

# 基于 VB 和 OpenGL 的工业测量数据可视化技术研究

张永超<sup>1</sup>, 岳建平<sup>2</sup>, 王海青<sup>3</sup>, 蔡东健<sup>1</sup>

(1. 苏州工业园区测绘有限责任公司 江苏 苏州 215021; 2. 河海大学 地球科学与工程学院 江苏 南京 210098;  
3. 苏州建设交通高等职业技术学校 建设工程系 江苏 苏州 215100)

**摘要:**在工业测量领域中,由于测量对象千差万别,离散的测量数据很难进行描述和分析,而可视化技术能有效地克服这一缺点。本文研究了在 VB 平台上进行 OpenGL 图形开发的方法,实现了 DXF 文件的读取与显示、多种 3 维模型的绘制以及交互操作功能,为工业测量数据实现 3 维可视化分析提供了一个方便、快捷、高效的途径。  
**关键词:**VB; OpenGL; DXF; 工业测量; 可视化

中图分类号:P208 文献标识码:B 文章编号:1672-5867(2011)05-0046-04

## Research on Visualization Technology of Industrial Measurement Data Based on VB and OpenGL

ZHANG Yong - chao<sup>1</sup>, YUE Jian - ping<sup>2</sup>, WANG Hai - qing<sup>3</sup>, CAI Dong - jian<sup>1</sup>

(1. Suzhou Industrial Park Survey Co. ,Ltd. Suzhou 215021 ,China;  
2. School of Earth Sciences and Engineering ,Hohai University Nanjing 210098 ,China;  
3. Suzhou Institute of Construction & Communications ,Suzhou 215100 ,China)

**Abstract:** In the field of the industrial measurement it is difficulties to describe and analyze the disperse measured data for the different measuring object. However ,the visualization technique can overcome the defect effectively. In this paper ,the methods of OpenGL graph development based on VB were researched. The reading and display for DXF files were achieved ,the draw function and the inter-operate function for the various 3D models were realized. All these provided a convenient ,shortcut and efficient way to implement the 3D visualized analysis for the industrial measuring data.

**Key words:** VB; OpenGL; DXF; industrial measurement; visualization

### 0 引言

工业测量技术的出现及应用,是工业产品设计、制造、检测一体化发展的必然要求。在工业测量领域中,由于测量对象千差万别,离散的测量数据很难进行描述和分析,而可视化技术能有效地克服这一缺点。有效的可视化能够浏览、操纵、过滤、观察、探索、研究、理解大量离散数据,从而可以有效地发现隐藏在信息内部的特征和规律<sup>[1]</sup>。

OpenGL 是近几年发展起来的一个性能卓越的 3 维图形处理系统,意为开放的图形库。它是一个开放的独立于硬件设备、窗口系统、操作系统的 3 维软件包<sup>[2]</sup>。通过 OpenGL,程序员可以创建交互式的应用程序,实现具有逼真效果的 3 维图形图像。

### 1 在 VB 环境下进行 OpenGL 图形开发

作为一种与硬件无关的图形编程接口,OpenGL 提供了 100 多个图形函数,它是进行 3 维图形编程,实现数据可视化的基础工具。虽然 VB 是一种简单、易学、方便、快捷的编程语言,但是它没有提供对 OpenGL 图形函数的直接调用,所以如果想在 VB 环境下进行图形开发,尤其是 3 维图形的开发,是一件很困难的事。

在进行 3 维图形的设计开发时,笔者通过建立第三方函数库 VBOpenGL type library (Vbogl.tlb),实现了在 VB 环境下直接调用 OpenGL 图形函数。这就省去大量的底层编程工作,在一般应用的程序设计中可以起到事半功倍的效果。

