

# 基于 ArcEngine 的三维地形可视化系统的研究与开发

史永忠, 曹全龙

(浙江省水利河口研究院, 浙江 杭州 310008; 江苏省基础地理信息中心, 江苏 南京 210013)

**摘要** ArcGIS Engine 是 ESRI 公司在 ArcGIS 9.0 版本中发布的一个面向开发人员的产品, 主要用来构建桌面的 GIS 应用。本文阐述了建立地形三维可视化系统的方法、技术途径及其关键技术, 基于 ArcEngine 平台开发了一套三维地形可视化软件, 实现了三维浏览、信息查询、地形分析等功能。

**关键词** 地理信息系统 三维可视化 ArcEngine 地形分析

**中图分类号:** P208 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-4097(2007)03-0037-03

## 1 ArcEngine 技术内核

ArcEngine 组件库的每一个组件中定义有不同的类, 类下面定义了不同接口, 接口中包含不同的属性和方法。类之间有类型继承 (Type Inheritance) 关系, 接口之间有互相调用 (Query Interface) 及相互继承 (Interface Inheritance) 关系。

### 1.1 类

ArcObjects 中的类有三种: Abstract Classes, Coclasses 和 Classes。Coclasses 可在开发环境中直接定义并实例化; Classes 不能直接实例化, 只能从其他类接口的属性函数或其他方法的输出参数中获得; 而 Abstract Classes 为抽象类, 不能定义及实例化, 只是用来派生其他类。

### 1.2 类的类型继承

类型继承是指类之间的接口类型的继承, 而不是继承其实现。继承过来的接口只是名称相同, 具体的实现则不同。

### 1.3 接口

类下面包含不同接口, 接口名前都有“I”字母。如 FeatureClass 类包含 IFeatureClass, IDataset, ITable 等不同接口。不同的 Coclasses 可有同一个接口, 如 FeatureClass 类有 IFeatureClass 接口, 而 RelQueryTable 类也有 IFeatureClass 接口。

### 1.4 接口调用

两个接口之间是否可以相互调用要满足一个条件: 它们要同属于一个类, 如类 FeatureLayer 包含 IFeatureLayer 接口和 IDataset 接口。

### 1.5 接口继承

如 IMapFrame 接口和 IMapSurroundFrame 接口继承于 IFrameElement 接口, 则父类接口 IFrameElement 所具有的方法和属性对派生接口

IMapFrame 和 IMapSurroundFrame 都有效。

## 2 ArcEngine 中三维功能的开发技术

组件结构图顶层的 SceneViewerControl 负责图层的三维显示以及完成对鼠标操作的响应。默认情况下, 移动鼠标左键实现图层的旋转观察功能, 滑动中间键实现图层的平移功能, 移动鼠标右键实现图层的缩放功能。位于 SceneViewerControl 下一层的 SceneGraph 和 Scene 实现对图层 (Layer) 的管理功能, 包括图层的添加、移除、显示、隐藏等。Scene 下层的 Viewer 负责管理用户所看到的画面, 每个 View 对应一个 Camera 对象完成类似相机镜头的功能、包括视角的选取、观察对象的设定、观察者位置的设定等。位于 Layer (图层) 下一层的 3DProperties 负责完成图层在三维显示 (ArcScene) 中的一些特殊效果, 比如高度夸张、图层叠加、光照渲染等功能。另外, 还要经常用到 ISurface 和 ISurfaceOp 两个接口。它们主要负责完成一些常用的三维表面分析功能, 比如坡度坡向分析、可视化分析、体积计算等。

## 3 功能介绍

### 3.1 基高设置

基本思想为: 通过基高图层将影像进行拉伸, 还可以通过夸张系数的设置, 更加直观的表现出三维地形的起伏。首先加载影像数据和 DEM 数据, 设置当前图层, 即需要设置基高的图层, 一般为影像层, 再设置基高来源的图层, 一般为 DEM, 影像便以 DEM 的表面灰度值为高程, 使其具有地形起伏的三维效果。

基高函数: SetBaseHeight CurrentName, BaseName  
首先, 通过索引获得进行拉伸的图层;

```
Set pCurrentlayer = SceneControl1. Scene. Layer
(index1)
```

```
Set pBaselayer = FrmMain. SceneControl1. Scene. Layer
(index2)
```

```
Dim plyrExt As ILayerExtensions
```

