

# 面向因特网环境的面部三维变形

陈梅

(西安电子科技大学通信工程学院, 西安 710071)

郑飞

(西安电子科技大学机电工程学院, 西安 710071)

**摘要** 因特网环境下,与面部相关的三维造型具有广泛的应用前景.为此,采用全景深度图象及其对应的全景颜色图象来描述面部三维模型,在此基础上,进行面向因特网环境的面部三维变形操作,并通过虚拟现实造型语言,在网络浏览器中,采用合理的折衷方法来实现.实验结果表明,通过适当的自动网格划分和逼真的纹理映射等措施,可以在保证较好逼真度的情况下,使描述的数据量尽可能小,适合于因特网中应用.该研究可为网上虚拟交流、网上播音、网上远程教育等提供技术支持.应用该技术可望有效地改善因特网的人机交互界面,提高网络趣味性.

**关键词** 因特网环境 全景图象 面部三维变形

中图法分类号: TP391 文献标识码: A 文章编号: 1006-8961(2002)04-0375-05

## 3D Morphing of Faces Under Internet Environment

CHEN Mei<sup>1)</sup>, ZHENG Fei<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>(School of Communication Engineering, Xidian University, Xi'an 710071)

<sup>2)</sup>(School of Electromechanical Engineering, Xidian University, Xi'an 710071)

**Abstract** There is a wide foreground for 3D modeling concerned with faces under Internet environment. Panoramic range image and its corresponding panoramic color image are used to describe 3D faces in this paper. Based on it, 3D morphing of faces under the internet environment is introduced, and is attempted with reasonable tradeoff methods by using virtual reality modeling language in world wide web browser such as Microsoft internet explorer with cosmo player plug-in. The results show that: with reasonable designs such as proper automatic mesh subdivision and realistic texture mapping, the describing data could be made as small as possible to fit for applications in the internet; meanwhile realistic efforts could also be guaranteed. Such a research could supply technical supports for virtual communication, virtual broadcasting and tele-education in the Internet. It is expected to improve the interface and to increase the interesting of the Internet by using such a technology.

**Keywords** Internet environment, Panoramic image, 3D morphing of faces

## 0 引言

面部是人们在相互交往中最为关注的部位,人物或动物面部的计算机三维造型是近几年来计算机图形学领域里一个十分活跃的研究方向,在图象变形、三维造型、表情变化,甚至表情、声音同时表现等方面都出现了许多很吸引人的研究<sup>[1~4]</sup>.随着因特网逐渐深入到普通百姓的日常生活中,在因特网中

展现可交互的人物或动物的三维面部模型,将有效地改善人机交互界面,提高网络趣味性.同时,其也可为网上虚拟交流、网上播音、网上远程教育等提供技术支持.

在因特网中展现三维面部,要求在保证一定逼真度和显示效果的同时,描述的数据量尽可能小,以适应因特网的特殊环境.在文献[1]~文献[4]中都实现了逼真的面部三维造型,但如果要展现在因特网中,供众多普通上网用户访问、欣赏,甚至交互

操作,则还有大量的相关工作需要开展。

虚拟现实造型语言 VRML (Virtual Reality Modeling Language) 的出现,为在网络环境中描述逼真的、可交互的三维虚拟形体或场景提供了有力的工具。本文针对国内普通上网用户上网速度有限的特点,采用合理的折衷方案,就因特网中的面部三维变形作了研究探讨。实验结果表明,合理的设计可以在保证较好逼真度的情况下,使描述的数据量尽可能小,适合于因特网中应用。

## 1 面部的全景图象描述

全景图象是指摄像机环绕 360° 所摄取的起始位置和终止位置相重的图象。根据摄像机环绕方式的不同,全景图象可分为两类:一类是以摄像机为中心点,摄像机镜头旋转一周所摄取的图象,不妨称之为外全景图象,常用于拍摄外部场景、景物、大的空间等等,由于外全景图象摄取了 360° 范围内各个角度的场景,因此其也常用于图象漫游;另一类全景图象是以待摄像物体为中心点,摄像机镜头环绕该物体一周所摄取的图象,可称之为内全景图象。本文所指的即是内全景图象。现有的三维数字化仪,如 Cyberware 系统,不仅可以获得某一物体的全景颜色图象,同时还可以获得该物体表面的全景深度图象。全景深度图象描述了对应物体外形完整的三维信息,而全景颜色图象则给出了该物体外部的逼真纹理。本文在面部造型中,同时采用面部的全景颜色图象和其对应的全景深度图象来描述。

