

基于三幅像的人头脸三维标准模型建立¹

杨龙祥 付海阳 鄢广增 董 恒

(南京邮电学院通信工程系 南京 210003)

摘 要 本文提出了一种新型的人头脸三维标准模型建模方法。所建立的人头脸标准模型具有良好的准确度和可操作性。

关键词 图像模型基编码, 多媒体通信, 三维线框模型

中图分类号 TP391

1 引言

80 年代以来出现了一些与传统的波形编码方法完全不同的现代图像编码方法, 其中受到广泛重视和研究的是人头脸图像三维模型基编码。人头脸图像三维模型基编码方法的特点在于采用结构化的方法来描述和编码图像, 因而可以获得非常高的压缩比^[1]。人头脸图像三维模型基编码将在通信、介质存储、虚拟现实、虚拟空间会议和计算机动画等方面获得重要的应用。

目前人头脸三维模型基编码方面的研究主要集中在人头脸建模、图像分析和运动估值、图像综合三方面。人头脸三维模型建立在三维模型基编码中十分重要, 因为分析的复杂度和综合图像质量的好坏与所采用的三维模型关系十分密切。绝大多数文献中采用人头脸三维线框模型。首先建立标准人头脸三维模型, 然后对特定人像适配获得特定人头脸三维模型。特定人头脸三维模型的准确性和可操作性与标准人头脸三维模型的准确性和可操作性关系密切, 因而建立准确和操作性良好的标准人头脸三维模型在三维模型基编码中十分重要。

目前文献中建立标准人头脸三维模型的方法有: (1) 采用先进的三维信息获取系统来获得人头脸表面的三维坐标^[1], 这种方法所获得的三维坐标精确, 但系统成本高, 同时采用此法所建立的三维模型不便于分析和综合。(2) 通过简单的测量手段^[2], 测量标准石膏人头像的三维坐标, 从而建立三维人头脸模型, 但此种方法精度差, 难以获得精确的标准人头脸三维模型, 同时可操作性差。本文提出了一种新的三维人头脸标准模型建立方法, 该方法具有良好的可操作性, 并可建立精确的三维标准人头脸模型。

2 建模方案

本文所提出的三维人头脸标准模型建立方案为对标准石膏人头像拍摄正、侧和背三幅像, 依照三幅像获得的顶点三维坐标建立三维模型。

2.1 成像几何关系 对标准石膏人头像摄取三幅像, 摄像几何关系如图 1 所示。其中圆代表标准石膏人头像的顶视投影外轮廓线。摄像机 1 摄取正面像 (FI 像), 摄像机 2 摄取侧面像 (SI 像), 摄像机 3 摄取背面像 (BI 像)。

¹ 1998-03-03 收到, 1998-12-11 定稿
原邮电部中青年科学基金和回国留学人员基金资助课题

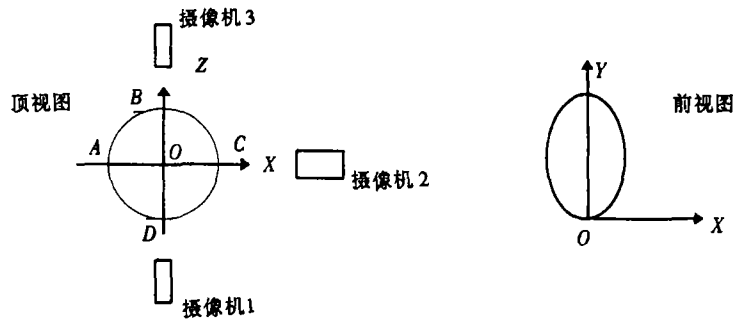


图 1 三幅像成像几何关系

由图 1 可知, 摄像机 1 的可视区间为弧 ADC 段, 摄像机 2 的可视区间为弧 DCB 段, 摄像机 3 的可视区间为弧 CBA 段. 因而由 FI 像可获得弧 ADC 区间对应的人头脸表面上顶点的坐标 (X, Y) , 由 SI 像可获得弧 DCB 区间对应的人头脸表面上点的坐标 (Y, Z) , 由 BI 像可获得弧 CBA 对应的人头脸表面上点的坐标 (X, Y) . 因而, 由 FI 像和 SI 像可获得弧 DC 段对应的人头脸表面上点的三维坐标 (X, Y, Z) , 由 SI 像和 BI 像可获得弧 CB 段对应的人头脸表面上点的三维坐标 (X, Y, Z) . 由于人头脸可认为是左右对称的 (对线段 BOD 对称), 因而可由正面、侧面和背面三幅像获得人头脸表面上任一点的三维坐标 (X, Y, Z) , 从而可建立人头脸三维线框模型.

