

# 基于 ArcEngine 与 Skyline 的二三维联动 GIS 系统的设计研究

刘杨, 程朋根\* (东华理工大学测绘工程学院, 江西南昌 330013)

**摘要** 二维 GIS 有成熟的理论与技术, 特别是分析能力较好, 但对用户来说不够直观。三维 GIS 在最近几年发展势头迅猛且拥有良好的表达效果, 但其分析功能尚待提高。如需结合各自的优点, 则需要同一框架下实现二三维联动。该研究分析了二三维联动 GIS 开发环境的选择及功能设计思路, 基于 ArcGIS Engine 和 Skyline 软件实现了二三维联动系统的设计与开发。

**关键词** 二维 GIS; 三维 GIS; 二三维联动; GIS 系统

中图分类号 S127 文献标识码 A 文章编号 0517-6611(2014)36-13119-03

## Research on Interactive 2D and 3D GIS System Based on ArcGIS Engine and Skyline

LIU Yang, CHENG Peng-gen\* (Faculty of Geomatics, East China Institute of Technology, Nanchang, Jiangxi 330013)

**Abstract** Two-Dimensional GIS have mature theory and technology, particularly its good analysis feature. But it lacks the intuitive expression for users. Three-Dimensional GIS, in recent years, have enjoyed rapid development trends and satisfactory expression results, but it needs to be perfected in analysis function. The premise of combining the respective advantages of 2D and 3D GIS is to achieve the two three-dimensional linkage in the same framework. This paper discussed and analyzed the interactive technology of 2D GIS and 3D GIS first, then designed and developed this system based on ArcGIS Engine and Skyline software.

**Key words** 2D GIS; 3D GIS; Interaction; GIS system

随着地理信息系统的发展, 地理信息系统的相关应用与人们的联系越发密切。用户已经不再满足最简单的地图制图的相关应用, 对多功能集成应用的需求日益强烈。其应用领域也在不断扩展, 从专业性较强的国土、规划和交通等领域扩展到公共服务和灾害应急响应等众多与人们生活息息相关的领域。

经过几十年的发展, 二维地理信息系统凭借着成熟的理论与技术开发出许多种相关产品并被广大用户所接受。但其表达抽象的缺点也越发凸显, 已无法完全满足现阶段用户对地理信息系统的要求。三维地理信息的出现满足了用户对第三维度的需求, 能够较为真实的描述三维地理对象。近年来三维地理信息系统研究发展迅猛, 许多公司也推出了相应的三维产品。但其分析能力欠佳的劣势还是使单一的三维地理信息系统表现的不够那么完美。因此如何在同一框架下实现二三维一体化即实现二三维联动技术已经成为当今研究的热门话题。

笔者基于 ArcGIS Engine 和 Skyline 软件平台, 旨在通过对二三维联动的理论与技术的研究, 探讨出一条能够实现二三维联动 GIS 系统的技术路线, 并通过实验实现二三维联动 GIS 系统的设计, 从而证明二三维联动 GIS 系统的可行性与适用性。结合各自平台的优势, 发挥出更大的效能, 从而提高了工作效率。

## 1 开发的环境选择

**1.1 开发方式的选择** 目前 GIS 开发的产品主要包括商业 GIS 平台和自定义的 GIS 系统。市场上常见的商业 GIS 平台有美国 ESRI 的 ArcGIS 和国内中地数码的 MapGIS 等系

列产品。这种商业 GIS 的开发需要大型团队合作完成, 消耗时间较长且需要开发综合的 GIS 功能, 所以不适合小型 GIS 设计实验。所谓自定义的 GIS 系统是指用户选择一定的方式开发出能够满足自身需求的 GIS 系统, 如各地信息决策系统的构建。这类 GIS 系统的方式主要包括独立开发和二次开发。

**1.1.1 独立开发。**曹代勇等将 OpenGL 用于三维模型可视化中并构建了用于三维显示的软件雏形<sup>[1]</sup>。可是 OpenGL 只是个底层图形库, 如需实现自定义的功能, 开发者必须从底层开发, 通过编程语言完成一整套 GIS 系统的开发工作。这种开发方式属于独立开发, 其特点在于开发者不依赖任何现有的制式 GIS 软件, 仅根据自身的功能需求独立完成 GIS 系统的设计开发工作。独立开发的优点在于开发的功能完全满足开发者的要求, 但缺点在于开发周期长、难度大。