收稿日期:2011-05-10

基金项目:江苏省测绘局测绘科研项目(JSCHKY201002)资助

作者简介:张永超(1984-)男,江苏宿迁人,助理工程师,硕士,2010年毕业于河海大学大地测量学与测量工程专业,主要从事数据加工及相关应用研究工作。

### 1.1 VBOpenGL type library (Vbogl. tlb) 的使用

1) 将 Vbogl. tlb 安装在合适的工作目录中。

2) 注册 Vbogl. tlb。有两种方法,方法一:使用 regsvr 32. exe 程序进行注册;方法二:在 VB 中,选择“工程|引用”菜单,在弹出的对话框中选择“浏览”,通过工作目录路径找到 Vbogl. tlb 进行添加注册。

3) 在“对象浏览器”中查看该函数库,该库包括常数、接口和类,及每个类的方法和属性。

4) 在代码窗口中调用 OpenGL 函数。

### 1.2 VB 环境下 OpenGL 程序框架的构建

1) 完成 Vbogl. tlb 注册后,在 VB 中,选择“工程|引用”菜单,在弹出的对话框中选择 VB OpenGL API 1. 2 (ANSI) 将其加入到项目中。

2) 创建一个 OpenGL 类模块,编写 Initialize 函数。此函数主要用来设置像素格式(由 PIXELFORMATDESCRIPTOR 结构定义),建立渲染描述表 RC(render context),初始化 OpenGL 场景,清除缓存,设置颜色模式,设置光照和材质等。

3) 在类模块中编写 Display 事件过程。该事件是在图片框重绘时发生,在此过程中主要设置视点,模型转换,调用显示列表进行绘图,设置双缓冲区。

4) 在类模块中编写 OnSize 事件过程。该事件是当图片框大小改变时发生,在此过程中主要设置视口,定义视景物,重新绘制图形。

5) 编写窗体的 Unload 事件过程。该事件是当窗体从内存中卸载时发生,在此过程中主要是删除 m\_hGLRC,释放资源。

以上就是在 VB 环境下应用 OpenGL 进行图形开发的方法及步骤。掌握了此方法及其原理,就可以随心所欲地在 VB 中进行 OpenGL 图形开发。

## 2 基于 VB 和 OpenGL 的 DXF 文件读取

OpenGL 作为一个性能优越的图形应用程序,其设计界面却不提供对其他建模工具或 CAD 软件生成的数据文件的支持。因此,对于复杂的图形应用程序,尤其是可视化仿真及演示系统等应用,程序员就不得不花费大量的时间,逐条语句地完成建模工作。然而,使用 CAD 生成复杂物体的模型是非常简单的,而且这些文件可以按照 DXF 格式进行保存。如果能在 OpenGL 应用程序中直接调用这些数据文件,不仅能极大地降低开发周期及成本,更重要的是还可以提高应用程序的可扩充性能。

### 2.1 DXF 文件分析

DXF 文件本质上是由成对的代码和与代码关联的值组成的,每个代码(即组码)和每个数据条目各占一行,这些组码不仅指出了其后组值的类型,而且与此组值配对。通过使用这些配对的组码和组值,DXF 文件被组织成段,这些段由记录组成,而记录又由依次排列的组码和数据条目组成<sup>[3]</sup>。

一个完整的 DXF 文件一般由 4 个段(即 HEADER

段、TABLES 段、BLOCKS 段和 ENTITIES 段)和一个文件尾组成。每个段由一行组码 0 及一行字符串 SECTION 开始,紧接着是组码 2 及一行表示段名称的字符串(如 HEADER)。段的结束为一行组码 0 及一行表示该段结束的字符串 ENDSEC。这些段中的内容由对象或图元组成,而这些对象或图元由标志它们属性的组码和组值组成。整个文件以一行组码 0 及一行 EOF 结束。

### 2.2 DXF 文件读取

对于 OpenGL 调用来说,它只关心图形文件中模型的几何信息。在 DXF 文件中,这些信息全包含在实体段(ENTITIES)中。因此,在程序中调用 DXF 文件的主要工作就是读取其 ENTITIES 段中的模型数据,并且最主要是形体面的构成和顶点坐标的读取,获得这些信息后就可以在 VB 中调用 OpenGL 图形库函数绘制模型,并进行渲染、交互控制。图 1 给出了读取 DXF 文件中 POLYLINE 和 3DFACE 面数据的流程。