面部的全景颜色和全景深度图象可以使用三维数字化仪直接获得,但费用较昂贵;也可在参照已有的样板模特全景图象的基础上,通过造型对象的正面及对应正侧面图象,计算合成而得<sup>[5,6]</sup>。这种用全景深度图象和全景颜色图象描述的三维模型,一般而言精度高、逼真,而且由于图象有着许多高压缩比的压缩算法和存储格式,其数据量也小,例如,一张 720×360 的全景颜色图象,各象素用 24 位的真彩色表示,用较高质量的 JPEG 格式存储只用 50K 左右;同样尺寸的全景深度图象,各象素以 8 位表示已经足够,用无损压缩的 GIF 格式文件存储只用 30K 左右。如此小的数据量,在现有的网络环境中传输已不成问题。

当然,对较特殊的面部,用全景图象来描述可能

有缺陷,而且用全景图象描述的面部,无法像用三维网格模型描述的面部那样,可以通过网格来控制表情变化,这些问题尚在解决之中。

## 2 基于全景图象的面部三维变形

基于图象的面部二维变形,如由一张面部照片逐渐过渡到另一张面部照片,已不稀罕。一些商业化的图象处理软件(如 PHOTOSHOP) 都有此功能。但其效果很有限。基于三维网格模型的面部三维变形也有人实现,但实现方法较复杂,数据量太大<sup>[4]</sup>。基于全景图象的三维变形方法,相对来说,实现简单、数据量小,能够较快地应用于网络环境。这种方法需要经过确定面部三维模型、建立变形结束的三维模型、三维插值形成中间模型和投影显示 4 个步骤。

### (1) 面部三维模型的确定

根据已有的研究工作,建立面部三维模型相对比较容易,只需用两幅面部图象即可<sup>[5,6]</sup>。获得了全景深度图象及其对应的全景颜色图象,也就得到了面部的三维模型。只是在确定全景颜色图象时,需考虑是使用现有的逼真模型,还是使用卡通模型。

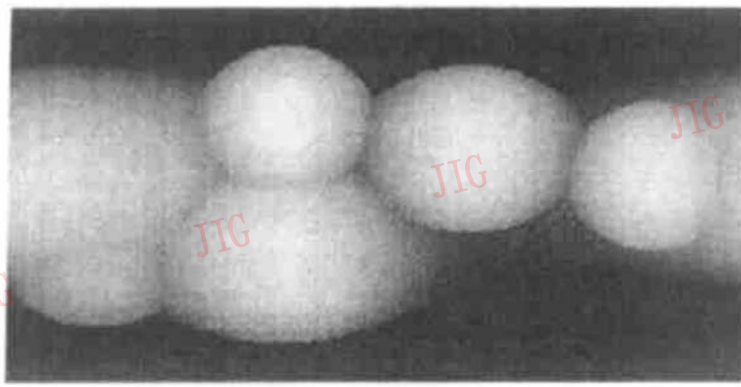
如果需要使用卡通模型,只需在保证全景颜色图象中,眼、鼻、嘴、耳、下巴等关键部位的位置基本不变的情况下,用成熟的图象软件,如 Photoshop 或 Windows 本身所带的 PAINT 来绘制生成同样尺寸的全景颜色图象即可。当然,也可以应用动物的图象,如老虎、大熊猫的头像等等。

### (2) 变形结束的三维模型的建立

变形结束的三维模型,也就是面部模型进行三维变形后最终的三维形体。由于需要最终将面部逐渐变形到该物体上,所以只需得到该物体的全景深度图象即可。该图象应与面部模型的图象尺寸一致。

考虑到全景深度图象的特点,可以用 C 语言很容易地生成这种三维形体。例如,给全景深度图象的每一象素点赋以同一常数值,则全景图象描述的是一个圆柱面。也可以设计较复杂的三维形体,但一般应考虑按面部的特点来设计,不能太离奇。例如针对幼儿教育的卡通变形就不宜采用不成人样或吓人的设计。

图 1 为编程生成的全景深度图象及其所描述的三维形体。



(a) 全景深度图象



(b) 对应三维形体的投影

图1 变形结束的三维形体示例

### (3) 中间模型的三维插值形成

有了尺寸一致的面部三维模型和变形结束的三维形体模型,就可以生成变形中任一位置的三维模型.其实现方法简单,只需将两者的全景深度图象进行三维插值即可.例如,假设面部三维模型用  $I(w, h)$  表示,变形结束的三维模型用  $E(w, h)$  表示,变形参数用  $t \in [0, 1]$  表示,变形中的三维模型用  $M(w, h)$  表示,则

$$M = (1 - t) \times I + t \times E$$

### (4) 投影显示

有了变形中的三维模型,结合面部模型的全景颜色图象,就可在该模型外的任一视点对其进行投影显示<sup>[5]</sup>.

