

手部运动计算机仿真的实现

饶敏¹,周淑秋²,宫可想¹

(1. 首都师范大学信息工程学院,北京 100037;
2. 中国劳动关系学院网络中心,北京 100037)

摘要: 根据手部自身的物理特性和生理特性,采用分层技术,严格按照手部解剖学,先建立其骨骼模型,在此基础上形成肌肉模型,最后在肌肉模型上附加一层皮肤。这样,骨骼运动引起肌肉的变形,随着皮肤也跟着发生相应的变化,使虚拟手模型无论从形状上还是运动上都能达到更高程度的逼真效果。

关键词: 虚拟手;骨骼模型;肌肉模型;皮肤纹理

中图分类号: TP391.9

文献标识码: A

文章编号: 1005-3751(2006)04-0028-02

Computer Simulation Realization for Motion of a Human Hand

RAO Min¹, ZHOU Shu-qiu², GONG Ke-xiang¹

(1. Information Engineering College of Capital Normal University, Beijing 100037, China;
2. Computer Network Center, China Institute of Industrial Relations, Beijing 100037, China)

Abstract: The purpose of this research is to generate a realistic hand model, which simulates the shape and motion of a human hand. The proposed approach is based on the biophysical characteristics of a hand, such that: first, using layer technique to model the bone structure of a hand based on anatomy study; secondly, modeling the muscle above the bones; and lastly, adding a layer of skin on top of the muscle model. In this way, the motion of bone structure causes the deformation of muscles, thereafter, deforms the skin model. The research will explore the model building and simulation literature comprehensively, and improve the modeling technique to a new level.

Key words: virtual hand; bone structure model; muscle model; skin texture

1 手部模型的实现

人体建模及其动态模拟在许多领域都有重要应用^[1,2],人手作为人体的一部分,其运动建模一直是研究者热衷的课题。文中在当今广为应用的三维人体建模方法基础上,采用分层建模技术,建立了手部运动骨骼模型、肌肉模型和皮肤模型^[3]。骨骼模型分析手的骨骼结构,根据手的自由度和人手具有的物理特性,设置相关的约束参数来控制手部的运动。肌肉模型是采用一种新的方法来模拟手部肌肉的形状。首先,确定特征横截面。然后,根据横截面找特征多边形。最后,对每个横截面进行取其特征多边形,再用NURBS曲面面片拟合。皮肤模型结合皮肤的生理学结构,首先生成静态的网状结构,然后把皮肤纹理及皱纹随肌肉收缩或扩张而发生相应的变化用几个参数来表示,并设计关于这些参数的形状函数,通过改变其中的参数,皮肤就发生相应的变化,且这些参数是由肌肉的变形而决定的。

2 软件的功能及仿真结果

本软件是在 Visual C++ 开发环境下用 OpenGL^[4,5] 生成了虚拟手模型,并且能够实现手部的任意运动状态。软件的主要功能是手部仿真及手部运动的实时交互,软件留有与数据手套的接口,并简单地模拟与数据手套所产生的数据的交互性。

功能模块主要有:含有动态参数的手部模型的生成,手部运动模拟(运动时所涉及到的数据可以有文件输入也可以直接在本软件中自己设定),手部模型所在视图的变换,光照和材质的选择。

软件的视图分左右两部分,右边显示图形,左边设置为控制图形的模式(点、填充、网格或面片)、光照、材质、纹理以及缩放。主框架的工具栏和菜单控制仿真手的运动、光照等。

2.1 手部运动模拟

手部运动是软件的主要功能块,集中在主菜单项 Movtion 下(如图 1),本模块可以选择已经设定好的常见的几种动作,如抓、伸展手掌、向左向右的指示动作等(如图 2)。还可以通过选择菜单项“Choose General Movtion”来定制一般的动作(如图 3),或者选择菜单项“Movtion Data from File”来从存放动作参数的文件中读取数据(作为跟数据手套的接口,此处只是模拟)(如图 4)。

收稿日期:2005-07-31

基金项目:北京市教委科技发展计划项目(01KJ129)

