

文章编号 1004-924X(2001)04-0382-03

# 仪器仪表结构虚拟设计研究

马秀兰<sup>1</sup>, 罗小川<sup>1</sup>, 浦军<sup>2</sup>, 车仁生<sup>1</sup>

(1. 哈尔滨工业大学自动化测试与控制系, 黑龙江 哈尔滨 150001;

2. 哈尔滨市计量检定测试所, 黑龙江 哈尔滨 150001)

**摘要:**长期以来,在仪器仪表的开发过程中,其结构造型设计往往落后于其功能设计,成为缩短仪器仪表设计周期的瓶颈。原因在于结构设计所需数据来源于功能设计,并且整个设计过程常常会出现反复。本文提出在仪器仪表结构造型中,通过在虚拟空间中建立设计对象的原始模型来获得设计对象的细节,从而使结构设计和修改更加自由和快捷,缩短开发周期。本文利用 OpenGL(Open Graphic Library)和 MFC(Microsoft Foundation Class)开发了 3D Instrument 虚拟设计系统来完成仪器仪表结构的设计和修改。该系统可以建立一个虚拟三维空间,仪器仪表的结构模型就建立在该空间中,开发人员由此可以检验仪器仪表机构设计的有效性。

**关键词:**虚拟设计; 仪器仪表; OpenGL

**中图分类号:**TH74 **文献标识码:**A

## 1 引言

在仪器仪表设计的早期,设计者往往不太熟悉所设计的对象,甚至于难以觉察到前期设计中存在的问题,致使设计周期延长,所设计的产品难以适应市场快速变化的需要。在仪器仪表产品的设计中,机构造型设计总是处于被动的地位。因为有两组不同的研究部门分别设计仪器仪表的电路部分和机械结构部分。这两个部门必须经常的进行协调以保证产品的可装配性。尽管这两个部门的这种协调很频繁,仍时而出现一些重要因素被忽略的情况,对设计的修改是在所难免的。然而,两个部门间的这种协调是通过图纸来进行的,一旦出现修改,常常造成前面的工作全部重新进行。

如果把虚拟现实技术运用到仪器仪表设计过程中,两个部门就能够在虚拟环境中进行虚拟的装配,进而检查出设计上存在的各种问题,而不用等到样品生产出来<sup>[1]</sup>。这种方法无疑会极大的降低产品开发的费用,缩短研制周期,还可以实现对产品外观的设计,完成“所见即所想”。最终,达到设计出美观、实用而又低成本的仪器仪表产品的目的<sup>[2-3]</sup>。

本文基于 OpenGL(作为三维模型库),利用 VC++ 在 Windows 95 环境下提供了一个建立真实感仪器仪表模型的模型库。这个模型采用了面向对象编程技术(OOP),封装了所需要的 OpenGL 和 Windows API 函数。利用该模型库可以方便的完成仪器仪表三维实体的真实感图形显示,进行各种变换,仿真仪器仪表运动部分的运动过程。

## 2 仪器仪表类库的实现

通常,仪器仪表包括这样一些零部件如面板,立柱,分机箱,插板等。因此,本文设计了专门的模型去建立这些零部件模型。在模型库 vd.dll(该库提供仪器仪表的模型类)中声明和定义了这些模型类。

### 2.1 仪器部件模型类的建立

根据仪器仪表机柜的机构造型特点,基座和立柱是支撑件。模型库的建立可以从立柱基座开始。根据机柜部件的安装位置和所属关系,各个模型间具有图 1 所示的关系。

本文采用构造实体几何方法 CSG(Constructive Solid Geometry)来构造仪器仪表模型。首先利用 OpenGL 提供的基本模型元素作为体素构造

一些基本模型如球体,方框,圆柱等。其次,通过坐标变换和布尔运算等方法建立机柜部件模型。最终,我们使用面向对象技术(Object Oriented Programming,即 OOP 技术)将仪器模型封装在类中。下面通过基座立柱来说明这一过程。

