

文章编号:1008-1542(2012)01-0061-04

# 基于 ArcEngine 三维地形分析和可视化

高 恋,李向新,穆宝胜

(昆明理工大学国土与资源工程学院,云南昆明 650093)

**摘 要:**基于 ESRI 公司提供的二次开发工具 ArcEngine 和 C# 编程语言,阐述了三维 GIS 的理论、方法及过程,实现了 GIS 数据的三维显示以及部分三维分析功能。

**关键词:**三维 GIS;三维可视化;ArcEngine;三维分析

**中图分类号:**TP311.52;P208 **文献标志码:**A

## 3D GIS based on ArcEngine

GAO Lian, LI Xiang-xin, MU Bao-sheng

(Faculty of Land Resource Engineering, Kunming University of Science and Technology, Kunming Yunnan 650093, China)

**Abstract:** This paper describes the theory, method and procedure of building up 3D GIS based on ArcEngine provided by ESRI Company and C# programming language, and realizes some functions such as 3D visualization, 3D analysis and so on.

**Key words:** 3D GIS; 3D visualization; ArcEngine; 3D analysis

随着科技的发展,GIS 越来越多的应用于各行各业中。GIS 所表达的地理信息是三维连续分布的,单纯的二维地理信息系统不能真实地描述三维客观世界<sup>[1-2]</sup>,人们越来越多地要求从真三维空间来处理问题。例如,通过三维可视化可以实际地看到山谷及山脊的存在,而不需要从等高线数据推断出山谷及山脊的存在<sup>[3]</sup>。迄今为止,目前国内外还没有一个成熟完整的三维 GIS 系统,与三维 GIS 相关的系统大多集中在三维可视化方面,如 EVS, Vis5D, Voxel, 医学可视化及各种 CAD 软件等,也有一些三维系统部分实现三维 GIS 的功能,比较有名的软件有 LYNX, IVM(interactive volume modeling), GOCAD, I/EMS, SGM 等。对 GIS 的三维开发比较常用的是 OpenGL, VRML 等<sup>[4]</sup>,这些都需要从底层开发做起,工作量大、开发周期长、成本高。三维 GIS 的研究亟待解决。

ESRI 公司推出的组件式 GIS 开发工具 ArcEngine 是一组完备的并且打包的嵌入式组件库和工具库<sup>[5]</sup>,使用它开发软件用户不需要从底层做起,只需要定制自己需要的组件到特定的功能。笔者就是采用 ArcEngine 技术对三维 GIS 进行研究,基于 C# 编程语言实现三维的可视化及一些分析功能。

## 1 ArcEngine 实现三维 GIS 的理论和方案

### 1.1 ArcEngine 实现三维 GIS 的理论

ArcEngine 由开发工具和运行环境组成,支持多种开发语言,包括 com, .net, java 以及 C++ 等,笔者采用 VS2008(C#)来开发。在 ArcEngine 中用于三维开发的组件有 SceneControl 和 GlobeControl,在此采用 SceneControl 控件。SceneControl 是一个高性能的嵌入式开发组件,提供给开发者建立和扩展 Scene 程序,它相当于 ArcScene Desktop 应用程序中的三维视图,并且提供了显示和增加空间数据到三维的方法。SceneControl 通过

收稿日期:2011-10-11;责任编辑:陈书欣

作者简介:高 恋(1986-),女,河南滑县人,硕士研究生,主要从事 GIS 的二次开发方面的研究。

对象接口 ISceneViewer 来实现,该接口提供对象 Camera,该对象由 Observer 和 Target 构成。SceneControl 提供了一些属性和方法来操作三维对象,如 SceneGraph,Scene 等属性,LoadSxFile 方法等<sup>[3]</sup>。

## 1.2 ArcEngine 实现三维 GIS 的方案

结合开发研究的过程,现将其开发的过程与方案归纳如下。

1) 系统界面设计。新建一个工程,添加如下控件:图层控件 axTOCCControl,三维显示控件 axSceneControl,工具栏控件 axToolbarControl。通过属性设置使 axToolbarControl 和 axTOCCControl 控件分别与 axSceneControl 控件进行绑定。在代码区引用必要的类库:Carto,Analyst3D,Display,esriSystem,DataSourcesFile,DataSourcesRaster,Geodatabase,Geometry,DataSourcesGDB,GeoAnalyst,CatalogUI。在界面顶部添加菜单栏。