作者简介:饶敏(1961-),女,湖北蒲圻人,副教授,主要从事计算机教学与研究。

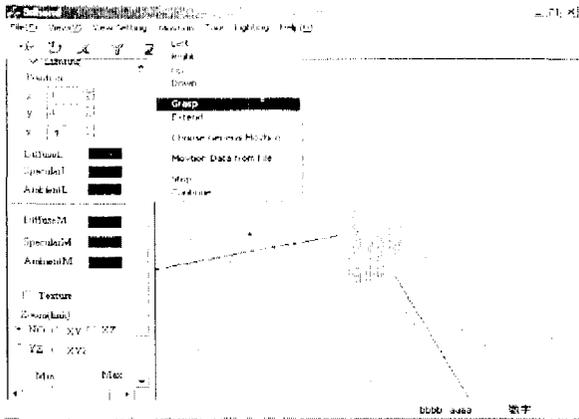


图1 选择控制运动的下拉菜单

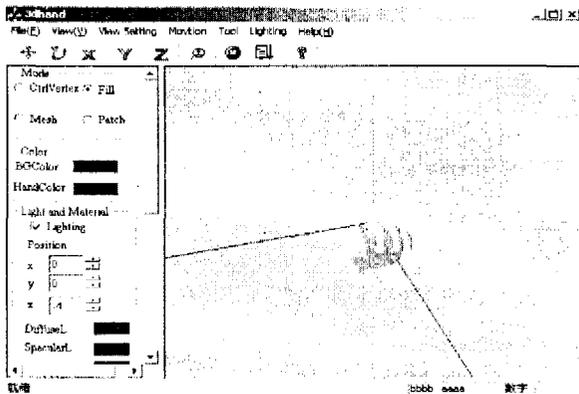


图2 选择 grasp 菜单项的运行结果

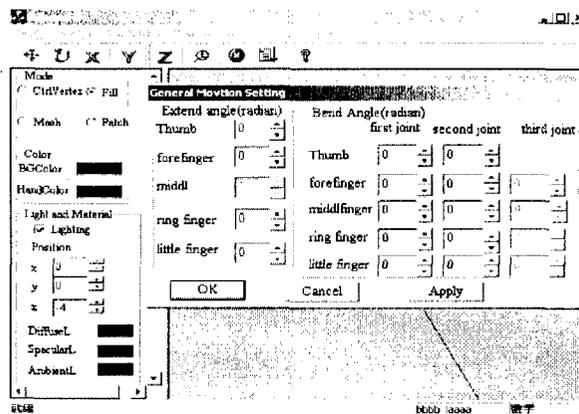


图3 选择一般的动作

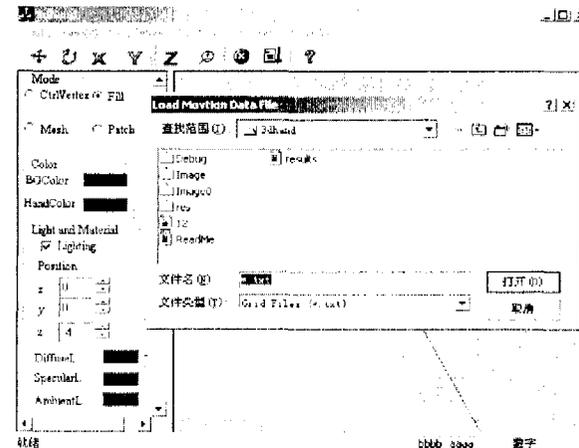


图4 从文件中读取数据

2.2 手部模型所在视图的变换

在工具栏中选择旋转的图形,并同时选择旋转所要围绕的轴如 Y 轴,运行结果如图 5,或者在左边视图中 Zoom 选组合框沿 X、Y、Z 三轴放大或缩小图形。

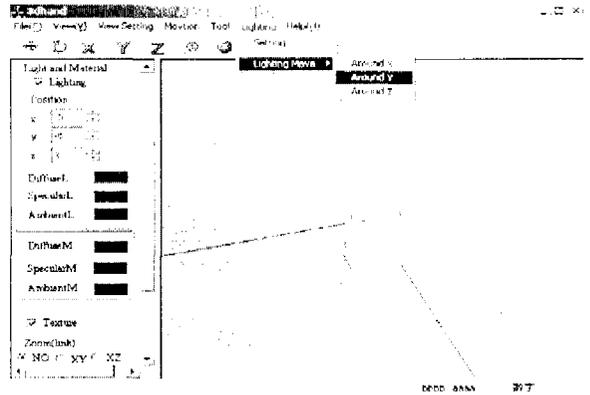


图5 手绕 Y 轴旋转(绿、蓝、红线分别为 Y、Z、X 轴)