**1.1.2 二次开发。**由于独立开发对开发者的能力及时间要求严格, 因此许多开发者选择基于已有的 GIS 软件, 再根据自身需求对其进行功能扩展。二次开发的方式有两种: 一种是利用 GIS 软件所提供的脚本语言进行二次开发, 如 MapInfo 平台的 MapBasic, ArcInfo 平台提供的 VBA 等。这种开发方式的优点在于开发快速, 缺点在于脚本语言功能薄弱, 效率低下。另一种是基于 GIS 软件并选用相应的开发工具 (VB、C++ 或 C# 等) 进行二次开发, 这种开发方式更为高效。

**1.2 二次开发平台的比较** 随着三维 GIS 的发展, 国内外都相继推出各种 3D GIS 相关的软件。国外主流的软件有谷歌公司推出的 Google Earth; NASA 发布的 World Wind; 微软公司研发的 Virtual Earth 3D 及美国 Skyline 公司出品的 Skyline 系列软件等。国内三维 GIS 虽然起步较晚, 但近几年也推出了多款 3D GIS 相关软件, 包括武大吉奥的 GeoGlobe, 中地数码的 MapGIS-TDE 和超图公司的 SuperMap 等。

这些软件平台各有各的优势, 所以基于这些平台也有许多人进行了各种各样的研究。杨志刚基于开源软件 World

**基金项目** 国家自然科学基金资助项目 (41161069); 广西空间信息与测绘重点实验室资助课题 (13-051-14-18, 11-031-08-26)。

**作者简介** 刘杨 (1991-), 男, 江西九江人, 硕士研究生, 研究方向: 地理信息系统。\* 通讯作者, 教授, 博士, 硕士生导师, 从事三维地理信息研究。

**收稿日期** 2014-11-11

wind 对森林防火三维仿真做了一定的研究<sup>[2]</sup>。其结果总体运行良好,但开源软件都有各自的缺陷,故此次实验不运用。苗作华等分别利用 ArcGIS Engine 和 Vega Prime 在三维可视化方面进行对比研究,指出 ArcGIS Engine 易于搭建程序框架且与传统的二维 GIS 的兼容性更好<sup>[3]</sup>。陈鹏等对 Skyline 和 SuperMap6R 进行对比分析,得出虽然 SuperMap6R 开放程度更高,但 Skyline 在三维可视化运行效率方面表现更好的结论<sup>[4]</sup>。

考虑到开发难度与周期及综合性能的问题,该研究选择基于 ArcGIS Engine 和 Skyline 软件实现二三维联动 GIS 系统的开发实验。

## 2 功能设计思路

二维 GIS 和三维 GIS 经过多年的发展有着广大的软件受用群体,但也逐渐暴露出各自的不足之处。因此,现阶段用户对地理信息系统相关软件的要求在于够用结合二维 GIS 和三维 GIS 各自的特点,最大程度地发挥各自的功能以提高工作效率。

想要实现这一构想,则必须在二维 GIS 和三维 GIS 间建立联系并建立结合系统。结合的原理是通过响应机制实现二维矢量地图和三维 GIS 的结合<sup>[5]</sup>,这一机制的实质是通过二维数据和三维场景间的一一映射关系来表达。联动的效果应表现为操作同步和信息一致。例如:当二三维窗口有一方放大或缩小时,另一方相应的放大或缩小;二三维窗口的地物信息要一致且能够进行属性信息的双向查询。

Skyline 软件有着强大的信息管理能力和数据显示能力,所以此次实验采用 Skyline 作为三维场景的开发平台的。由于 Skyline 旗下产品 TerraExplorer Pro 提供了众多 API 接口<sup>[6-7]</sup>,且每个接口都有不同的属性和方法,所以需要熟悉软件所提供的 API 的属性与方法,这样才能通过编程语言调用接口达到目的。部分接口的介绍如表 1 所示。