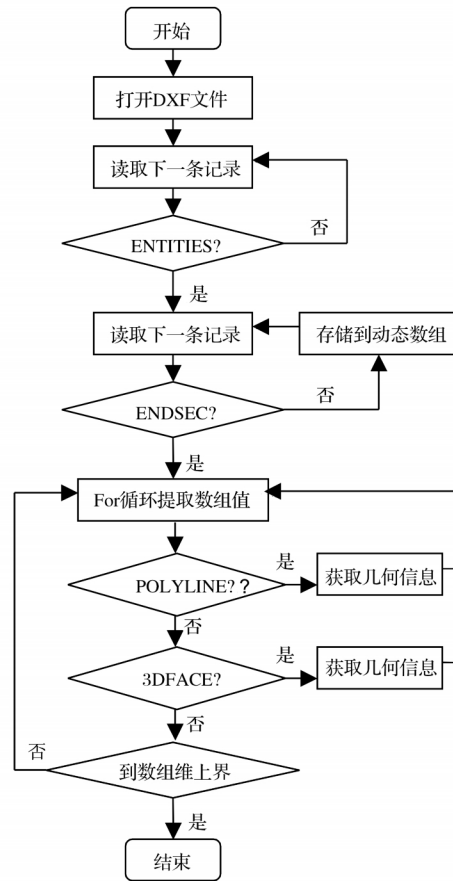


图 1 读取 DXF 文件流程图

Fig. 1 The flowchart of read DXF files

## 3 OpenGL 3 维模型绘制与交互操作

### 3.1 3 维模型的绘制

获得模型的几何数据后,便可以利用 OpenGL 图形库函数在程序中绘制模型,并进行渲染,这里仅介绍 3DFACE 面和 POLYLINE 的绘制,其主要程序代码如下。

```

Sub DrawDXFGeometry ( Canvas As PictureBox ,DXF As
DXFData ,Geo( ) As Geometry ,Start As Integer)
    Select Case Geo( Start) . Type
        Case " POLYLINE"
            ..... '按顺序读出该 POLYLINE 的所有顶
点坐标 X( i) ,Y( i) Z( i)
            ReDim Preserve DPOLYLINE( dpl)
            DPOLYLINE( dpl) = glGenLists( 0)
            glNewList DPOLYLINE( dpl) ,GL_COMPILE '
创建绘 POLYLINE 的显示列表
            .....
            glEndList
            dpl = dpl + 1
        Case " 3DFACE"
            ..... '按顺序读出该 3DFACE 的所有顶点
坐标 X( i) ,Y( i) Z( i)
            ReDim Preserve D3DFACE( d3d)
            D3DFACE( d3d) = glGenLists( 1)
            glNewList D3DFACE( d3d) ,GL_COMPILE '
创建绘 3DFACE 的显示列表
            .....
            glEndList
            d3d = d3d + 1
        End Select
    End Sub

```

添加一个类模块,在其中进行 OpenGL 工作场景设置、创建模型及渲染模型,即可实现模型的绘制与显示。

### 3.2 3 维模型的交互操作

模型显示的位置或大小等呈现,可能与想要的效果存在一定差异。因此,需要根据具体要求,进行相应调整。OpenGL 提供的视点转换、模型转换、投影转换、视口转换等功能可以很好地实现动态视图效果,改变屏幕上图形的显示方式。编写代码调用相应的函数,结合 MouseUp、MouseMove 和 MouseDown 3 个事件,即可实现对模型不同大小和位置的观察,从而可以更清楚地表现模型的各种物理和几何特性,便于对图形进行交互编辑。

#### 1) 平移

平移变换函数如下:

```
Void glTranslate{ fd}( TYPE x ,TYPE y ,TYPE z)
```

函数说明:用给定的  $x$   $y$   $z$  值沿着  $x$  轴  $y$  轴和  $z$  轴平移物体(或按照相同的量值移动局部坐标系)。

#### 2) 旋转

旋转变换函数如下:

```
Void glRotate{ fd}( TYPE angle ,TYPE x ,TYPE y ,
TYPE z)
```

函数说明:第一个变量 angle 指旋转角度,单位为度。后 3 个变量表示以原点(0 0 0)到点( $x$   $y$   $z$ )的连线为轴,逆时针方向旋转物体(或者旋转局部坐标系)。