工具栏和菜单栏见图 1。

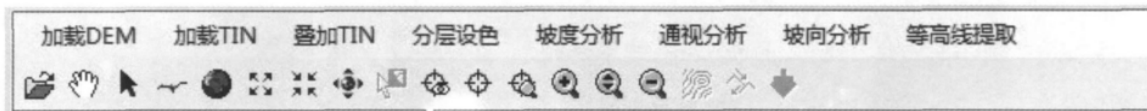


图 1 工具栏和菜单栏

Fig. 1 Toolbar and menubar

2) 三维 GIS 实现功能的模块设计。实现了加载 DEM、加载 TIN、叠加 TIN、分层设色、坡度分析、通视分析、坡向分析、等高线提取功能。系统功能见图 2。

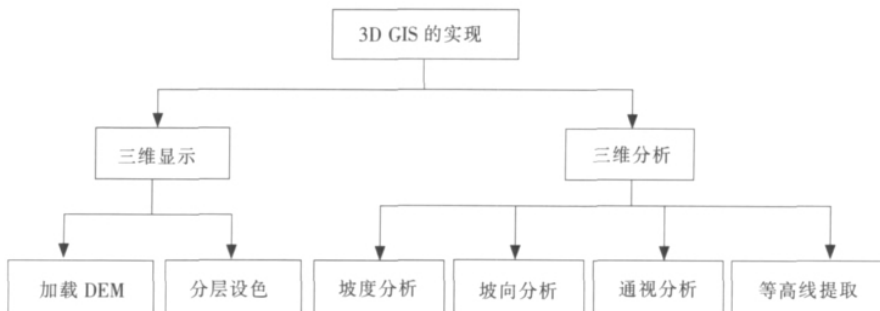


图 2 三维 GIS 的功能结构图

Fig. 2 Function structure of 3D GIS

## 2 三维 GIS 功能的具体实现过程

### 2.1 三维 GIS 的可视化具体实现过程

1) 加载数据。三维 GIS 的可视化即数据的三维显示,首先需要加载数据。系统中以加载昆明市滇池地区的 tiff 格式的栅格数据为例,DEM 数据加载需要用到 2 个组件类:Scene 和 SceneGraph。Scene 是一个矢量、栅格和图形数据显示和处理的容器,该类实现了 IScene 接口,提供了控制 Scene 的方法和属性<sup>[6]</sup>,例如,AddLayer 方法用于向场景中增加 1 个图层。

SceneGraph 是一个记录在 Scene 中出现的数据和事件的容器,该类实现了 ISceneGraph 接口,提供了控制和处理 Scene 中图形的的方法和属性,例如,Locate 方法用于通过单击场景中的任意点定位一个对象<sup>[3]</sup>。编程实现的主要语句为 pRasterLayer.CreateFromDataset(pRasterDataset); pScene.AddLayer(pLayer, true)。

2) 叠加影像数据。DEM 数据加载完后,需要使物体具有三维效果,就需要叠加影像数据,使其具有地形起伏的三维效果。叠加影像数据需要用到组件类 TinLayer, RasterLayer, Tin3DProperties 和 Raster3DProperties。TinLayer 组件类用于创建 Tin 图层对象,RasterLayer 组件类用于创建 Raster 图层对象,Tin3DProperties 组件类用于创建 Tin 数据的三维场景属性对象,Raster3DProperties 组件类用于创建 Raster 数据的三维场景属性对象<sup>[3]</sup>。

```
i3dProperties=(I3DProperties)layerExtensions.get_Extension(i);
i3dProperties.BaseOption=esriBaseOption.esriBaseSurface;
i3dProperties.BaseSurface=surface;
i3dProperties.Apply3DProperties(rasterLayer)。
```

3) 分层设色。通过分层设色可以使地貌高程分布及其相互对照鲜明, 分层设色需要组件类是: AlgorithmicColorRamp, RgbColor, RasterClassifyColorRampRenderer, SimpleFillSymbol, TinElevationRenderer。主要实现语句如下:

```
tinColorRampRenderer.BreakCount = lClasses;
IEnumColors enumColor = algorithmicColorRamp.Colors ; enumColor.Reset ();
tinLayer.InsertRenderer (tinColorRampRenderer as ITinRenderer , 0)。
```

