

人机界面虚拟设计中三维人体模型的构造

顾文艳 宋正河 毛恩荣

(中国农业大学车辆工程学院)

摘要 依据《GB 10000—88 中国成年人人体尺寸》设计了一种用于人机界面虚拟设计的三维人体模型构造方法。采用OpenGL 三维图形程序设计方法进行三维人体模型设计与显示,该人体模型可利用关节的旋转来定义人体各种任意的运动状态,并可保存成三维人体动作的动画文件,从而可以在人机界面虚拟设计中快速直观地比较各种人机界面设计的优劣。

关键词 人机界面虚拟设计; 三维人体模型; 人机匹配

中图分类号 TP 391.9

A Constructing Method of Human Body 3D Model for Virtual Design of Human-machine Interface

Gu Wenyan Song Zhenghe Mao Enrong

(College of Vehicle Engineering, CAU)

Abstract A convenient and applied constructing method of human body 3D model for virtual design of Human-machine Interface based on the New National Standard of Human dimensions of Chinese Adults is described. OpenGL 3D graph programming is used to design and display 3D animating graphs. A useful computer animation program of human body 3D model is realized. It utilizes revolution of joint to form many kinds of movement status, it could be determined directly and rapidly that which of many schemes of Human-machine Interface can perform the function best.

Key words human-machine interface virtual design; human body 3D model; human-machine matching

不同身体尺寸的人对相同的机械系统人机界面会有不同的评价结果,所以在机械系统人机界面的计算机辅助设计和匹配中,选择合理的人体模型非常重要。关于人体模型,国内外有许多研究,但由于人机界面设计需要满足一些特殊要求,许多人体模型都难以直接应用。例如,国内有些人体模型是针对特定领域中特定问题而研究的,虽然功能完善,但用于人机界面设计和匹配时却缺少大量的标准数据,因而无法使用;国外的一些人体模型在尺寸上与国内的数据不一致,因而也不能直接套用^[1]。

用于机械系统人机界面虚拟设计的人体模型需要具有独特的性能^[2]。笔者在前期研究工作中,为配合机械系统人机界面匹配优度计算,曾设计过用于人机界面匹配评价的人体模

收稿日期: 2001-04-10

国家自然科学基金资助项目

顾文艳,北京清华东路17号中国农业大学(东校区)47信箱,100083

型^[3]。此模型由于主要用于人机界面的匹配评价,主要强调人机界面的相对位置尺寸,所以采用了立方体线框来构造人体。对于目前的人机界面虚拟设计来说,为了使人机界面实体化和形象化,并且便于检验人机系统中的干涉等问题,故对以前的人体模型进行了改进,并且采用了新的编程方法。本文中人体模型的设计采用OpenGL技术和Microsoft Visual C++ 6.0软件开发平台。

1 三维人体模型设计思路

机械系统人机界面设计研究中所用的人体模型与多刚体系统动力学中使用的人体模型有所不同,它没有质量和惯量等特性,只需要考虑体积和空间尺寸^[3]。作为机械系统人机界面虚拟设计软件系统的一个重要组成部分,该人体模型采用椭球实体来构造人体,较真实地表现了人体的一些形体特征,从而使整个人机界面的设计更加形象、逼真;同时为了满足人机界面使用、评价和优化的需要,该人体模型在三维空间内可设计成任意不同的姿势,并且可以对模型进行旋转、平移和缩放,让设计者从任意的视点和各种视图中观察人体模型。

在人体模型的设计中,首先为人体建立一个肢体的层次结构,例如身体分为上身和下身,而上身又分为头部、肩部、左臂、右臂,左臂则又分为左前臂、左下臂以及左手,右臂与左臂类似;下身则又分为左腿和右腿,腿又分为大腿、小腿和足,每个基本部分(例如头、下臂、大腿等)均用不同的椭球体来构造,连接不同部分之间的关节分别用圆球来表示。此外,在描述人体运动时,由于肢体的互相连接关系,一个肢体的运动将会引起与之相连的其他肢体空间位置的变化,所以设计中采用了与机器人机构学中一致的处理方法。人体关节的运动可通过运动学或动力学方法来控制。人体各个部分均可由对应的某个关节控制其旋转,控制不同的旋转角度形成不同的姿势,从而构成了人体动画。

在程序的实现中,人体各部分尺寸都采用了国家标准《GB 10000—88 中国成年人人体尺寸》^[4]中的标准数据。

2 人体模型的具体实现

笔者采用了OpenGL三维图形程序设计方法,利用OpenGL提供的三维绘图函数库,用椭球和圆球构造出了实体的三维人体模型,整个背景环境加上光照处理,使界面上显示的模型生动形象^[5]。人体各部分动作的控制可在选中某一部位后,通过直接移动鼠标来实现,或直接输入位置转角来确定该部位的具体位置,这样可以设计出不同的人体动作。设计好一个动作后,可将画面保存为一帧,重复上述设计,即可形成人体动作的动画,此动画中的每一帧都可修改或删除,同时可将其存储到硬盘形成动画文件。