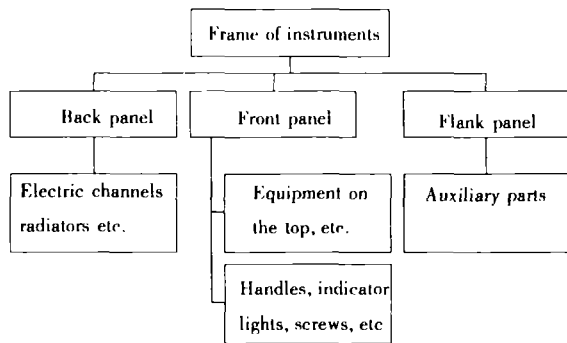


Fig.1 Relationship of instrument's models

首先需要介绍模型类(CModel)。模型类是其它模型的基类。它包括所有仪器仪表零部件模型类的共同信息。因为该类是从 MFC 的 CObject 派生,它能利用 MFC 提供的各种函数方法。其中,OpenGL 拾取机制就是使用了他的这一特性。

CModel 的数据成员 m\_sName 是每个模型类实例的名字,这个名字是不允许有重复的,系统根据名字来区别模型。m\_pBase 数据成员是模型类的定位点,无论何种模型,其所有的造型和变换命令都是基于这个定位点。m-Material 材质数据成员是影响模型真实感显示的关键,只有赋予材质的模型才能在场景中显示出来。

基座立柱模型是仪表结构中最关键的部件。一旦基座立柱确定了,其他的零部件类的位置,类型甚至大小尺寸就被决定下来。因此,这个类的定义对所有的模型类都会产生影响。从 CModel 派生基座立柱模型类。其中,这个类的主要数据成员有 m\_fDepth、m\_fWidth、m\_fHeight,他们分别是该类的深度、宽度和高度参数,应按相应的标准选择。

为了方便,在生成立柱类时,把机柜四周的板材(除前后板,因为其上还有其他的零部件)也生成显示出来。

基座立柱模型的类定义如下:

```
class CFrameBox:public CModel{
```

```
public:
```

```
CFrameBox();
CFrameBox(CVertex, float,
float, float, int, float, float);
CFrameBox();
BOOL Create();
void SetFrontBackParameter();
```

```
protected:
```

```
float m_fDepth;//机架的深度值
float m_fWidth;//机架的公称宽度
float m_fHeight;//机架的长宽高
int m_nU;// 机柜的高,U 的倍数
float m_fFrameThickness;//机架的厚度
float m_fFaceThickness;//机架面板的厚
```

```
度
```

```
};
```

需要说明的是 CFrameBox 类的成员函数 SetFrontBackParameter(),它的基本功能是把机柜立柱的一些基本参数传给前、后面板模型类。这样才能保证前后面板类与机柜立柱的安装尺寸相符。

## 2.2 系统辅助类的建立

OpenGL 应用程序不同于一般的 Windows 程序,它具有自己的特殊规定和要求。为适应 OpenGL 编程的这些要求与规定,建立了一些 OpenGL 类,封装实现这些 OpenGL 的要求与规定的过程。如视图类 CGLView 封装了完成 OpenGL 应用程序特殊要求的函数和数据;CGLString 封装着 OpenGL 场景中输出字符的成员函数和数据<sup>[4]</sup>。

此外,为实现仪器仪表模型的真实感显示,建立虚拟设计环境,该软件系统同时提供有关的类,如用灯光类 CLight 完成场景中的光照系统,用 CMaterial 完成模型类的材质处理<sup>[5]</sup>。

## 3 系统的运行

本系统由两个文件组成,即 3D.EXE 和 VD.DLL。前者是执行文件,用于初始化 OpenGL 的工作环境,显示三维实体;后者提供三维模型的数据结构和输入手段。该系统软件模块体系如图 2 所示:

