

# 基于 AE 的校园房产三维 GIS 系统开发与研究

张 赐, 吴健平

(华东师范大学 地理信息科学教育部重点实验室, 上海 200062)

**摘 要:**本研究介绍了三维 GIS 与 ESRI 公司的组件式 GIS——ArcGIS Engine 的基本思想与技术, 并使用 ArcGIS Engine 为开发工具, 以 Multipatch 为三维数据模型, 在 Visual Basic 环境下探讨开发“校园房产三维 GIS 系统”的方法, 并对三维建模、系统结构、系统设计和功能实现等作了阐述。系统解决了传统三维可视化软件难以对建筑物分楼层建模存储的问题, 能按建筑物的楼层高度和楼层数进行建模, 并充分利用 ArcGIS 系列产品专业的空间分析功能, 包括空间位置分析和缓冲区分析, 是传统房产管理方式的新突破。

**关键词:** ArcGIS Engine; 房产管理系统; 三维 GIS; Multipatch

**中图分类号:** TP311.52

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1673-629X(2011)02-0215-04

## A 3D GIS System Development and Research for Campus Real Estate Based on ArcGIS Engine

ZHANG Ci, WU Jian-ping

(Ministry of Education Key Lab of Geographic Information Science, East China Normal University, Shanghai 200062, China)

**Abstract:** This study introduced the three-dimensional GIS and ESRI's component GIS—the basic ideas and techniques of ArcGIS Engine. It used ArcGIS Engine as a development tool, Multipatch as the three-dimensional data model to explore the development approach of "campus housing three-dimensional GIS systems" in the Visual Basic development environment. Set out about the 3D modeling, the system structure, system design and how to achieve the functions, and so on. This system solves the problem that traditional three-dimensional visualization software is difficult to model and storage the building sub-floor. It can model the building by floor height and the number of floors. It make full use of the professional spatial analysis function of ArcGIS products, including spatial location analysis and buffer analysis, which is the new breakthrough in the traditional real estate management.

**Key words:** ArcGIS Engine; real estate management system; 3D GIS; Multipatch

## 0 引 言

组件式地理信息系统(ComGIS)是 GIS 技术发展的一潮流。国际上许多 GIS 公司把开发组件式软件作为重要的发展策略, 推出了一系列 ComGIS 软件<sup>[1]</sup>。ArcGIS Engine 是 ESRI 公司新推出的组件式 GIS。ArcGIS Engine 是用于构建定制应用的一个完整的嵌入式的 GIS 组件库。许多用户也许需要的功能比 ArcView 弱, 但仍需要在应用中实现复杂的 GIS 逻辑。在这种情况下, 用户需要有特定的、定制的 GIS 应用, ArcGIS Engine 为此提供了一个低成本的、轻量级的选择<sup>[2]</sup>。

另一方面, GIS 与以前的文字描述和地图等地理学语言相比, 能以灵活的数据与表现方式对地理现象进行空间探索与分析。然而, 二维的地理信息系统将实际的三维事物采用二维的方式表示, 不能真实地描述三维客观世界, 于是三维地理信息系统已逐渐成为人们迫切的需要。

另外, GIS 在房产管理中的广泛应用是传统房产管理方式的新突破。利用地理信息系统, 通过对多维化信息空间的构建, 能够从不多的视角管理、查看房产空间及属性信息, 达到对房产资源更直观、更有效、更灵活等全方位的管理。并且, GIS 在房产管理中的应用是数字化校园的重要组成部分, 是 GIS 技术发展的热点之一。

以上三个方面, 国内外已经作了很多理论和应用方面的研究, 各自建立了一些实用的系统<sup>[3-6]</sup>。但总的来说, 依然是一门新的技术, 还需要进一步研究完善。尤其是国内, 相关方面的研究资料比较少, 但应用

收稿日期: 2010-06-08; 修回日期: 2010-09-28

基金项目: 科技部科技人员服务企业行动项目(2009GJC00047)

作者简介: 张 赐(1986-), 女, 四川彭州人, 硕士研究生, CCF 会员, 研究方向为 GIS 应用与开发; 吴健平, 博士, 教授, 博导, 主要研究方向为 GIS 应用与开发。