#### 3) 缩放

缩放变换函数如下:

```
Void glScale{ fd}( TYPE x ,TYPE y ,TYPE z)
```

函数说明:该函数使物体沿着指定的  $x$  轴  $y$  轴和  $z$  轴进行缩放,参数  $x$   $y$   $z$  分别表示沿着 3 个轴向进行缩放操作的比例因子<sup>[4]</sup>。

在 VB 开发环境中不支持鼠标滚轮(MouseWheel)事件,笔者使用了如下方法实现了该事件。在窗体上添加一个 ComboBox,对其添加 KeyDown 事件来截获滚轮动作,以此实现通过滑动鼠标滚轮放大和缩小模型。其主要程序代码如下:

```

Private Sub ComboBox1_KeyDown( KeyCode As Integer ,
Shift As Integer)
    If KeyCode = 38 Then
        zcam = zcam + 1# '滚轮向上,放大模型
    ElseIf KeyCode = 40 Then
        zcam = zcam - 1# '滚轮向下,缩小模型
    End If
    GL.Display
End Sub

```

#### 4) 选择

在 OpenGL 中使用选择机制的步骤如下:

①调用 glSelectBuffer() 函数定义用来存放命中记录的数组。

②调用 glRenderMode( GL\_SELECT) 函数进入选择模式。

③调用 glInitNames() 初始化名称堆栈,然后调用 glPushName() 将名称压入堆栈。

④定义选择体,一般情况下,选择体与视景物不同,可以用 glPushMatrix() 和 glPopMatrix() 函数来保存和恢复当前视景体的状态。

⑤交替发送绘图命令和名称堆栈操作命令 glLoadName() 使每一个图元被赋予一个适当的名字。

⑥调用 glRenderMode( GL\_RENDER) 退出选择模式,并处理返回的选择数据(命中记录)。

#### 5) 拾取

拾取实际上是选择操作的一种扩展,用于识别屏幕上某个小区域附近的对象,通常用于鼠标点击选取屏幕上某个图元。拾取的基本过程与选择类似,主要区别是:拾取通常是由输入设备激发的,如单击鼠标左键;在拾取中,要调用 gluPickMatrix() 函数,将一个特殊的投影矩阵与当前的矩阵相乘,将绘图限制在一个小范围内,在这个小范围内绘制的图元将会产生命中。

该函数的原型为:

```
Void gluPickMatrix( GLdouble x ,GLdouble y ,GLdouble
width ,GLdouble height ,GLint viewport [4 ])
```

拾取区域的中心为窗口坐标下的( $x$   $y$ )处,通常是光标位置。width 和 height 用屏幕坐标定义了拾取区域的大小。viewport[]指定了当前的视口区域的边界,该数组值可以通过调用 glGetIntegerv( GL\_VIEWPORT ,GLint \* viewport) 来得到<sup>[5]</sup>。

### 4 系统开发实例

基于以上分析和研究,笔者进行了船舶建造测量数据分析系统开发,该系统是一个以计算机和现代测量技术为基础的,对船舶各分段建造过程进行实时检测、误差控制以及指导拼装的测量数据分析系统。系统实现了在 VB 平台上运用 OpenGL 调用 DXF 格式船舶设计图的功能,达到了测量数据与设计数据可视化对比分析的目的;实现了不同曲线和曲面模型的绘制以及模型的平移、缩放、旋转、点、线、面等要素的拾取,计算结果的实时显示及信息的实时查询等功能,真正实现了测量数据分析的 3 维可视化。系统主要界面如图 2 至图 5 所示。

