

基于 ArcObjects 的环境规划与管理信息支持系统^①

——以上海市黄浦江上游水源保护区为例

An Information Support System for Environmental Planning and Management Based on ArcObjects

—— By an Example of Water Resources Reservation Area in Upper Region of Huangpu River in Shanghai

顾洪祥 李建忠 林燕芬 马蔚纯 (复旦大学环境科学与工程系 200433)

摘要:组件式地理信息系统(ComGIS)是 GIS 技术发展的潮流之一。本文介绍了 ComGIS 的思想方法与技术,着重介绍 ESRI 公司的 ArcObjects 组件工具的结构与层次。利用 ArcObjects 作为地理信息系统平台,结合水源保护区信息特点,在 VB 环境下开发出“上海市黄浦江上游水源保护区环境规划与管理信息支持系统”,并对系统结构、数据准备和功能实现等做了阐述。

关键词:组件式 GIS ArcObjects 信息支持系统 环境规划与管理

1 引言

组件式 GIS(ComGIS)是面向对象的程序设计思想和技术以及软件组件技术在 GIS 软件开发中的应用,是指基于组件对象平台,以一组具有某种标准通信接口,允许跨语言应用的组件形式提供的 GIS 平台^[4]。ComGIS 采用通用的开发环境,各个组件之间可以进行自由,灵活的重组,它使 GIS 的开发模式从整体型、相对封闭、自成体系向更加灵活、模块化和“即插即用”方式转变^[5]。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,可以与传统的 MIS、OA 等系统有机的集成,也便于与各种专业化的组件实现无缝集成,克服传统 GIS 与其他系统难于集成的缺点^[3,6]。基于 ComGIS 的多种优势,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。如 ESRI 的 ArcObjects; Intergraph 公司的 GeoMedia; MapInfo 公司的 MapX 组件产品。国内也有研究单位和大学研制了自己的组件式 GIS 软件,如 MapGIS 组件开发平台、Geo-Map 和 Super MapObjects 等。

2 ArcObjects 及其应用

2.1 ArcObjects 组件技术

ArcObjects 是 ESRI 最新推出的组件式 GIS 软件,是 ESRI 整合了 GIS 与数据库、软件工程、人工智能、网络技术以及其他多方面的计算机主流技术,开发出的新一代 GIS 平台。

ArcObjects 是一个很大的 COM 模型,具有 807 个组件,998 个接口,6583 个方法。其中每一个组件定义有不同的类,类下面定义了不同接口,接口中包含不同的属性和方法。ArcObjects 使用的类大都包含在 esri-Core. olb 对象库中,有三种不同的类,分别是抽象类,组件类和普通类,类之间的关系主要有类型继承、创建、组成以及关联等(图 1)。

2.2 ArcObjects 的应用

ArcObjects 提供了一个开发 GIS 应用程序的基础,构成了 GIS 的开发平台;同时也是 ArcGIS 的技术主体,是 ArcGIS 系列产品的应用开发平台。ESRI 正是运用 ArcObjects 的对象模型建立 ArcGIS,用户可以运用同样的方法对 ArcGIS 进行扩展。ArcObjects 将 ArcGIS 中全

① 基金项目:国家自然科学基金资助项目(批准号:70103003);中日据点大学交流支持项目。

部的功能实现模块都展示给开发者,并给自定义的应用程序提供类似于基础设施之类的东西,从而使开发者能集中精力于用户需求分析和客户程序所需的功能实现和相应的技术支持上。

护区的环境规划和管理提供重要的信息支持。

在系统开发过程中,选用 ArcObjects 作为地理信息系统平台,采用第三种开发方式,即开发独立的 EXE 应用程序,实现系统的各项功能。

3.2 系统设计

本系统的开发设计采用原型法,即先由用户提出开发要求,开发人员理解、识别和归纳用户需求,在软件环境的支持下,构造出一个实在的系统原型,然后与用户反复协商修改,最终形成实际系统。