其次,通过以下接口实现拉伸功能;

```
Dim pd As I3DProperties
```

```
Set pd=plyrExt. Extension(plyrExt. ExtensionCount)
```

```
pd. BaseOption=esriBaseSurface
```

```
Set pd. BaseSurface=pSurface
```

```
pd. Apply3DProperties pCurrentlayer
```

最后,设置夸张系数,刷新图层,显示结果。

```
SceneControl1. Scene. ExaggerationFactor=3
```

```
SceneControl1. SceneGraph. RefreshViewers
```

### 3.2 等高线生成

加载 DEM 数据,通过加载的 DEM 用程序计算出它的高程范围(最大值、最小值),输入定义输出等高线的参数(等高线间隔、基等高线值),通过这两个参数将计算出输出的等高线信息。

Object 为 ISurfaceOp 接口所定义

```
Set OutputGeoDataset=object. Contour (InGeoDataset,
interval,[base])
```

Interval:等高线间隔,可以是所有的正数

base:基本等高线值,推荐为零

### 3.3 坡度分析

坡度定义为水平面与局部地表面之间的正切值,也称为斜度,即高度变化的最大值比率。通常采用的度量方法是百分比度量。

Object 为 ISurfaceOp 接口所定义

```
Set OutputGeoDataset=object. Slope(InGeoDataset, sl-
opeType,[zFactor])
```

其中 slopeType 有两种类型:esriGeoAnalysisSlopeDegrees 以度表示;esriGeoAnalysisSlopeP-ercentrise 以百分比表示。

[zFactor]:如果[zFactor]没有指定,那么将默认为1,较高的z值将会导致表面上的阴影过度夸张,因而产生更极端阴影。

### 3.4 坡向分析

坡向即变化比率最大值的方向,常用的度量方法是:按从正北方向起算的角度测量。坡向是以正北方向为 $0^\circ$ ,顺时针方向 $0^\circ\sim 360^\circ$ 来进行度量的。如果研究的表面是水平面,则表示这个表面没有坡向,坡向值为-1。

Object 为 ISurfaceOp 接口所定义

```
Set OutputGeoDataset=object. Aspect(InGeoDataset)
```

### 3.5 阴影分析

该功能主要是针对太阳高度角的变化,对山体的阴影进行分析,研究山体随着太阳高度角而阴影变化的情况。

Object 为 ISurfaceOp 接口所定义

```
Set variable=object. HillShade (GeoDataset, azimuth,
altitude, inModelShadows,[zFactor])
```

Azimuth:太阳光源的方位角

该角度的值表现为 $0\sim 360$ 之间的正数,沿着正北的顺时针方向进行描述。通常使用的值为 $315$ 度。

altitude:光源在水平线之上的倾角

该角度以正数所表示,当光源在水平线上角度值为 $0$ ,在水平线正上方角度值为 $90$ ,通常使用的值为 $45$ 度。

inModelShadows:Boolean 变量,用于指定阴影的变化过渡类型

如果值为真,输出的结果将会考虑当地的光源角度及阴影。输出值的范围在 $0\sim 255$ 之间, $0$ 表示整个区域都在阴影范围内, $255$ 表示整个区域全部明亮,无阴影。如果值为假,输出的结果将会仅考虑当地的光源角度,阴影的影响不予考虑。

### 3.6 切割填充

该功能是研究两个地形区域重叠之后的地形几何变化,数学原理就是计算出它们之间的差集。

Object 为 ISurfaceOp 接口所定义

```
Set variable=object. CutFill (beforeGeoDataset, after-
GeoDataset,[zFactor])
```

### 3.7 贴图功能

该功能针对三维建筑物拉伸后由于颜色的单调,而采取的表面纹理覆盖技术,从而使三维建筑物有更加逼真的外观效果,更加真实。

## 4 结论

三维可视化的研究是目前很多领域的研究热点,而地形是人类社会赖以生存并从事一切实践活动的根基,它是人们对自身生存环境认识和表示的基础。因此,对地形三维可视化的研究更是三维研究中的重点。由于独立开发难度太大,本系统以ESRI公司的ArcEngine作为开发工具,结合可视化开发语言,高效、方便地开发了一个三维地形可视化系统。整个系统可靠性好、易于移植、便于维护,具有较高的地形分析功能。(下转第41页)