通过以上步骤加上正确的编程语言来实现, DEM 图像便具有三维效果并显示出来。

## 2.2 三维 GIS 分析功能的介绍及具体实现过程

1) 坡度、坡向分析的介绍及具体实现过程。某一位置的坡度分析是水平面与局部地表之间的正切值, 即高度变化的最大值比例, 坡向是变化率最大的方向<sup>[3]</sup>。对某一位置的坡度、坡向分析有利于水利局及规划局等部门做出正确的决策。在 ArcEngine 中实现这些功能需要用到下面几个类和接口: Point, RasterWorkspace, RasterBand, ISurfaceOp, IRasterAnalysisEnvironment 等。坡度分析与坡向分析实现语言一致, 坡度分析是用 ISurfaceOp 的 Slope 方法来实现; 坡向分析是用 ISurfaceOp 的 Aspect 方法来实现。笔者提取的数据是昆明市滇池地区的 tiff 格式数据。在此主要给出坡度分析的实现语句, 如下:

```
ISurfaceOp surfaceOp = new RasterSurfaceOpClass();
IRasterAnalysisEnvironment rasterAnalysisEnvironment;
rasterAnalysisEnvironment = surfaceOp as IRasterAnalysisEnvironment;
rasterAnalysisEnvironment.OutWorkspace = workspace as IWorkspace;
object zFactor = new object();
IGeoDataset geoDataset, rasterGeoDataset;
rasterGeoDataset = rasterDataset as IGeoDataset;
geoDataset = surfaceOp.Slope (rasterGeoDataset, esriGeoAnalysisSlopeEnum.esriGeoAnalysisSlopePercentrise, ref zFactor)。
```

坡度提取和坡向提取效果图见图 3 和图 4。

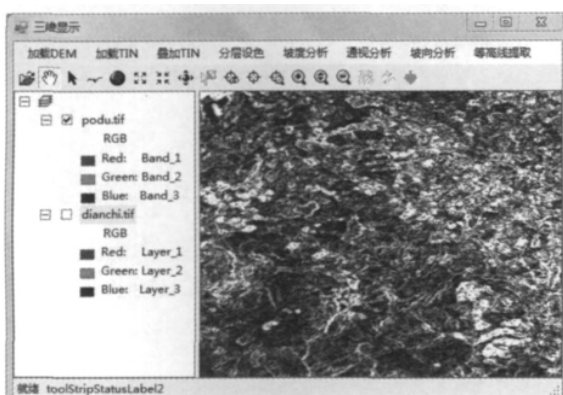


图 3 坡度分析图  
Fig. 3 Slope analysis

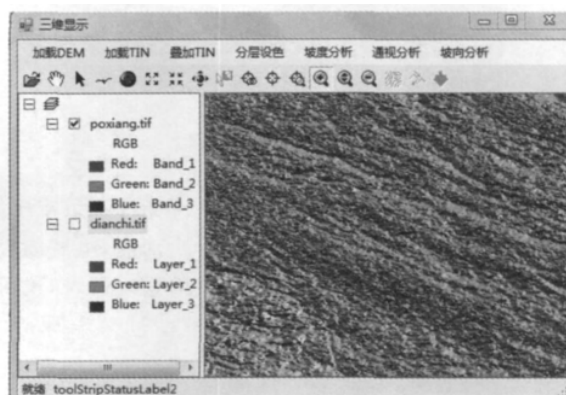


图 4 坡向分析图  
Fig. 4 Aspect analysis

2) 透视分析的介绍及主要实现语句。透视分析有很广的应用背景, 如军事上观察敌人的活动区域, 在这一区域中视线不能被遮挡。可应用于旅游中的风景评价、房地产中视线遮挡判断以及通信中的信号覆盖, 或军事上的火力覆盖等多方面, 由被覆盖的可视面积反求待定位位置与高度等。

透视分析要选择一个目标位置, 而这个目标位置可以是一个“点”, 笔者就是在基于“点”的情况下的透视分析。需要有“点”文件的保存目录, 在 surfaceOp.Visibility(rasterGeoDataset, featureDataset, esriGeo-