本系统包含有多种不同的数据格式以及多个不同的模块,此外,还因为其应用于水源保护区的环境规划与管理,因此,对系统就有一些相应的要求。同时,系统的设计必须满足稳定性,可扩展性,实用性和先进性

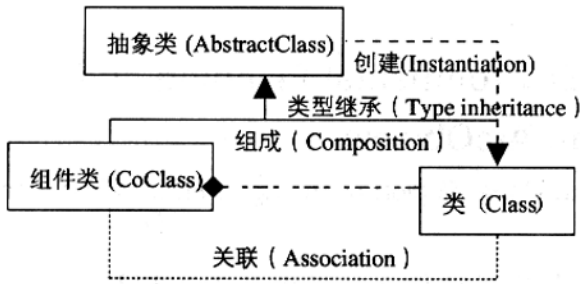
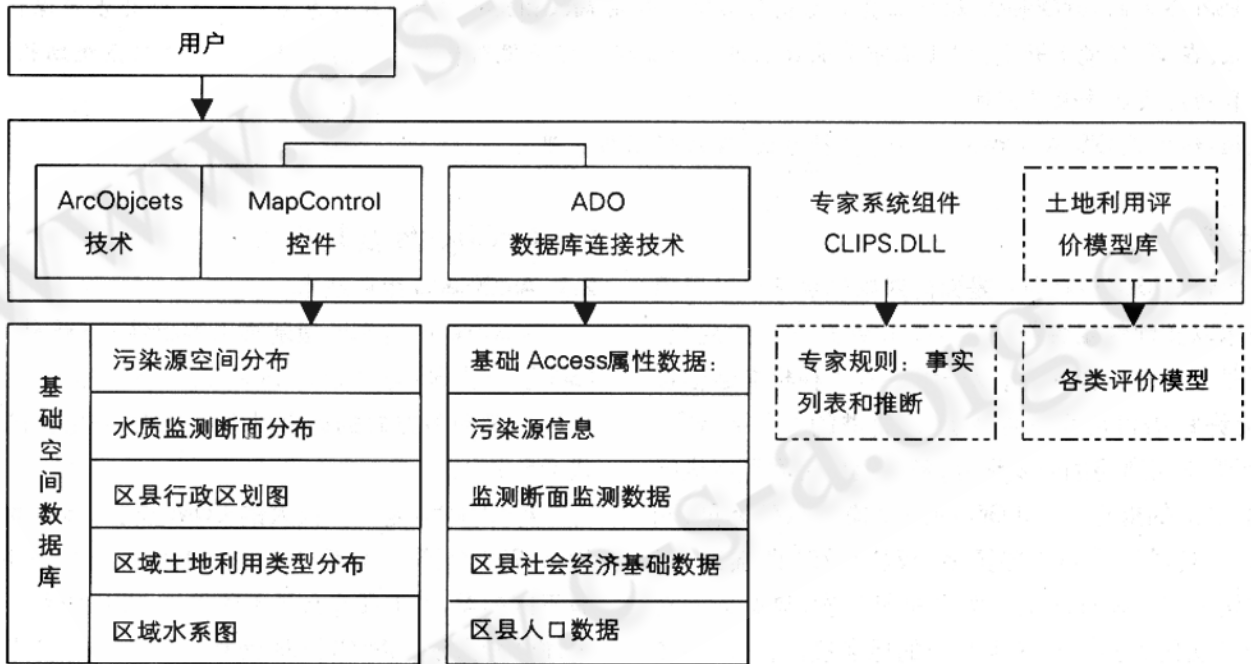


图 1 ArcObjects 类之间的关系



注:虚线框内部分是在本系统开发中预留的接口

图 2 系统总体结构简图

3 基于 ArcObjects 的环境规划与管理信息支持系统

3.1 开发背景

随着黄浦江上游区域的进一步开发,水源保护区面临着更严峻的环境压力,为此,基于黄浦江上游水源保护区的土地利用现状、各类污染源和相关区县的社会、经济和人口等实际情况,研究建立“黄浦江上游水源保护区环境规划与管理信息支持系统”,将为水源保