足地籍电子政务方面的管理需要。

**基础地理信息系统** 该系统是国土资源管理信息系统的必备的基础性的子系统,主要完成空间数据管理、数据更新、图形操作、空间分析与统计等功能。

**地籍信息系统** 地籍信息系统是基于工作流程实现的。工作流引擎主要控制各项目的审批流程,是每个项目流转的依据和标准。系统应具备表单设计、流程定制、监控督办等模块,并定义土地使用权(所有权)设定登记、土地使用权(所有权)变更登记和他项权利登记等工作流程,覆盖地籍电子政务的各项工作。

## 5 结束语

上述城乡一体化地籍工程建设的目标、任务和内 容,特别是对宗地设置、地籍编号等几个关键问题的研究成果,既是指导连云港市市区城乡一体化地籍建设工程的理论基础,也是该工程实践经验的总结和概括。连云港市城乡一体化地籍工程投入使用一年来的结果证明:工程设计指导思想明确、

目标确实可行、技术路线合理、地籍资料详实、系统运行稳定,为现代地籍管理工作提供了新的技术支持。

限于作者水平,文中不当之处,敬请批评指正。

## 参考文献

- 1 杜海平,詹长根,李兴林. 现代地籍理论与实践[M]. 深圳:海天出版社,1999
- 2 孙治淮,郜莉. 城乡一体化地籍建设实践与探索[M]. 北京:中国大地出版社,2004
- 3 樊志全. 地籍调查[M]. 北京:中国农业出版社,2004
- 4 樊志全. 土地权利理论与方法[M]. 北京:中国农业出版社,2004
- 5 王卫国,王广华. 中国土地权利指南[M]. 北京:中国政法大学出版社,2001
- 6 林增杰,严星,谭峻. 地籍管理[M]. 北京:中国人民大学出版社,2002
- 7 李明巨,钱郭锋,范明华,徐涛. 一体化基础地形地籍数据库的设计思路[J]. 现代测绘,2004(5)
- 8 阎国年,孙毅中,王卫国. 城市规划电子政务系统研究[J]. 现代测绘,2004(5)

## The Research and Discuss of the Construction of Cadastral Whole Body System in Town and Village

Lu Biqing, Gao Guangjun, Feng Zhaoguo

(Bureau of Country Resource, Lianyungang 222001 China)

**Abstract** The text introduce the system of present cadastral, at the base of analyzing the problem, put forward the way to solve the construction of cadastral union in town and village, and give a primary research and discuss in the goal, the task, the content of the construction.

**Key words** Cadastral whole body system in town and village; Cadastral survey; Database; Information system

(上接第 38 页)

## 参考文献

- 1 黄杏元,马劲松,汤勤. 地理信息系统概论[M]. 北京:高等教育出版社,2001
- 2 曾杉,等. ArcObjects 组件开发高级教程, ArcInfo 中国技术咨询与培训中心,2002
- 3 杨朝辉,等. 基于 ArcObjects 的地形三维可视化分析系统的研制,海洋测绘,2003
- 4 徐青. 地形三维可视化技术[M]. 北京:测绘出版社,2000
- 5 Bob Booth. Using ArcGIS 3D Analyst [M]. ESRI Press, 2001

## Researching and Developing of 3D Terrain Visualization System Based On ArcEngine

Shi YongZhong, Cao Quanlong

(Hydrography Estuary Research Institute of ZheJiang, HangZhou, 310008;

Foundational Geography Information Center of JiangSu, Nanjing 210013)

**Abstract** ArcGIS Engine is a developer product published in ArcGIS 9.0 of ESRI, it is mainly used to establish GIS desktop applications. This paper described method, technical way and key tech of building up terrain 3D visualization system, developed a software of 3D terrain visualization, realized some function such as 3D view, information query, terrain analysis and so on.

**Key words** GIS; 3D Visualization; ArcEngine; Terrain Analysis