2.2 三维数据获取方法 对标准石膏人头像表面沿 Y 轴方向分为 34 层 (相当于沿 Y 轴方向用平行于水平面的平面切割石膏人头像), 每层高度设为 Y_i , 则在高度为 Y_i 的石膏像表面上可得一轮廓线, 共有 33 条轮廓线. 其中脸部的轮廓线较多, 而头部的轮廓线较少. 某些轮廓线的高度必须特别安排, 使得这些轮廓线正好通过人脸上的特征点 (特征点指可在人脸正像、侧像中采用自动图像分析技术识别和抽取出的点, 如双眼的左右眼角点、双眼的最高和最低点、左右嘴角点等). 上述轮廓线安排方法是为了保证所建立的三维模型易于模型自动适配. 每条轮廓线上取 40 个左右的点, 其中脸部轮廓线上所取点数较多, 而头部轮廓线上所取点数较少. 并且头像背部轮廓线上取的点数比头像前部轮廓线上所取的点数要少. 总共有约 1800 个点, 这些轮廓线上的点就作为三维线框模型的顶点. 实验中发现点数的多少与模型的有效性和准确性是一对矛盾, 同时点数的多少与压缩率有很大的关系, 权衡各方面因素后确定选择 1800 个顶点.

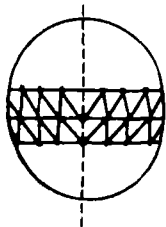


图 2 三角片连接规则

对打点的标准石膏人头像摄取正像、侧像和背像, 三幅像由图像捕获卡数字化为彩色图像, 采用人机交互方法获得三维线框模型各个顶点的 (X, Y, Z) 值, 按照图 2 所示的规则连接成三角片, 建立相应的顶点表、线表和面表数据库, 就获得了标准人头脸三维线框模型.

3 系统实验

对采用本文所提出的方法建立的人头脸三维标准线框模型进行了实验, 验证了本文所提出的标准人头脸三维模型建模方法的有效性、准确性和良好的可操作性.

3.1 实验系统 实验系统主要由计算机、图像捕获卡和软件、摄像头和编制的应用程序所组成。已采用本文所提出的建模方法建立了人头脸三维标准模型数据库。实验目的主要是验证所建立的模型的有效性、准确性和可操作性。

3.2 模型适配 本文所建立的为标准三维人头脸模型, 为了验证所建立的模型的有效性和主观视觉质量, 必须依此模型综合不同角度下特定人的头脸像。因此首先要由标准三维人头脸模型获得特定人的三维头脸模型, 这个过程称为模型适配。

本文采用交互式模型适配方案。对文献中较好的自动模型适配方案^[1,3,4]也进行了比较实验, 结论是目前还没有自动模型适配方案可实际用来产生良好的特定人头脸三维模型。本文所采用的交互模型适配方案为首先摄取特定人头脸的正像和侧像, 然后采用人机交互获得正像和侧像的轮廓线和特征点, 再利用获得的轮廓线和特征点修改标准三维模型上的某些顶点, 由这些修改的顶点坐标依据一套公式自动修改标准模型上未修改的顶点坐标, 这样标准模型上的所有顶点就按照特定人的头脸形状信息进行了修正。

采用标准模型上已适配的轮廓线上的顶点坐标和特征点坐标调整其它点的坐标。调整时利用同一高度层上的轮廓线顶点坐标和特征点坐标进行。设同一高度轮廓线上有两个顶点为 $A_l(X_l, Y_l, Z_l)$, $A_r(X_r, Y_r, Z_r)$, 这两个顶点也可以是同一高度轮廓线上的特征顶点。则该高度层上位于顶点 A_l 与顶点 A_r 间的顶点 A 的坐标按照下述公式修改

$$X = X_l + (X_r - X_l) \frac{X' - X'_l}{X'_r - X'_l}, \quad Z = Z_l + (Z_r - Z_l) \frac{Z' - Z'_l}{Z'_r - Z'_l},$$

