

基于 OpenGL 的区域三维可视化

吕志慧¹, 李建民²

(1. 郑州大学环境与水利学院 ,河南 郑州 450002 ; 2. 中国人民解放军信息工程大学地理信息工程系 ,河南 郑州 450052)

摘 要 : OpenGL 是目前应用最广泛且性能非常优越的三维图形应用程序库 . 针对地理信息区域的三维可视化 , 探讨了其实现途径 , 重点讨论了区域三维可视化基础——数据的获取 , 以及利用 VB 和 OpenGL 相结合进行可视化编程的方法 , 最后给出了一个区域三维可视化实例 , 对于地理信息系统区域的三维可视化具有一定的借鉴价值 .

关键词 地理信息 ; 可视化 ; 空间数据 ; 虚拟现实
中图分类号 : TP 391.9 文献标识码 : A

0 引言

地理信息三维可视化技术作为 GIS 的一个重要发展方向 , 自 80 年代末以来 , 一直就是研究热点 , 其研究范围涉及数据库、地理信息系统、计算机图形学、虚拟现实等多门学科 . 区域三维可视化是指将一片地理区域内所有对象的表现方式实现由二维到三维的转变 , 目前该技术被广泛应用于城市规划、市政工程设计、测绘、地质、交通等许多领域 , 对于空间分析、规划决策等具有重要意义^[1].

OpenGL 是美国高级图形和高性能计算机系统公司 SGI 所开发的三维图形标准库 , 具有绘制三维图形的各项功能 , 它是处理专用图形硬件的软件接口 , 支持可视化实现^[2]. 本文以 OpenGL 为基础 , 对区域三维可视化进行研究 , 实现了交互制图设计 , 如三维结构体、色彩、光照设计等 ; 三维地图显示 , 如平移、旋转、多角度浏览等 , 为三维空间的进一步分析提供了基础 .

1 区域三维可视化过程

区域三维可视化的应用对象包括道路、水系、地形、建筑物等 , 最重要的是地形与建筑物 , 二者侧重点有所不同 , 建筑物侧重于一些最基本的几何图元建模 , 而地形侧重于较复杂的曲线、曲面或不规则物体的建模 , 本文实现的三维区域的主要

对象为建筑物 , 其三维可视化流程图如图 1 所示 .

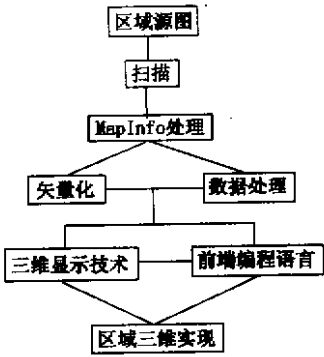


图 1 可视化流程图

Fig.1 Visualization flow chart

1.1 前提准备

空间数据是区域三维可视化的核心 , 也是地理信息系统区别于一般管理信息系统的主要标志 , 该类数据主要来源于纸介质地图、现有数字地图、野外实测数据和遥感数据 . 对于区域 , 一般是纸介质地图 , 如平面图、高程图和建筑施工图等 , 将纸介质地图经扫描仪扫描 , 得到栅格图像 , 要获取地图中的数据 , 必须将栅格图像用地图矢量化软件转换为矢量图(有地理坐标的地图)^[3]. 本文采用 MapInfo 软件 , 得到 . Tab 地图格式文件 , 再由 . Tab 文件获取地理坐标 MapInfo 中的交换格式文件(. MIF)该文件详细记载着地理坐标 , 用 Notepad 打开如下所示(以郑州市上街地区某区域数据为例 , 此处只截取一段以供参考):

```
Version 300
Charset " WindowsSimpChinese "
Delimiter " , "
CoordSys NonEarth Units " m " Bounds ( 3330.717066 ,
6026.640302 )( 8635.478371 , 9833.492212 )
Columns 4
ID Integer
名称 Cha( 30 )
...
Data
Region 1
5
6721.522145 6294.237808
...
Pen( 1 2 0 )
Brush( 2 ,16771280 ,16777215 )
Center 6745.460551 6289.770091
```

其中：

(1) CoordSys NonEarth Units “ m ” Bounds (3330.717066 ,6026.640302)(8635.478371 ,9833.492212)语句注明数据不是采用经纬度形式 ,而是以米为单位 ;3330.717066 ,6026.640302 表示该块区域的最小 X ,Y 坐标 ;8635.478371 ,9833.492212 表示该块区域的最大 X ,Y 坐标 .

```
( 2 ) Region 1
5
6721.522145 6294.237808
...
```

其中 “ Region ”表示此处构造一个或多个多边形对象 “ 1 ”表示多边形数量 “ 5 ”表示该多边形中节点的数量 ;下面表示每个节点的 X/Y 坐标对 .