## 3 应用虚拟现实造型语言的描述与实现

虚拟现实造型语言 VRML 是一种描述三维场景的通用造型语言,VRML97 是国际标准(ISO/IEC 14772<sup>[7]</sup>).许多浏览器和插入软件都支持其格式文件的浏览显示,而且,这种插入软件的下载和使用免费.如著名的 Cosmo Player<sup>[8]</sup>以及 WorldView 等.通过这些软件,可以对 VRML 文件所描述的三维场景实时地、交互地改变视点投影显示,也可用鼠标自由地移动、旋转、放缩,以及设置光源、改变纹理等等.在全景图象的基础上,运用虚拟现实造型语言来描述三维形体及其变形.

### 3.1 三维形体的描述

VRML 提供长方体、圆柱体、球体等基本体素形式,也提供索引面片集(IndexedFaceSet)等复杂的描述形式.考虑到面部为不规则形体,采用索引面片集形式来描述面部三维模型.

采用均匀的三角形网格划分方法,可以自动地

从全景深度图象及其对应的全景颜色图象中提取各网格点,形成索引面片集描述所需的网格点三维坐标、纹理坐标以及三角形小面片索引.若采用细密网格划分法,则可以提高三维模型描述的精度,也可以结合面部自身的特点,采用非均匀网格划分方法建立索引面片集,这样既可以有较高的描述精度,又保证了较小的数据量.但非均匀的网格划分方法难以自动地从全景深度图象及其对应的全景颜色图象中提取各网格点,所以采用中等密度的均匀三角形网格划分法,提取约 600 个网格点,形成的三角形面片数约 1000 个.因为全景深度图象的存在,所以很容易改变网格划分的密度,即只需改变自动划分算法中网格的间距即可.

### 3.2 纹理映射

采用逼真的纹理图象进行纹理映射,是保证较好逼真度和较小数据量的有效折衷方案.在得到与其全景深度图象对应的全景颜色图象的基础上,三维模型的纹理可直接采用全景颜色图象,其纹理坐标可以由上面的均匀三角形网格划分算法自动计算生成.

### 3.3 三维变形的描述及实现

VRML 提供了多种插值的方法,采用位置插值(PositionInterpolator)的方法来实现面部的三维变形,即采用一致的均匀三角形网格划分法,从同样尺寸、不同三维形状的各全景深度图象中提取网格点,并形成 VRML 索引面片集描述所需的网格点三维坐标;在面部形体描述节点中设置一个接触传感器(TouchSensor),随后设置一个时间传感器(TimeSensor);最后应用例程(ROUTE)来实现三维变形.

程序的主要描述如下:

```
#VRML V2.0 utf8 Mymodel v1.0
.....
Group{children[
```

```

Shape{
  # 定义触发器
  DEF Touch TouchSensor{}
  # 应用纹理映射
  appearance Appearance { texture ImageTexture
  {url "demo.jpg"}}
  # 定义索引面片集
  geometry DEF Face IndexedFaceSet{
    # 面部三维坐标
    coord Coordinate{point[ .....]}
    # 纹理坐标
    texCoord TextureCoordinate{point[ .....]}
    # 面片索引
    coordIndex[ .....]}
}
# 定义时间触发器
DEF Clock TimeSensor{cycleInterval 6.0 loop TRUE}

```

```

# 定义坐标插值器
DEF Deform PositionInterpolator{key[ .....]
keyValue[ .....]}
# 描述动画例程
ROUTE Touch.isActive TO Clock.set-enabled
ROUTE Clock.fraction-changed TO Deform.set-fraction
ROUTE Deform.value-changed TO Face.set-point

```

图2就是用 Cosmo Player 显示的面部三维变形的图例. 其中,图2(a)、(d)为变形开始和结束时的人面三维模型投影图,图2(b)、(c)为变形中的人面三维模型投影图.