很广,将是今后研究的热点之一。

## 1 ArcGIS Engine 概述及其开发

### 1.1 ArcGIS Engine 概述

ArcGIS Engine 是 ESRI 公司新推出的组件式 GIS。这样在技术上避免了重复开发,具有面向对象的可视化的界面和使用方便的标准接口,也便于与各种专业化的组件实现无缝集成,克服了传统 GIS 与其他系统难于集成的特点<sup>[7,8]</sup>。

### 1.2 ArcGIS Engine 开发

对 GIS 来说,有三种基本的开发方法:

二次开发:即在已有的 GIS 支撑软件环境中,利用该软件所带的开发语言进行开发,但大多数情况下都不能脱离 GIS 开发环境。

组件开发:利用工业标准的开发语言并结合 GIS 组件软件进行开发,如在 VB 开发环境下,调用 ArcGIS Engine 组件。该方法开发的系统不依赖任何平台,可单独运行。

底层开发:所有模块都是自主开发,开发的系统具有自主知识产权,但代价较大。

ArcGIS Engine 的开发主要有三个部分,工具栏模块 (ToolbarControl)、图层控制模块 (TocControl) 和图形显示模块 (二维:Mapcontrol/PageLayerControl 或三维:SceneControl/GlobalControl) 提供支持。ArcGIS 将一系列的命令、工具和菜单包含在 ControlCommand 中,用来同控件一起使用。每个控件都是可嵌入的,都封装了 ArcObjects 组件而简化了开发过程。每个控件都有自己的属性页,使用户无须或很少编写代码就能创建一个应用程序。每个控件都有自己的事件,都对最终用户与键盘鼠标的交互操作进行响应。

ToolbarControl 控件主要提供功能按钮来实现对地图的打开、浏览等基本操作。TocControl 控件主要实现对地图的分层显示与管理,并提供图例,支持对图例的修改。ToolbarControl 和 TocControl 具有 Buddy Control,可通过属性对话框来设置与其关联的图层显示控件。Mapcontrol/SceneControl 用来完成对二维/三维数据的显示。

因此,选用在 VB 开发环境下,调用 ArcGIS Engine 进行组件开发,同时采用第三种开发模式 (即开发独立的 EXE 应用程序),使开发的重点集中于客户程序所需的功能实现和相应的技术支持上。

## 2 三维 GIS 及三维数据模型

### 2.1 三维 GIS 的定义及其开发

三维 GIS 是布满整个三维空间的 GIS,与传统的基于平面的二维 GIS 明显不同,尤其体现在空间位置

与拓扑关系的描述及空间分析的伸展方向上<sup>[9]</sup>。

目前三维 GIS 的开发主要有三种方式:一是底层开发实现,这种开发方式工作量大、对技术人员要求很高;二是利用三维可视化软件 (如 VRML、COSMO World、Java3D 等) 实现三维信息的显示过程,但是运行的效率不高,特别是对大量的地形数据显示,速度很慢;三是借助于成熟的 GIS 软件进行三维二次开发,如 ArcGIS 的 ArcObjects 组件。

虽然目前的商业 GIS 软件在 GIS 功能方面已相当成熟,但是大多数的三维建模软件都是将整个建筑物作为一个整体对象。为了完善房产 GIS 系统的功能,使其能分楼层建模,增强三维信息的可视化功能,因此采用在现有的软件上进行二次开发三维 GIS 系统。

### 2.2 Multipatch (多片) 三维数据模型

Multipatch 三维数据模型是 ArcGIS 自己的三维数据模型,能直接在 ArcGIS 软件中使用,而其他三维格式需要转换为 Multipatch 才能在 ArcGIS 中使用<sup>[10,11]</sup>。Multipatch 可以直接添加到 SceneControl 的 Layer 上,并可保存在 Shapefile 和 Geodatabase 中,因此,选择其来进行三维建模。