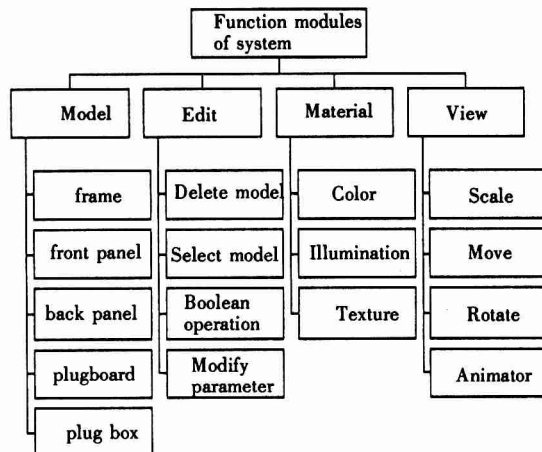


Fig.2 Function modules of 3D instrument system

下面是系统运行的一个例子,其中的突出部分是仪器模型中的运动部件某一时刻的位置(图3)。该图中是以插件和插箱为例来演示的。为了清楚起见,没有安装后面板。

## 5 结 论

通过仪器仪表三维造型的研究说明在真实感

### 参考文献:

- [1] 胡忠东,樊爱华. 虚拟现实技术导论[J]. 计算机仿真,1997(1): 56-58.
- [2] Dani T H, Gadh R. Creation concept shape designs vis a virtual reality interface[J]. ACM, 1998,29(8):555-564.
- [3] Trika S N, Banerject P, Kashyap R L. Virtual reality interface for feature-based computer-aided design systems[J]. ACM, 1998, 29(8): 565-574.
- [4] 贾志刚. 精通 OpenGL[M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [5] 曾芬芳. 虚拟现实技术[M]. 上海:上海交通大学出版社,1997.

## Study of virtual design for instruments' structure

MA Xiu-lan<sup>1</sup>, LUO Xiao-chuan<sup>1</sup>, PU Jun<sup>2</sup>, CHE Ren-sheng<sup>1</sup>

(1. P. O. Box 305, Harbin Institute of Technology, Harbin 150001, China;  
2. Harbin's Administration of Measure, Inspection and Test, Harbin 150001, China)

**Abstract:** For a long time, in the procedure of designing instruments, the design of structures and modeling often lags behind the design of function. It is the bottleneck in cutting down the design periods because the data of structures come from the function design and the process of design usually repeats again and again. The paper proposes a method which can make the design easily and freely and cut down the design period, by which the designers could design the structures in virtual spaces to get the details about the original model. Using OpenGL (Open Graphic Library) and MFC(Microsoft Foundation Class), the authors present a 3D instrument virtual design system to complete the structures' design and revision. The system can create a virtual 3D space where the design of structure will be finished. Therefore, the designers can check the availability of instrument design.

**Key words:** virtual design; instrumentation; openGL

**作者简介:** 马秀兰(1942—),女,黑龙江省阿城县人。哈尔滨工业大学工程图学教研室教授,多年来主要从事仪器仪表结构的研究工作,先后发表论文 20 余篇,完成四项出口仪器仪表工程的机械结构设计。

图形技术中使用 OpenGL 和 MFC 是可行的。基于 CSG 理论,可以利用 OpenGL 函数建立体素来构造三维模型,通过模型类建立相应的实体模型。我们把这些模型类用于仪器仪表虚拟设计中,不仅可以实现仪器仪表机械结构设计,而且可以完成仪器仪表的产品造型的产品设计,设计出美观、实用而低成本的仪器仪表产品。

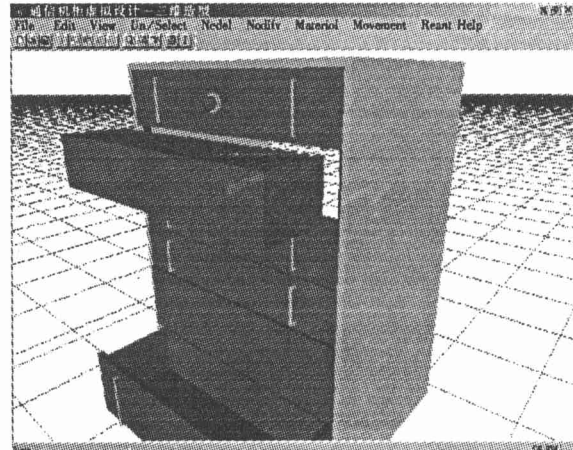


Fig.3 Running example of 3D instrument system