(3) Pen(1 2 0)设置线性对象的宽度、图案和颜色 ;Brush(2 ,16771280 ,16777215)设置圆或区域这样的填充对象的图案、前景颜色和背景颜色 ;Center 6745.460551 6289.770091 表示该区域的中心位置 .

该 .mif 文件包含二维地理信息数据 ,再结合相应高程数据 ,即可得到符合三维可视化要求的数据 .本文通过前端开发语言 Visual Basic 6.0 读取 .mif 文件中的二维地理信息数据 ,存入数组 $X0(i)$, $Y0(i)$, $X1(i)$, $Y1(i)$ 中 ,再将相应高程数据读入数组 $H(i)$ 中部分程序如下：

```
Open " e : \ OpenGL Test VB \ test. MIF " For Input
As # 1
Do While Not EOF( 1 )
```

```
Line Input # 1 , l$
...
symbol = Mid( l$ , 1 , i - 1 ) '取出对象属性
...
n = Len( l$ )
For j = 1 To n
If Mid( l$ , j , 1 ) = " " Then
X1( i ) = Val( Mid( l$ , 1 , j - 1 ) )
Y1( i ) = Val( Mid( l$ , j + 1 , n - j ) )
'取出点的坐标
Exit For
End If
Next j
...
Loop
Close # 1
```

数据处理完毕后 ,将所得二维地理坐标 ,连同高程数据一并建库存储 ,以便三维实现时调用 .

1.2 编程实现

本文采用 Visual Basic6.0 可视化前端编程语言^[4]对 OpenGL 进行调用 ,实现区域三维可视化 .从程序开发人员的角度来看 ,OpenGL 是一组绘图命令的 API 函数集合 ,包含 100 多个图形函数 ,利用这些函数可以很容易地实现对物体的描述、平移、旋转、缩放、光照、纹理、材质、文字、交互以及提高显示性能等方面的功能^[5] ,在 Visual Basic 中只需引用关于 OpenGL 的动态链接库 ,如 opengl32.dll ,glu32.dll 等 ,即可完全使用它的 100 多个图形函数 ,方便地进行三维可视化 .

2 实例分析

OpenGL 是一个功能强大的图形库 ,用户可以很方便地利用它开发出有多种特殊视觉效果(如光照、纹理、透明、阴影)的三维图形 .区域三维可视化包括以下步骤 :初始条件设定→主体结构构造及图形渲染→综合生成最终结果 .本文以一片区域为例 ,具体阐述三维可视化编程方法 .

2.1 初始条件设定

初始条件设定包括 :设定像素格式、设置较高进程级、纹理、光照、投影变换、视口变换等 ,该部分的设定直接影响以后三维构造的效果 ,本文实现程序部分见下：

```
' 设置点格式
SetupPixelFormat mForm.hDC
```

```
hGLRC = wglCreateContext( mForm.hDC )
wglMakeCurrent mForm.hDC , hGLRC
' 设置较高进程级
SetForegroundWindow mForm.hwnd
' 纹理设置
glTexImage2D GL _ TEXTURE _ 2D , 0 , 3 , bitmap-
Width ,
bitmapHeight , 0 , GL _ RGB , GL _ UNSIGNED _
BYTE ,
bitmapImage( 0 , 0 , 0 )
glTexParameterf GL _ TEXTURE _ 2D ,
GL _ TEXTURE _ WRAP _ S , GL _ LINEAR '
纹理控制
glTexParameterf GL _ TEXTURE _ 2D ,
GL _ TEXTURE _ WRAP _ T , GL _ LINEAR
glTexParameterf GL _ TEXTURE _ 2D ,
GL _ TEXTURE _ MAG _ FILTER , GL _ LINEAR
glTexParameterf GL _ TEXTURE _ 2D ,
GL _ TEXTURE _ MIN _ FILTER , GL _ LINEAR
glTexEnvf GL _ TEXTURE _ ENV ,
GL _ TEXTURE _ ENV _ MODE , GL _ DECAL
映射方式
```

```
' 光源设置
glLightfv Light _ Name , L _ POSITION , light _ position
( 0 ) ' 设置光源属性
glEnable GL _ LIGHTING ' 使光源有效
glEnable Light _ Name
' 投影、视口变换
```

```
glViewport 0 , 0 , mForm.ScaleWidth , mForm.Scale-
Height
glMatrixMode GL _ PROJECTION
glLoadIdentity
gluPerspective 60 , mForm.ScaleWidth / mForm.
ScaleHeight , 1 , 30
glMatrixMode GL _ MODELVIEW
glLoadIdentity
```