2.3 光照和材质的选择

如图 6,选择 Texture,初始的只有光照的光滑手部表面附上一层皮肤即皮肤纹理。左边视图也可以设置光源的位置及材质和光照各项属性,同时如果选择主菜单 Lighting 下的 Light Move 就可以使光源分别绕三个轴旋转,这样在不旋转仿真手的情况下,可以靠光源的位置来确定其采光状态。

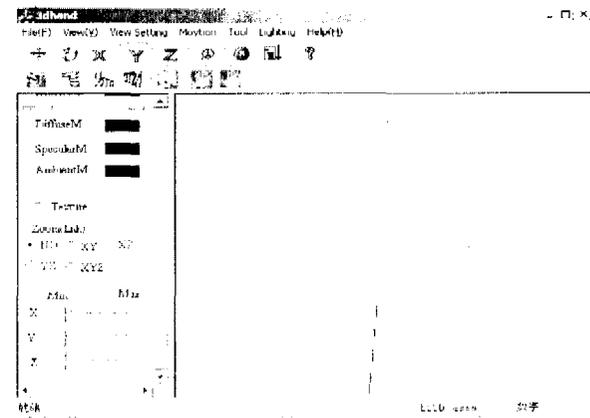


图6 光照和材质及纹理控制

3 总结

文中探索出一种新的手部建模方法即层次模型,实现了手部运动仿真系统。它可以呈现一幅较为逼真的人手仿真图并能按照相应的运动参数设定来实现手部运动,具有较好的仿真效果。

参考文献:

- [1] 秦驾烈. 数字人体—人体形态和机能计算机仿真百年计划 [J]. 计算机仿真, 2004, 21(1): 1-6.
- [2] 左力. 虚拟人建模与变形技术研究[D]. 北京: 中国科学院计算技术研究所, 2003.
- [3] 宫可想, 周淑秋, 常宪平. 基于 NURBS 的轴变形的人体手

(下转第 32 页)

(15) 下层协议类型未知;做相应记录并转(20)。

(16) 根据 DSAP 和 SSAP 的值,按表 3 进行协议分析。转(20)。

表 3 常见 DSAP-SSAP 值

DSAP&SSAP	protocol	DSAP&SSAP	protocol	DSAP&SSAP	protocol
00	NULL	42	BPDU	E0	IPX
02	LLC	4E	RS-511	EC	CLNP
03	LLC	5E		F0	NETBIOS
04	SNA	7E	ISO8208	F4	LM
05	SNA	80	XNS	F5	LM
06	IP	86	NESTAR	F8	
08	SNA	8E	IEC955	FA	
0C	SNA	AA	VSNAP	FC	RPL
0E	IEC955	BC	VIP	FE	
20	CLNP	DC		FF	LLC
34	CLNP	D4			

(17) 下层协议为 802.1H Bridge Tunneling,按 802.1H Bridge Tunneling 协议的封装格式对数据包进行分析,转(20)。

(18) 检查下两字节是否为 0x809B,若是,则为 Apple Talk;否则为未知类型。转(20)。

(19) 未知协议类型,做相应记录,转(20)。

(20) CurrentDataFrame 数据包协议分析结束,若 CurrentDataFrame 非空,将 CurrentDataFrame 数据包和分析结果存入已分析的数据包缓冲区,以便做其它处理;从读分析线程中读取 CaptureBuffer 缓冲区,若为空,则等待;否则从 CaptureBuffer 尾部读取一个数据包到 CurrentDataFrame 中,并从缓冲区中删除该数据包,尾指针后移一位。转(3)。