表 1 TerraExplorer Pro 部分 API 介绍

| 接口介绍                          | 接口属性  | 接口方法   |
|-------------------------------|---|--|
| ITerraExplorer5: 显示用户接口的细节    | Type: 获取版本<br>FlyName: 工程文件<br>DisplayErrorMessage: 错误的设置方式   | Load, SetCPUSavingMode, GetUserUnits, GetTEVersion, LoadEx, Save, SaveAs, SetParam, GetParam                                     |
| Iplane5: 定义飞行方式和相机的观察角度       | Speed: 飞行速度<br>FiledOfView: 观看 3D window 的区域  | FlyTo, SetPosition, MovePosition, GetPosition, FlyToObject, Setspeed, GetSpeed, Zoom, GetPositionEx                              |
| IRender5: 用于处理 3D window 相关信息 | Quality, HudMode: 设置 3D window 的有关信息  | GetRenderRect, ScreenToTerrain, GetMouseInfo, SetMouseInputMode, SetMouseCursor, GetMouseInputMode, ScreenToWorld, WorldToScreen |
| ITENaigation-Map: 提供导航地图      | BorderStyle: 设置地图边框样式<br>ShowPlane: 显示飞机位置<br>MapCount: 显示地图数量<br>MapIndex: 列出地图导航索引<br>ShowMapSelector: 选择导航地图 | LoadXml, GetXML, ShowProperties, ResetContent, CenterMap, SetTerrainTiePoint, SetMapTiePoint, CancelTiePointMode                 |

## 3 二三维联动的实现

3.1 数据准备 二三维联动的准备工作包括二维地图的

制作和三维场景的生成。利用 CAD 和 ArcGIS 对二维影像数据进行处理得到二维地图。而三维场景则通过 3dsMax 和 Skyline 构建。

目前主流的景观模型建模软件有 AutoCAD、Google Sketchup 及 3dsMax。AutoCAD 主要应用于二维制图,在三维建模方面较另两个软件较为逊色。Google Sketchup 的优点是界面简单,容易学习。而 3dsMax 制作的模型真实感更强。该研究实验所用景观模型是通过 CAD、3dsMax 和 Photoshop 软件构建的。首先需完成纹理的采集与制作,通过相机采集对象的特征,然后将采集后的照片导入 Photoshop 编辑处理。再将二维 CAD 底图文件导入到 3dsMax 中进行三维模型主体制作,模型结构完成后,进行纹理贴图。

实验所用场景文件是利用 TerraExplorer Pro 打包生成的 .fly 文件。将矢量数据、地形数据和景观数据导入到 TerraExplorer Pro 中打包生成场景文件。

3.2 联动实现流程 完成准备工作后,通过 C#再根据功能需要调用 ArcGIS Engine 和 Skyline 的 API 相关接口,实现二维数据与三维场景间的一一映射从而达到联动效果。二三维联动实现流程图如图 1 所示。

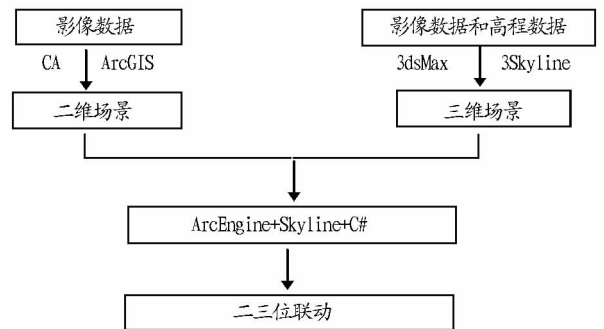


图 1 二三维联动实现流程

## 3.3 实现的方法与功能

3.3.1 实现的方法。TerraExplorer 能够将三维窗口、信息窗口和导航窗口作为 ActiveX 组件嵌入到可视化界面中,此次实验的主要窗口采用 ActiveX 控件。主要有:三维窗口控件(3D windows),用于显示三维场景;信息树窗口控件(information windows),用于陈列场景中的对象的基本信息;导航图控件(navigation map),用于显示导航地图。

ArcEngine 提供了许多控件。此次实验主要采用:制图控件(MapControl),MapControl 封装了 Map 对象,提供了不同的属性和方法,可用于地图的可视化显示;工具栏控件(ToolBarControl),通过 Hook 将命令对象和伙伴控件联系在一起协同工作。ArcEngine 提供了许多命令和工具,这使得有众多相应的功能可供添加选择,此次试验在工具栏中添加了平移、放大、缩小等按钮。

以中心坐标点一一映射为例分析说明:

(1)在二维地图控件 axMapControl1 中在目标位置上点击鼠标获取屏幕坐标,将屏幕坐标转为相应的地理坐标 Dpoint(px,py),转换方法如下:

$$Dpoint = axMapControl1.ToMapPoint(e.x, e.y)$$

(2) 将屏幕的中心坐标移动到鼠标点击的位置,通过 `axMapControl1.CenterAt` 设置二维屏幕的中心点坐标,再通过 `axMapControl1.Extent.Width` 和 `axMapControl1.Extent.Height` 获取视图的宽度和高度,更新视图的范围。更新视图的范围如下:

$$\text{IEnvelope.UpperLeft.X} = \text{Dpoint.px} - \text{axMapControl1.Extent.Width} / 2;$$

$$\text{IEnvelope.UpperLeft.Y} = \text{Dpoint.py} - \text{axMapControl1.Extent.Height} / 2;$$

$$\text{IEnvelope.LowerRight.X} = \text{Dpoint.px} + \text{axMapControl1.Extent.Width} / 2;$$

$$\text{IEnvelope.LowerRight.Y} = \text{Dpoint.py} + \text{axMapControl1.Extent.Height} / 2;$$