AnalysisVisibilityEnum, esriGeoAnalysisVisibilityFrequency) 语句实现。

3)等高线提取的具体实现过程。笔者对规则格网的栅格数据进行等高线提取。要设置高程的基准面和等高线间距。主要是用 ISurfaceOp 的 Contour 方法来实现(rosterGeo Dataset,interval,ref basecouthoar),方法中的第 1 个表示用于提取的栅格数据,第 2 个表示等高线间距,第 3 个表示等高线的基准高程。以 GRID 栅格图像(GRID 栅格图像为某地区中的图像,图像名不知)为例,分别设置 5 m 和 10 m 不同的等高距,效果图见图 5 和图 6,可以清晰地看见 10 m 等高距的等高线比 5 m 等高距的等高线要稀疏很多。主要语句如下:

```

ISurfaceOp surfaceOp=new RasterSurfaceOpClass();
IRasterAnalysisEnvironment rasterAnalysisEnveronment;
rasterAnalysisEnveronment=surfaceOp as IRasterAnalysisEnveronment;
rasterAnalysisEnveronment.OutWorkspace=workspace as IWorkspace;
object basecontour=new object();
basecontour=0;
IGeoDataset rasterGeoDataset;
IFeatureLayer PFL=new FeatureLayerClass();
rasterGeoDataset=rasterDataset as IGeoDataset;
PFL.FeatureClass=surfaceOp.Contour (rasterGeoDataset,10,ref basecontour ) as IFeatureClass。

```

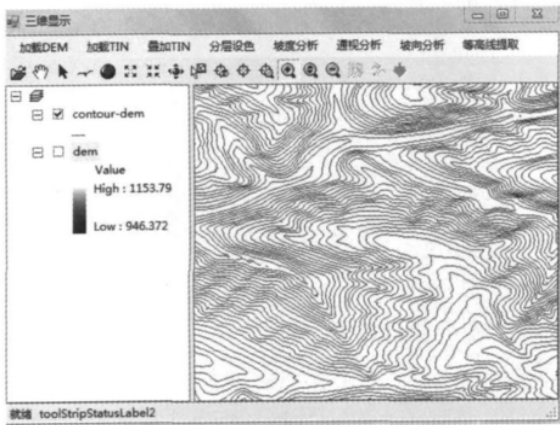


图 5 5 m 间距等高线

Fig. 5 Contour of five meters interval

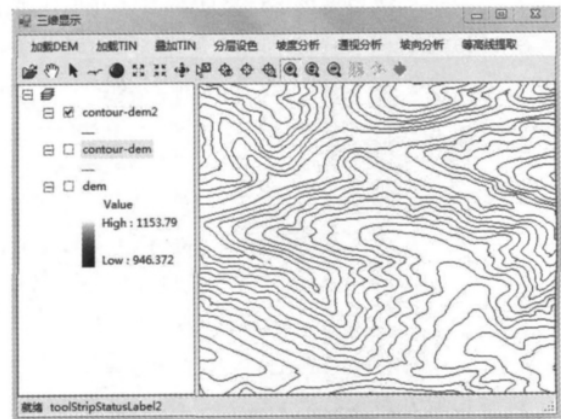


图 6 10 m 间距等高线

Fig. 6 Contour of ten meters interval

### 3 结 语

基于 ArcEngine 和 C# 编程语言实现了最常用的三维显示及三维分析的坡度、坡向、通视、等高线提取功能。对于等高线的提取等三维分析功能,笔者的分析结果与 ArcMap 的分析结果是一致的,证明了结果的可行性。本研究结果即可作为独立的系统运行,也可嵌入到其他系统中。但对于坡度、坡向的提取只是完成了定性的提取,至于定量的分析还有待进一步研究。真正的三维开发是需要更多更新的技术,三维 GIS 的实现远不止这些,在以后的研究中,将会更加深入的对此进行研究。

#### 参考文献:

- [1] 许捍卫, 茆德柱, 何江. 基于 ArcEngine 的 GIS 三维功能开发技术研究[J]. 测绘工程(Engineering of Surveying and Mapping), 2006, 15(6): 50-53.
- [2] 李建成, 郭建文, 盖迎春, 等. 基于 ArcEngine 的三维 GIS 的设计与实现[J]. 遥感技术与应用(Remote Sensing Technology and Application), 2009, 24(3): 395-398.
- [3] 邱洪钢, 张青莲, 陆绍强. ArcGis Engine 开发从入门到精通[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2010.
- [4] 张啸雷, 王冬. 基于 ArcScene 的三维 GIS 实现的研究[J]. 城市勘测(Urban Geotechnical Investigation and Surveying), 2010, 26(4): 26-28.
- [5] 韩鹏, 王泉, 王鹏, 等. 地理信息系统开发——ArcEngine 方法[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2008.
- [6] 史永忠, 曹全龙. 基于 ArcEngine 的三维地形可视化系统的研究与开发[J]. 现代测绘(Modern Surveying and Mapping), 2007, 30(3): 37-39.