#### 2.2.1 Multipatch 概述

Multipatch 在 ArcGIS 中的定义为:描述三维表面块的元素集合<sup>[12]</sup>。Multipatch,从本质上说,是在二维图形的基础上,将 Z 值作为高度坐标值,得到的三维的面,并且可以在其上粘贴纹理,使其更为逼真。而一系列这样的三维的面组成的平面集合就是 Multipatch。TrangleFan (三角扇)、TrangleStrip (三角带) 和 Ring (环) 是最常用的三维表面类型。TrangleFan 通常用于产生棱锥,可用来模拟屋顶表面。TrangleStrip 通常用于产生棱柱。而 Ring 可用于产生任意闭合的几何图形,应用最为广泛。

#### 2.2.2 Multipatch 获取及建模

Multipatch 是基于矢量结构的三维表面数据模型。在实际工作中,一般比较常见的是二维平面数据,往往不能直接获取三维数据。因此,接下来将要探讨如何由已知的二维数据获取 Multipatch 三维数据。

在 ArcGIS 中, Multipatch 不能直接创建和修改,必须在应用程序中通过调用 ArcObjects 来实现。首先要在 ArcCatalog 中创建一个 Shape 字段为 Multipatch 的 FeatureClass,存储调用 ArcObjects 创建的 Multipatch。

调用 ArcObjects 创建 Multipatch 的方式有两种:一是在二维图形的基础上直接建模得到;二是导入已有的三维模型,这个三维模型可以由其他三维建模软件产生的,如 VRML、OpenFlight 或 SkyLine 等。

#### 2.2.3 利用 ArcObjects 创建 Multipatch 的两种方式

由于目前大多数的三维建模软件都是将整个建筑

物作为一个整体对象,不能得到其中的某一个面,选择在二维图形的基础上直接建模,并在 ArcScene 中或通过 SceneControl 控件显示,从而实现单独对房屋的单个楼层进行查询访问。

直接建模同样有两种方式:一是应用 IConstructMultipatch 接口拉伸二维底面(可以是 Polygon、Polyline 等类型)得到;二是应用 IGeneralMultipatchCreator 接口定义每个顶点及纹理点的坐标及组成的线、面,并将贴图信息存放在 GeometryMaterialList 类中作为材质列表创建出较为逼真的 Multipatch。

例如,为了创建出分层的建筑物模型,可以应用 IConstructMultipatch 接口的 ConstructExtrudeFromTo 方法创建 Multipatch,控制输入图形的起始底面。

```
//ConstructExtrudeFromTo 方法创建 Multipatch
For f = 0 To num - 1 //num 为建筑物层数
Set pPolygon = pfeature.Shape
Set pConstructMultipatch = New MultiPatch
pConstructMultipatch.ConstructExtrudeFromTo f
* 4# + 0.05, (f + 1) * 4# + 0.05, pPolygon
//假设每楼层高度为 4
.....
Next f
```

### 3 校园房产三维 GIS 系统开发

#### 3.1 系统设计

校园房产三维 GIS 系统旨在提供一个校园房产二维和三维信息交互操作的平台,在该平台上用户可根据房产的二维平面图查看、编辑房产的三维属性,或是通过三维的漫游定位查看、编辑房产的二维信息,实现对地理数据的基本操作与管理。

##### 3.1.1 系统开发平台

系统的开发环境采用 Visual Basic 6.0, GIS 平台采用 ArcGIS Engine, 数据库采用 Geodatabase 空间数据库存储空间数据与属性数据。

##### 3.1.2 系统功能设计

(1) 图层操作:二、三维图层的动态增加与删除,并能对选中图层进行属性设置。

(2) 浏览操作:同步显示对应的二维和三维空间场景,并能实现场景的基本空间浏览功能(放大、缩小、漫游、缩放、拖动、旋转、导航、鹰眼等)。能自定制工具条。

(3) 视图模式切换:在三维视图、二维视图、楼层视图中切换。实现平面地图、建筑物、楼层图层的切换及跨图层操作。能够快捷地切换到不同校区的视图。

(4) 查询功能:在三维模型图和二维校园平面图中,根据关键字或表达式,查询感兴趣的建筑物、其各

楼层及各楼层相关房间的信息。

(5) 属性显示:即二维三维联动属性显示。显示选中三维建筑物属性信息,并可查看该建筑物的二维平面楼层信息。能显示当前二三维图层的属性表,在宏观上对房产资源进行统计管理。

(6) 三维书签功能:指在三维视图中保存感兴趣点/视图的书签功能。

(7) 空间分析功能:

空间关系查询:能根据对象的空间位置查询有关信息。要素间的空间关系主要包括相交、相接、叠加、穿越、在内部、包含。

缓冲区分析:创建对象周围一定范围内的缓冲多边形。例如:结合空间关系查询,查找某一宿舍楼周围 500m 范围内楼高超过 30m 的教学楼。

##### 3.1.3 系统数据存储

本系统中,地理空间数据主要包括存储三维建筑物信息的 Multipatch Feature Class、存储二维平面信息的 Feature Class、存储二维楼层平面信息的 Feature Class。将同一个建筑物的不同楼层图层数据(包括二维数据及三维数据)存储在同一个要素集(Feature Dataset)中,按其所处建筑物的 ID 号命名该要素集。这样利用 ID 号,就可以实现建筑物与其楼层、二维数据及三维数据的交互操作。这些数据都包含了地理对象的空间信息,以其存储在 Geodatabase 中。

存储三维信息的 Multipatch Feature Class,是利用 ArcObjects 直接在二维平面上拉伸构建的(具体实现及方法请见第二部分),每一楼层为一个记录,按其所处楼层命名每一要素。

二维平面图层中包含校园中建筑物(school)、运动场(sport)、道路(road)、河流(river)等图层。其中具有房产信息的建筑物图层,包含 ID、楼名、校区等字段,根据这些字段实现对不同校区的不同建筑物及楼层的数据查询。

存储二维楼层平面信息的 Feature Class,按其所处楼层命名。

#### 3.2 功能实现

##### 3.2.1 图层控制操作

(1) 图层的添加、删除和图层的空间浏览功能。

ArcGIS Engine 中提供了 ToolBarControl,可以方便地加载已封装好的工具用于 SceneControl 和 MapControl 中。ArcGIS Engine 中还提供了 TocControl,可以自由控制图层的插入、移除,调整图层的压盖关系等。

(2) 鹰眼功能。

使用 MapControl 作为一个鸟瞰图窗口,将当前视图的当前显示范围同步更新绘制在 MapControl 的显示区域内。

具体实现:

1) 利用 IRGBColor、ILine、IFillSymbol 接口绘制数据显示区域的符号,用此符号来代表 FocusMap 的当前显示范围。

2) 利用 ITransformEvents 接口获得 FocusMap 中的显示范围的改变。

3) 在 MapControl 中利用 DrawShape 方法绘制新显示范围。

(3) 图层属性设置。

利用 TOCControl 的 HitTest 方法确定选中的图层 (tocpLayer), 通过 UID 值获取 ESRI 的属性设置页 (layer property pages), 并通过 ISet 接口添加该页。

```
pUID.Value = "{1476C782-6F57-11D2-A2C6-080009B6F22B}"
```

```
pPropSheet.AddCategoryID pUID
```

(4) 工具栏定制。

使用 Customize 对话框进行界面和功能定制。用户可以根据需要对菜单、工具等控件进行开关、移位或增删等,增强系统工具的灵活性选择。

关键技术:利用 ICustomizeDialog 接口和 CustomizeDialog events 来实现工具栏定制。

### 3.2.2 视图模式切换

(1) 在三维视图、二维视图、楼层视图中切换。

使用 SSTab 控件,作为不同视图控件 (MapControl、SceneControl、ToolBarControl) 的容器,一次只能有一个选项卡被激活,其内容被显示,而其余选项卡被隐藏,从而实现在不同视图中的快速切换。

(2) 快捷地切换到不同校区的视图。

由于学校通常具有不同校区,用户需要快速地切换到不用校区。例如查询所有“校区”字段为“闵行校区”或“中山北路”的建筑物,将其归类。

### 3.2.3 查询功能

查询功能是指用户由建筑物某一或某些属性,快速查询到相应的地图数据。包括按字段关键字 (如“楼名”、“楼层”) 或编写查询表达式查询。具体实现:

(1) 通过要素的 oid 取得对应的 feature: 调用 IFeatureClass 的 GetFeature (loid) 方法。

(2) 取得指定字段名的索引值: 调用 IFeatureClass 的 FindField (IName) 方法。

(3) 选择满足查询条件的要素: 调用 IFeatureSelection 的 SelectFeatures 方法。

(4) 跨要素集访问:

调用 IFeatureClass::FeatureDataset 获得当前选中要素的要素集 pFeatDS; 再调用 pFeatDS.Workspace 获取当前选中要素的工作空间 (该系统即为存储地理数

据的 Geodatabase 数据库); 对获得的 IWorkspace 进行 QI (接口查询) 得到 IFeatureWorkspace 接口, 再调用 IFeatureWorkspace::OpenFeatureDataset (Datasetname) 获得需要访问的要素集, 从而实现了在同一工作空间的跨要素集访问。

### 3.2.4 属性显示

(1) 显示选中建筑物属性信息,并可查看该建筑物的二维平面楼层信息,具体实现步骤如下:

1) 通过 Locate () 方法将鼠标点击位置的屏幕坐标转换为地理坐标,并且获得选中的要素 pOutFeature。

2) 查询 pOutFeature 的属性字段,获得其所属建筑物的楼名及楼层信息。

3) 利用上面讲过的查询的方法,查询并显示该楼层的平面属性信息。

4) 在 MapControl 中显示选中楼层的平面地图信息。

(2) 显示当前图层的属性表,在宏观上对房产资源进行统计管理。

要显示属性表,可以利用 VB 中的 ActiveX 控件 MSFlexGrid,将要素的属性值按字段加入到该 MSFlexGrid 中。核心代码略。

### 3.2.5 三维书签功能

由于二维视图中可以通过工具栏定制实现书签功能,这里主要指三维视图中保存感兴趣点/视图的书签功能。主要通过调用 IBookmark3D 接口来实现。

### 3.2.6 空间分析功能

空间关系的查询主要涉及的接口包括 ISpatialFilter。其 Geometry 属性定义查询空间对象, SpatialRel 属性定义查询时使用的空间关系, WhereClause 定义查询过滤条件 (SQL 语句)。

缓冲区分析主要使用 Buffer 方法,定义其缓冲距离 (Distance) 和空间坐标参考 (SpatialReference)。

## 4 结束语

校园房产三维 GIS 系统是一类具有实际应用价值的信息系统。利用可视化开发语言环境 VB 和 ArcGIS Engine 建立的地理信息系统,具备了基本的地图操作功能,使用户摆脱了以往必须依赖专业的 GIS 软件才能实现的功能,节省了软件成本。

同时,基于 VB 和 ArcGIS Engine 建立的校园房产三维 GIS 平台能够对房产信息的图形和属性数据进行二维和三维信息的交互查询处理,完成校园房产管理所需要的基本 GIS 功能。

整个系统使用方便,有一定的先进性,是应用三维 GIS 技术和 COMGIS 技术开发校园房产三维信息系统的有益尝试。

(下转第 222 页)

### 3.2 系统技术路线

应用 VB 语言进行编程,整合以上所定义的三种模型,将不同道路限制条件和数据存入不同文件,读取运行,模拟徐州市区主要路段交通流情况。具体流程见图 2。

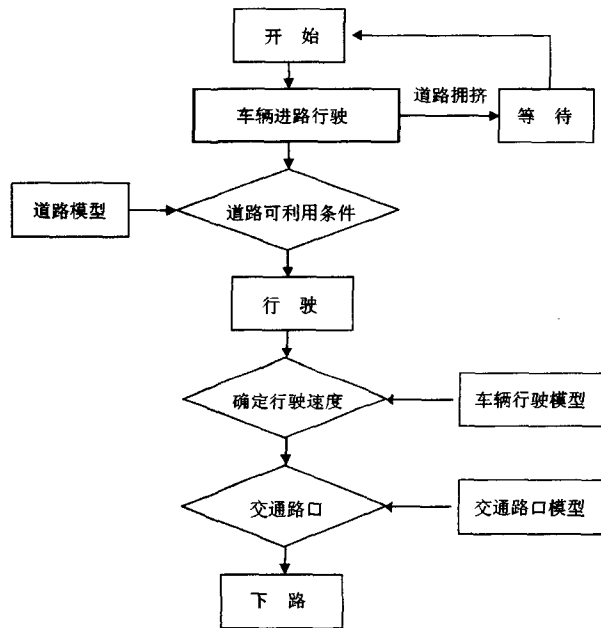


图 2 技术路线图

## 4 结束语

系统运行后通过调整基础数据权重和相关参数使模拟效果基本上与实际交通道路情况相符。但由于真实的交通状况是复杂的,比如路网的丰富复杂性及驾驶员和车辆的多重差异性,在局部路况上模拟效果与实际还是有一些差别。