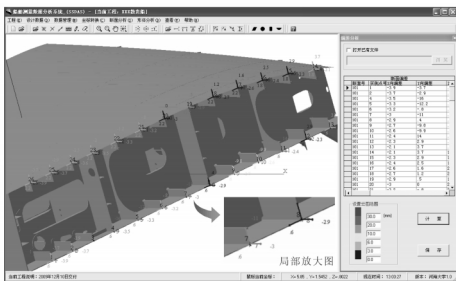


图 2 测量数据与设计数据对比分析界面  
Fig. 2 The interface of comparative analysis measurement data with the design data

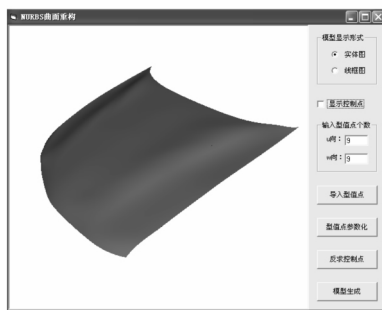


图 3 自由曲面重建与绘制界面  
Fig. 3 The interface of free-form surface reconstruction and rendering

### 5 结束语

随着现代工业的迅猛发展,人们对形状尺寸和空间位置检测的精度、速度和效益提出了越来越高的要求,这必然要求对工业测量中的数据处理技术作广泛深入的研究。本文在 VB 环境下利用 OpenGL 实现了 DXF 文件的读取、多种 3 维模型的绘制以及交互控制。这种方法既充分发挥了 VB 强大的编制人机交互界面及可编译的优势,

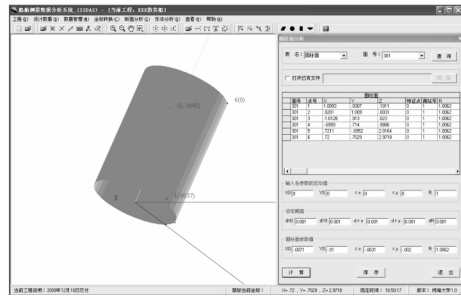


图 4 圆柱面拟合与绘制界面  
Fig. 4 The interface of cylindrical surface fitting and rendering

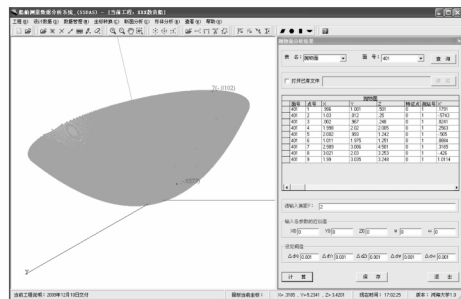


图 5 抛物面拟合与绘制界面  
Fig. 5 The interface of paraboloid fitting and rendering

又满足了 3 维模型快速重建以及高效、友好交互控制的需求,实现了测量数据分析的 3 维可视化,为测量与工业产品的设计、制造、检测一体化接轨奠定了基础。

### 参考文献:

- [1] 熊伟. 基于数字地图的标图系统设计与实现 [D]. 郑州: 解放军信息工程大学, 1999.
- [2] 曾洪云, 孙在宏, 乔伟峰. 基于 OpenGL 的地形三维可视化研究 [J]. 现代测绘, 2003, 26(3): 29-31.
- [3] 刘传亮, 陆建德. AutoCAD DXF 文件格式与二次开发图形软件编程 [J]. 微机发展, 2004, 14(9): 101-104.
- [4] 李颖, 薛海斌, 朱伯立. OpenGL 技术应用实例精粹 [M]. 北京: 国防工业出版社, 2001.
- [5] 罗小兵, 李斌等. Visual Basic 多媒体特效制作百例 [M]. 北京: 中国电力出版社, 2001.
- [6] 岳建平, 魏叶青, 张永超. 船舶建造测量分析系统研究 [J]. 测绘通报, 2008(10): 20-22.
- [7] 闻竹, 王志恒, 杨国东. OpenGL 在地理学三维可视化中的应用 [J]. 现代测绘, 2008, 31(1): 39-40.

[编辑: 宋丽茹]