实现上述人面三维变形的 VRML 文件约 20K, 纹理文件约 12K. 应用 VRML 浏览器可随意地改变视点投影显示,用鼠标操作即可自由地移动、旋转、放缩. 如果采用动物或卡通的全景颜色图象,还可以生成动物或卡通的三维模型,并进行三维变形. 图3即为熊猫面部三维变形的投影图例.

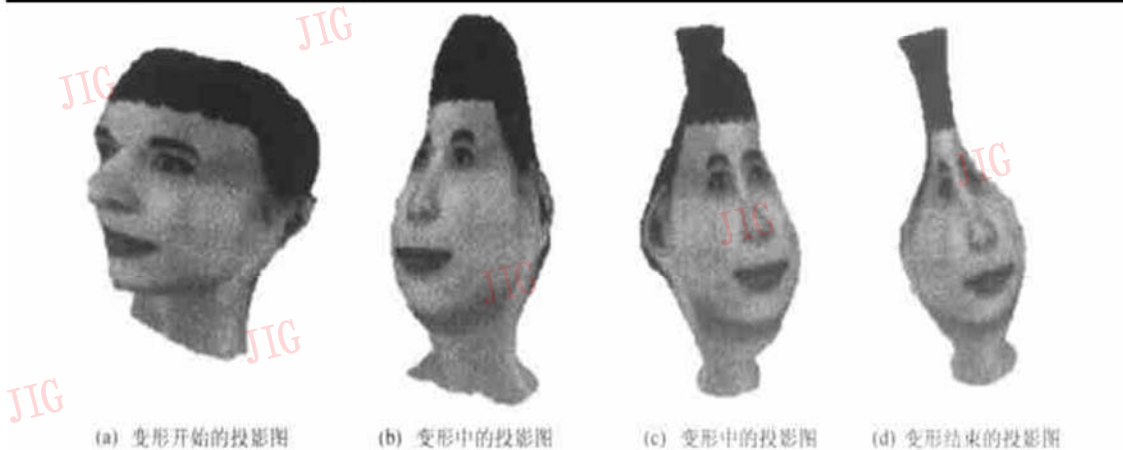


图2 人面三维变形示例

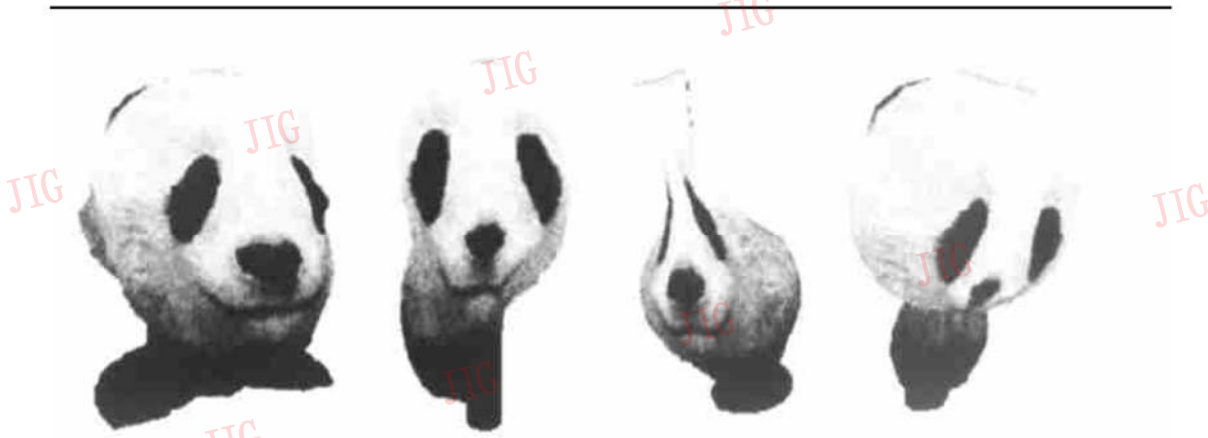


图3 熊猫面部三维变形示例

### 4 结 论

应用 VRML, 结合图形图象混合造型技术, 并采用合理的折衷方案来实现面部的三维变形, 实现

方法简单, 效果好, 数据量小, 特别适合于因特网环境. 在此基础上, 还可以进一步开展许多工作, 如: 在同一面部的不同口型或表情间进行三维插值; 结合应用 VRML 的音频裁剪功能, 可实现说话或表情面部的变化; 在同一模特不同年龄的三维模型间进行

