的特定人脸二维网格的生成[J]. 计算机工程，1999，25(9)：57-82.

3D Face Modeling Based on Front and Side Photos

ZENG Zhao-hua, ZHANG Yong-mei

(North University of China, Taiyuan 030051, China)

Abstract: An individual 3D face model can be constructed by modifying a generic 3D face model by the feature points extracted from the person's images, which is a way used in computer vision. This paper uses binocular stereo vision and template matching to find feature points and deep information, then constructs the individual face.

Key words: the individual face; 3D reconstruct; binocular stereo vision

万方数据