其中 X' , Z' 为原来标准模型上的顶点坐标, X, Z 为修正后的顶点坐标。

至此, 我们得到了特定人的三维头脸模型。

3.3 实验结果 所获得的特定人三维头脸模型按照文献 [2] 的运动模型进行全局旋转和平移运动, 按照文献 [4] 的方法进行纹理映射。对 0° 至 180° 度间的多个旋转角进行了图像综合实验。实验结果证实了本文所建立的三维人头脸标准模型的有效性、准确性和良好的可操作性。在旋转角不大的情形下, 视觉一致性良好, 但当旋转角在 32° 至 143° 间时, 可察觉出一定的失真。失真来源于模型适配方案而不是标准模型。因为只对特定人的正、侧像上的有限个轮廓顶点和特征顶点进行了精确适配, 其它大量顶点没有精确适配。目前尚未有更好的适配方法。我们认为, 采用特定人的多个角度的像进行模型适配可以提高特定人三维模型的准确度, 这是目前我们正在进行的研究内容。

参 考 文 献

- [1] Kiyoharu Azizawa, Huang T S. Model-based image coding: Advanced video coding techniques for very low bit-rate applications. IEEE Proc., 1995, 83(2): 259-271.
- [2] 周峰, 姚庆栋, 陈存椿. 脸部知识基图像编码. 通信学报, 1993, 14(2): 22-33.
- [3] Xu Gang, et al. Three-dimensional face modeling for virtual space teleconferencing systems. IEICE Trans., 1990, E-73(10): 1753-1760.
- [4] Takaaki Y, et al. 3D facial model creation using generic model and front and side views of face. IEICE Trans., 1992, E-75D(2): 191-197.

THE ESTABLISHMENT OF 3-D GENERIC HUMAN FACE MODEL FOR MODEL-BASED IMAGE CODING

Yang Longxiang Fu Haiyang Feng Guangzeng Dong Heng

(*Department of Communication Engineering, NUPT, Nanjing 210003*)

Abstract This paper presents a novel method for establishing 3-D human face wireframe model. The new model is suitable for the 3-D model-based face image coding.

Key words Model-based image coding, Multimedia communication, 3-D wireframe model

杨龙祥: 男, 1966年生, 博士, 副教授, 卫星通信教研室副主任, 目前从事图像通信和移动卫星通信的研究和教学工作。在 CHINESE SCIENCE BULLETIN 等发表论文三十多篇。

付海阳: 男, 1951年生, 副教授, 南京邮电学院通信工程系数字微波教研室主任。目前从事 QAM 调制技术和图像编码研究。

鄢广增: 男, 1942年生, 教授, 南京邮电学院通信工程系主任。目前从事移动多媒体通信研究。

董恒: 男, 1972年生, 讲师。目前从事模型基图像编码研究。

IEEE-CS 数字图书馆北京网站开通

欢迎加入 IEEE —— 计算机学会

国际电子电气工程师协会计算机学会 (IEEE-CS) 是计算机专业领域最大的国际组织。在国际学术界、产业界拥有十万以上的会员。该学会每年都举办许多具有最高学术水平的国际会议, 并编辑出版 20 多种国际第一流的期刊、杂志。该学会还设有数字图书馆, 可以通过网络方便地进行阅读和查询。IEEE-CS 会员之间也建立了多种多样的联系以相互进行学术与技术交流。我国已有一些计算机界专业人士加入了这一学会。

IEEE-CS 会长 Carver 博士率团于 1998 年 10 月访问了中国计算机学会 (CCF) 并签署了合作协议。根据协议, CCF 将协助 IEEE-CS 在中国发展会员, 并由 CCF/IEEE-CS 北京中心负责中国计算机界人士申请入会及会员联络工作。详细情况, 请与中国计算机学会马艳萍联系 (Tel. 62565533-5691)。