(3) 根据定义相关参数(偏航 `Yaw`, 斜度 `Pitch`, 旋转 `Roll`, 视角的偏航 `CameraDeltaYaw`, 视角的斜度 `CameraDeltaPitch`)以及获取的二维的地理坐标,通过接口 `IPlane5` 的方法 `MovePosition` 设置当前三维窗口的视图位置,即将三

维相机视图位置移到对应的二维平面视图鼠标所点击的位置上。

(4) 同理,获取三维相机的位置坐标,使二维中心点位于相机位置上,获得 3D 视窗的范围,把这个范围赋予 `axMapControl1`,再地图刷新从而实现坐标点的一一映射。

### 3.3.2 主要实现功能。

(1) 观测同步。用户在二维地图中选取一个地物时,在相应的三维场景中跳到对应的位置;在移动三维场景中的观测点时,二维地图也移动到相应位置。

(2) 浏览同步。用户在三维场景漫游时,二维地图移动到对应位置,反之亦然。当二维地图放大或缩小时对应的三维地图对应实现,反义亦然。

(3) 信息一致。用户在三维场景中选定对象查询其属性信息时,二维场景转跳至相应位置,且属性信息相同,能够实现二维地图和三维场景的双向查询。此次实验完成的二三维联动 GIS 系统运行效果如图 2 所示。



图 2 二三维联动 GIS 系统运行效果示意

## 4 总结与展望

多年来,二维地理信息系统和三维地理信息系统同步发展。其中二维地理信息系统发展最为成熟,所开发的二维 GIS 软件较多且性能较高,特别是分析功能;另一方面三维地理信息系统发展迅速,特别是可视化方面的成绩优异<sup>[8-10]</sup>。但目前用户已不再单纯满足独立的系统应用,多平台集成式的应用系统软件已被越来越多的用户所需求。因此需要开发出一个融合二者之间优势的系统平台,这样才能满足现阶段用户的需求。

笔者对二三维联动 GIS 系统的相关理论进行研究并设计开发试验,意在证明二三维联动的可行性与适用性。实验证明,利用 ArcGIS Engine 和 Skyline 实现二三维联动的 GIS 的构想是可行的。二三维联动的 GIS 实现了二三维显示联动的功能,可具体表现为显示的一体化和信息的一体化。实验中也暴露出一些不足之处,例如界面设计较为简单且功能实现不够完善。今后将进一步完善其功能,并对有关二三维

联动的理论与应用进行进一步的研究与探索。

### 参考文献

- [1] 曹代勇,朱小弟,李青元. OpenGL 在三维地质模型可视化中的应用[J]. 中国煤田地质,2000(4):20-23.
- [2] 杨志刚. 基于 World Wind 的森林防火三维仿真系统研究和实现[J]. 广东林业科技,2012(3):51-56.
- [3] 苗作华,黄志平,何伟魏,等. 基于 ArcGIS Engine 和 Vega Prime 的三维可视化研究[J]. 软件导刊,2014(2):144-146.
- [4] 陈鹏,林鸿,张鹏程,等. 二三维一体化在 Skyline 与 SuperMap6R 中的实现对比[J]. 地理空间信息,2011(3):65-68,189.
- [5] 程海洋,宋立松,曹建兵,等. 二维 GIS 与三维 GIS 联动技术研究[J]. 浙江水利科技,2010(3):31-32.
- [6] 郭皓. 基于 Skyline 的 3D GIS 二次开发技术研究[D]. 南京:东南大学,2009.
- [7] 江昕. 基于 GIS 的虚拟校园的设计与实现[D]. 开封:河南大学,2010.
- [8] 王之顺. 基于 Skyline 和 SketchUp 的三维可视化技术研究[D]. 福州:福建师范大学,2012.
- [9] 刘海飞. 基于 SuperMap 的二、三维一体化校园 GIS 系统构建[D]. 杨凌:西北农林科技大学,2013.
- [10] 单楠. 基于 SketchUp 和 ArcGIS 的三维 GIS 开发技术研究[D]. 重庆:西南大学,2009:6.