2.1 人体各部位的绘制

人体各组成部分的数据结构包括:区分是什么部位的参数以及是否缩放、是否显示、是否有位移和缩放比例的参数等。缩放比例指每个坐标方向相对于单位球的缩放比例,描述人体各个部位的椭球是通过缩放单位球体来形成的。缩放比例参照中国成年人人体尺寸标准确定。具体定义如下。

```
typedef struct _PART
```

```

{
  GL int id;
  BOOL b _ scale;
  BOOL b _ tran;
  BOOL b _ draw;
  vector translate;
  vector scale;
}PART;

```

在整个人体的绘制中, 绘制不同部位的代码结构相似, 每一部位均有其自身相对于其上一层关节的旋转参数, 关节本身没有旋转参数。

2.2 动画文件的保存

在人体动作设计完成之后, 将设计好的数据以适当的格式存入硬盘, 以便以后进行动作演示时, 直接调入。

笔者在选择人体动作动画的数据结构时, 主要考虑在能够完整描述问题空间所有数据元素及它们之间关系的前提下尽可能简单, 以避免复杂数据结构带来的复杂操作。基于以上考虑, 采用双向队列的数据结构, 可以方便又快捷地保存每一帧动画的数据, 并且根据设计者需要进行删除、添加、检索、修改等操作相对也很简单, 队列中每一个节点记载一帧动画中所有的必需信息, 如人体各个部位的位置数据、当前画面是第几帧、帧速是多少和该动作所在组的名称等。只需逐一读取队列各结点内容, 并把数据写入文件, 即完成动画文件的存储。

具体结构如下:

```

struct _AN MAT DN
{
  struct _AN MAT DN FAR * prev;
  struct _AN MAT DN FAR * next;
  char name[20];
  int m _ iD;
  int m _ iTot alFram e;
  int m _ iCurrentFram e;
  FRAME Fram eL ist;
  float m _ fBaseHeight;
}AN MAT DN;

```

3 实 例

运用上述方法, 笔者开发了一个用于机械系统人机界面虚拟设计的软件系统, 通过添加各个不同的元件(包括工作台、仪表板、座椅、踏板、操纵器、方向盘等)设计了一个典型的人机界面, 通过选择不同性别、年龄、百分位的人体可以比较直观的评价人机界面的合理程度。图 1 示出虚拟设计软件系统构造的人机界面, 图 2 为该人机界面的不同视图。

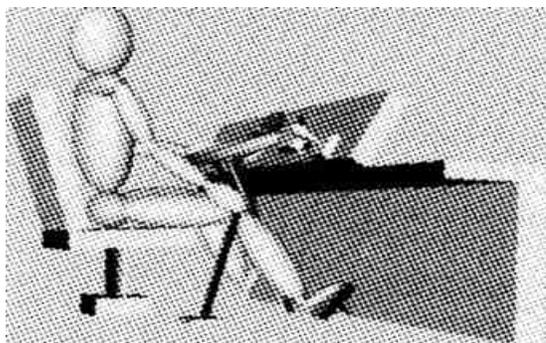


图1 虚拟设计软件系统构造的人机界面

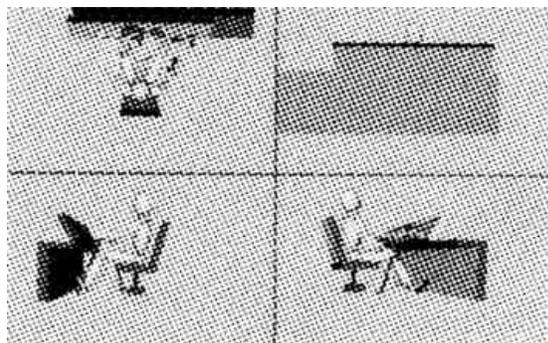


图2 人机界面的不同视图

4 结束语

所建立的三维人体模型, 满足机械系统人机界面虚拟设计、评价和优化的需要。软件运用 OpenGL 编程技术, 将人体模型的各个组成部分用椭球和圆球构造, 实现模型的实体化, 加上光照处理, 更加接近于实际人体; 软件同时实现了人体动画, 并且可以保存成为动画文件, 从而便于设计者直观地检验人机系统中的干涉问题, 同时可以比较所设计的人机界面的优劣。该人体模型各部分尺寸都采用了《GB 10000—88 中国成年人人体尺寸》中的标准数据, 因此在以后的人机系统的研究中具有非常实用的价值。

参 考 文 献

- 1 宋正河 机械系统人机界面优化设计方法的研究: [学位论文]. 北京: 中国农业大学, 2000. 5
- 2 周一鸣, 毛恩荣 车辆人机工程学 北京: 北京理工大学出版社, 1999, 12. 39~ 42
- 3 毛恩荣, 林 建, 周一鸣 用于机械系统人机界面匹配研究的人体模型 农业机械学报, 1998, 29(3): 1~ 4
- 4 中国标准化与信息分类编码研究所负责起草, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所和复旦大学生物系参加起草 GB 10000—88 中国成年人人体尺寸. 北京: 中国标准出版社, 1989, 9. 2~ 16
- 5 朱亚军, 白建军, 边晓东, 等 OpenGL 编程实例 北京: 人民邮电出版社, 1999, 10. 157~ 183