以后需要在以下两方面加强研究:一是对数学模

型更进一步细化;二是加强基础数据精度。

### 参考文献:

- [1] Pipes L A. Topics in the hydrodynamic theory of traffic flow [J]. Transph. Res, 1968, 2(2): 143-149.
- [2] 冯蔚东,贾国光,刘 豹. 交通流理论评述[J]. 系统工程学报, 1998, 13(3): 71-82.
- [3] Pipes L A. Proposed dynamic analogy of traffic [J]. J. AP. Phys, 1953, 24: 274-282.
- [4] Eissfeldt N, Wagner P. Effects of anticipatory driving in a traffic flow model [J]. European Physical Journal B, 2003, 33: 121-129.
- [5] 王裕青,周美莲,李 青. 模拟驾驶行为的元胞自动机交通流模型[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(9): 248-250.
- [6] Cremer M, Ludwig J. A fast simulation model for traffic flow on the basis of Boolean operations [J]. Mathematics and Computers in Simulation, 1986, 28: 297-303.
- [7] 张 发,宣慧玉. 基于元胞自动机的交通模型综述[J]. 系统工程, 2004(12): 77-81.
- [8] Nagel K, Hermann H J. Deterministic models for traffic jams [J]. Physica A, 1993, 199: 254-263.
- [9] Biham O, Middleton A A, Levine D. Self-organization and a dynamical transition in traffic flow models [J]. Physical Review A, 1992, 46: 6124-6127.
- [10] Chowdhury D, Schadschneider A. Self-organization of traffic jams in cities: effects of stochastic dynamics and signal periods [J]. Physical Review E, 1999, 59: 1311-1314.
- [11] 陆化普. 城市土地利用与交通系统的一体化规划[J]. 清华大学学报(自然科学版), 2006, 46(9): 1499-1504.
- [12] 周成虎. 地理元胞自动机研究[M]. 北京: 科学出版社, 1999.

(上接第 218 页)

### 参考文献:

- [1] 顾洪祥,李建忠,林燕芬,等. 基于 ArcObjects 的环境规划与管理信息支持系统[J]. 计算机系统应用, 2005(7): 49-52.
- [2] ArcGIS——完善的 GIS 平台[J]. 地理信息世界, 2004, 2(3): 1-1.
- [3] 邓 勇. 浅谈 GIS 在房产管理中的应用[J]. 人力资源管理: 学术版, 2010(5): 38-38.
- [4] 李 佼,吴健平,胡英杰. 基于 TerraExplorer Pro 的三维城市浏览系统开发[J]. 计算机技术与发展, 2009, 19(6): 240-242.
- [5] 程 亮,张友静,龚健雅,等. Web 环境下房产测绘信息三维可视化技术研究[J]. 测绘科学, 2008, 33(1): 119-121.
- [6] Fletcher R G. Geographic Information Systems in Real Estate [M]//Encyclopedia of Information Systems. New York: Elsevier, 2003.
- [7] 刘 南,刘仁义. 地理信息系统[M]. 北京: 高等教育出版社, 2002.
- [8] 郝 平,李瑞麟,应时彦,等. 组件式地理信息系统技术[J]. 浙江工业大学学报, 2001, 29(3): 301-304.
- [9] Breunig M. Integration of spatial information for geo-information systems[M]. Berlin Heidelberg: Springer-Verlag, 1996.
- [10] 范力铭. 基于 ArcGIS Engine 的三维 GIS 系统开发与应用[D]. 上海: 华东师范大学, 2007.
- [11] 洪德法,杨国东,王志恒. 基于 ArcScene 和 SketchUp 的虚拟校园的建立[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(12): 41-43.
- [12] 江 早. OpenGL VCPVB 图形编程[M]. 北京: 科学出版社, 2001.