三维插值,可动画该模特的生长过程等等。

本研究不仅可用于改善人机交互界面,提高网络趣味性,也可用于广告或娱乐领域中与面部相关的三维场景或动画设计,有着很好的应用前景。

### 参考文献

- 1 Volker Blanz, Thomas Vetter. A morphable model for synthesis of 3D faces[A]. In: Computer Graphics Proceedings SIGGRAPH '99[C]. Los Angeles: ACM, 1999: 187~ 194.
- 2 Frederic Pighin, Jamie Hecker, Dani Lischinski. Synthesizing realistic facial expressions from photographs[A]. In: Computer Graphics Proceedings SIGGRAPH '98[C]. Orlando: ACM, 1998: 75~ 84.
- 3 Matthew Brand. Voice puppetry[A]. In: Computer Graphics Proceedings SIGGRAPH '99[C]. Los Angeles, ACM press, 1999: 21~ 28.
- 4 Lee Seung-Yong, Chwa Kyung-Yong, Shin Sung Yong et al. Image metamorphosis using snakes and free-form deformations [A]. In: Computer Graphics Proceedings SIGGRAPH '95[C], Addison-Wesley, ACM press, 1995: 439~ 448.

- 5 郑飞,陈梅. 基于正面头像的面部三维造型[J]. 计算机学报, 1998, 21(11): 1047~ 1052.
- 6 郑飞,陈梅. 由面部照片重建面部三维模型的探讨[J]. 自动化学报, 1999, 25(1): 138~ 141.
- 7 ISO/IEC 14772-1: 1997. The Virtual Reality Modeling Language [S].
- 8 The Cosmosoftware Company[EB/OL]. <http://cosmosoftware.com/>



陈梅 1966年生,硕士,副教授. 现主要在全景图象的合成及处理等方面开展工作. 研究领域为CAD、网络应用.



郑飞 1967年生,博士,副教授. 1999至2000年受国家留学基金委资助,赴瑞士留学. 研究领域为可视化与虚拟设计、先进制造技术.

## Sun 推出新型的中档服务器 Fire V880

因特网的迅猛发展使用户对中档服务器提出了更高的要求,而不再局限于传统的文件打印等任务. 由于网络开始将各个位置的用户连接起来,因此用户需要服务器能够支持数据库、电子商务等功能. 在这种背景下, Sun 公司推出了新型的中档服务器 Fire V880. Sun Fire V880 服务器是一种基于 UltraSPARC III 微处理器技术的服务器,能够在企业网络计算中表现出卓越的性能.

Sun Fire V880 服务器可以配置采用 Solaris 8 的 2~ 8 路微处理器,能够与现有的应用和早期的 Solaris 版本实现完全兼容. Sun Fire V880 处理器的时钟为 750MHz. 此外,由于服务器并不采用域或分区,所以任何微处理器都可访问所有内存. 在系统总线方面, Sun Fire880 采用 9.6GB/s 的 Sun Fireplane Interconnect. 内部存储阵列支持 12 个具有光纤通道的磁盘,每个磁盘容量可以达到 36.4GB,总容量则可达到 437GB,并可支持 72.8GB 的驱动器.

由于可以容纳 8 个 750MHz UltraSPARC III 处理器,每个处理器可配置 8MB 外部(L2)缓冲存储器和 4GB ECC(纠错码)内存,因此与以前版本的处理器相比, UltraSpare III 技术提供更佳的缩放性和运行性能.

Sun Fire V880 还提供多径访问存储与网络,实现更高的网络与数据可用性,增大带宽/吞吐量. 在可靠性与安全性方面,系统自动恢复(ASR)监控主要组件,在组件出现故障后自动重新配置,尽快恢复系统运营,增强可用性.

该服务器还包括许多新特性,如 Solaris Easy Installer、Sun Management Console、Sun WebServer、DHCP、文件打印等,支持 Microsoft Windows, NetWare 和 Macintosh 客户机. 多种软件工具使 Sun 服务器可以更轻松地实现安装与管理,从而支持广泛应用的多平台操作环境.

作为一种中档服务器, Sun Fire V880 能够满足多种应用、用户和环境的需求,有效地支持他们的网络应用,具有极强的灵活性、缩放性和可靠性,可以满足中小型办事处、地区分支机构乃至大型数据中心的运营需求.