2.2 主体结构构造、图形渲染

主体结构构造需利用 VB 调用 OpenGL 中图形绘制函数 结合已取出的二维地理数据以及高程数据进行绘制 然后调用光照、纹理等函数进行渲染 部分程序如下：

```
LoadImage“ f : \ ljj \ texture1 . bmp ” , Texturemap
调用纹理贴图
GLEnable GL _ DEPTH _ TEST ' 调用深度缓存测试
GLEnable GL _ BLEND ' 调用融合处理
```

```
GLEnable GL _ TEXTURE _ 2D ' 使纹理有效
Call Lights ' 调用光照参数
For i = 1 To 12
    glBegin GL _ QUADS ' 构造楼体框架
        glTexCoord2f 0 , 0 ' 设置纹理坐标
        glVertex3f X( i ) , H( i ) , Y1( i )
        glTexCoord2f 1 , 0
        glVertex3f X( i ) , 0 , Y1( i )
        glTexCoord2f 1 , 1
        glVertex3f X1( i ) , 0 , Y1( i )
        glTexCoord2f 0 , 1
        glVertex3f X1( i ) , H( i ) , Y1( i )
        ...
    glEnd
Next
...
glDisable GL _ DEPTH _ TEST
' 设置深度测试无效
glDisable GL _ BLEND ' 设置融合无效
glDisable GL _ TEXTURE _ 2D ' 设置纹理无效
```

2.3 最终结果

由以上步骤可以看出 利用 VB 及 OpenGL 不需很多代码即可实现区域的三维可视化 另外若有其它路灯、树木等图形单元 也可通过纹理贴图的方式加以实现 本文在此未能一一阐述 实例如下几幅图所示 图 2、图 3、图 4 分别给出了不同角度的视图。

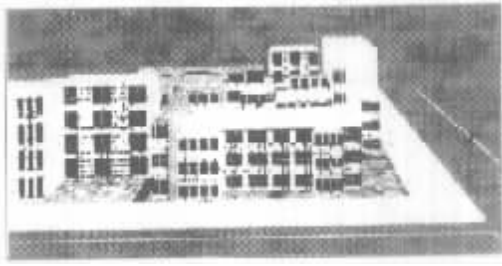


图 2 前视图
Fig.2 Front view

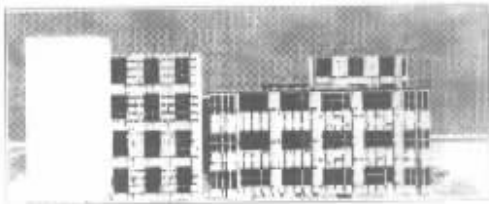


图 3 后视图
Fig.3 Back view

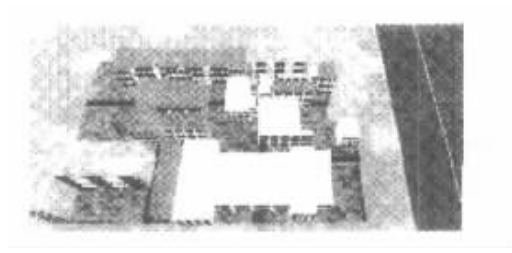


图 4 俯视图

Fig.4 Plan view

3 结束语

地理信息区域三维可视化是地理信息系统开发的一项重要内容,随着数字地球研究和应用的进展,必将很快被提上工作日程.本文通过对区域三维可视化实现方法的研究,阐述了其具体实现过程并给出了实践示例.研究结果表明,利用

OpenGL 进行三维可视化是切实可行的,其实现的功能全面而且效率高.

参考文献:

- [1] 孙 敏,陈 军.基于几何元素的三维景观实体建模研究[J].武汉测绘科技大学学报,2000(6):233 - 237.
- [2] 向世明.OpenGL 编程与实例[M].电子工业出版社,1999.
- [3] 欧 雄,郑晓宇,王裕东,等.MapInfo 6.0 应用开发指南[M].北京:人民邮电出版社,2001.
- [4] 刘恩涛,赵耀峰.Visual Basic 6.0 编程技巧与实例分析[M].北京:中国水利水电出版社,1999.
- [5] 王 峰.用 Visual Basic 实现 OpenGL 三维地形显示[J].测绘信息与工程,2000(3):13 - 16.

3D District Visualization Based on OpenGL

LU Zhi - hui¹, LI Jian - min²

(1. College of Environmental & Hydraulic, Zhengzhou University, Zhengzhou 450002, China; 2. Department of Geographic Information Engineering, Information Engineering University of PLA, Zhengzhou 450052, China)

Abstract OpenGL is the most widely used three - dimensional figure application program base at present with excellent property. Aimed at the 3D visualization of Geographic Information district, this paper discusses its method of realization. It emphasizes discussing the base of 3D district visualization - obtaining data and how to make 3D graphical program using VB combined with OpenGL. Finally through an example, it shows the reference value for 3D visualization.

Key words geographic information; visualization; spatial data; virtual actuality