3 总结

通过实验表明,写线程的工作量比较小,即使网络负荷较重的情况下,也不会发生来不及接收数据包而产生丢包现象。而读分析线程的工作量要远远比写线程的工作量大。

对于网络流量较小的状况下,开启一个写线程和一个读分析线程,基本上不会出现接收缓冲区满而产生丢包现象。当网络流量逐渐增大时,一段时间后,就会出现读分析线程来不及读取分析造成缓冲区溢出,进而出现丢包现象。为了解决这个问题,通过开启多个读分析线程读取缓冲区 CaptureBuffer,同步进行协议分析。由于网络流量的不确定性,为了使开启的读线程数更加合理性,采用动态增减读分析线程数来合理分配线程资源。

这样,可以根据缓冲区的利用情况来决定读分析线程数,合理分配线程资源,既不会发生丢包现象,也不会造成

资源浪费。

图 4 是在算法实验过程中截取的数据包协议分析示意图。

```

- IEEE 802.3 Frame, 从 0x00-04-61-52-D6-49 到 0xFF-FF-FF-FF-FF-FF, IPX
  + 目标MAC地址:0xFF-FF-FF-FF-FF-FF
  + 源MAC地址:0x00-04-61-52-D6-49
  - IEEE802.3 LLC, DSAP = 0xE0, SSAP = 0xE0, Control = 0x03
    DSAP:0xE0(224)
    SSAP:0xE0(224)
    Control:0x03(3)
  - IEEE 802.3, IPX
    帧类型: Unnumbered Frame
    command: UI
  - IPX 帧结构
    - IPX: Checksum=0xFFFF
    - IPX: IDP Length=0x0060
    - IPX: Transport control=0x00
    - IPX: Packet type=IPX
  + IPX: Destination Address Summary=0x00000000FFFFFFFFFFFF0452
  + IPX: Source Address Summary=0x000000000000046152D6494000
  IPX, 0x5C(92) Bytes
  
```

图 4 HTTP 协议分析示例

本算法已经在操作系统为 Windows 2000 下用 Visual C++ 6.0 开发工具实现^[10]。在本算法的实现中,只分析数据包中用到哪些协议,并按照相应的协议格式读出数据包中个字段的内容,没有做其它相关处理,比如做碎片分析、按协议进行流量统计、协议过滤等,不过这些都可以在本算法的基础上进行扩展来实现。

参考文献:

- [1] Stevens W R. TCP/IP 详解(卷 1:协议)[M]. 北京:机械工业出版社,2002.
- [2] 周明天,汪文勇. TCP/IP 网络原理与技术[M]. 北京:清华大学出版社,1993.
- [3] 谭思亮. 监听与隐藏:网络侦听解密与数据保护技术[M]. 北京:人民邮电出版社,2002.
- [4] 高传善,钱松荣,毛迪林. 数据通信与计算机网络[M]. 北京:高等教育出版社,2001.
- [5] 索红光,石乐义,梁玉环. TCP/IP 协议分析器的设计开发[J]. 计算机工程与应用,1999(11):80-83.
- [6] 李德鹏,史清华. 使用协议分析预警、排除 NOVELL 网络故障[J]. 计算机应用研究,1999(3):52-54.
- [7] 谢朝曦,熊其邦. 以太协议分析仪的实现[J]. 福建电脑,1994(2):18-24.
- [8] McCann S, Jacobson V. The BSD Packet Filter: A New Architecture for User-level Packet Capture[M]. CA: [s. n], 1992.
- [9] 谢 鲲,张大方. 共享网段网络协议分析系统设计与实现[J]. 计算机工程与科学,2002,24(2):25-28.
- [10] 马恒太,蒋建春,刘克龙,等. 一个基于 Unix 平台下的分布式网络监听器系统[J]. 计算机研究与发展,2000(3):268-274.

(上接第 29 页)

部运动[J]. 计算机应用,2004,12(3):338-342.

[4] 于金辉,李一兵. 计算机动画原理与制作技术[M]. 北京:清

华大学出版社,1995.

[5] 刘 真. 实用计算机图形与动画技术[M]. 北京:电子工业出版社,1998.