四项原则。

作为环境规划与管理信息支持系统,要求实现如下几项主要而又相互关联的功能:

- (1) 能提供对多种不同图层(即空间数据)单独(或联合)的点或区域查询;
- (2) 能够对各类数据进行相关统计分析;
- (3) 能够针对各类污染源,在黄浦江上游水源保护区内进行相应的空间分析;

(4)为引入土地利用评价模型和专家系统预留接口,该接口将为以后进一步开发水源保护区土地利用生态环境影响评价系统和相应的决策支持系统提供支持。

为了清晰定义和控制系统的结构,保证系统的扩展性,基于组件式 GIS 的思想和分析方法以及用户需求,将系统的总体结构定义如图 2 所示。

3.3 系统实现

系统的开发环境采用 Visual Basic 6.0, GIS 平台采用 ArcObjects, 属性数据库开发采用 Microsoft Access。在 Visual Basic 平台上,所有空间数据的显示分析等功能采用 ArcObjects 技术实现,与空间图层相关的属性数据存储 Access 关系型数据库中,它们通过关键词进行关联,当用户通过界面对空间图层进行操作时,系统同步查询 Access 数据库,并显示结果。

(1) 数据准备。本系统中,地理空间数据主要包括四类空间数据图层:行政区划图层、污染源空间分布图

层(污染源分为工业、商业、生活、禽畜污染等 4 类)、水质监测断面分布图层、土地利用分布图层。所有图层的数据格式做一定处理后,转换成 ArcObjects 支持的 Coverage 格式或 Shapefile 格式,相关空间数据的处理方式如表 1 所示。

系统的属性数据包括与行政区划图层相联的区域社会、经济和人口基础数据、主要污染源属性数据;水质监测断面的监测数据、土地利用类型等。区域社会、经济和人口基础数据主要包括不同乡镇和街道的面积、人口、工农业总产值、年末耕地面积、第一、二、三产业总值等;主要污染源的属性数据库包含各污染源的编码 ID、名称、污染源类型、地址、年用水量、年污水量、主要污染物的年排放量等。水质监测断面相关数据库包括水源保护区内不同监测断面自 1984 到 2000 年的水质监测数据,主要指标包括 BOD5、COD、氨氮、溶解氧、挥发性酚等。

表 1 空间图层变换处理方式

空间图层	基准年	原格式	转换后格式	涉及的主要操作
行政区划	2001	TAB	Shapefile	格式转化,空间坐标变换,边界修改,相应属性数据库的生成与编辑
主要污染源分布	2001	根据空间坐标位置生成	Shapefile	定位,相应属性数据库的生成与编辑
水质监测断面分布	2001	根据空间坐标位置生成	Shapefile	定位,相应属性数据库的生成与编辑
土地利用类型分布	2001	TAB	Shapefile	格式转化,碎多边形修改,坐标变换,相应属性数据库的生成与编辑

空间数据和相应的属性数据经过整理和规范化,形成完整的数据库,在系统中实现相互连接,构成系统的数据基础。

(2) 系统功能实现。从功能实现上,系统按其应用层次,可分为基本功能、查询检索、统计分析以及空间分析四大功能模块。

① 基本功能模块。基本功能包括图形显示、打印输出和水质现状评价。图形显示功能能将系统中所有的基础地理图层以分层或综合方式,采用专题地图的规范加以显示,能实现放大、缩小、漫游等图层基本操作,还可以根据显示的比例尺,对所显示的地理要素进行疏密协调。打印输出可将目前系统显示框中的所有图层按照规范的地图样式输出。而水质现状评价则是根据监测断面的监测值采用不同的方法进行水质现状等级评价。这些功能通过在 VB 环境下调用 ArcObjects

组件,编写一定的代码加以实现。如图形显示功能,是利用 ArcObjects 中的 MapControl 控件,读入基础地图,编写代码实现图层的加载和卸载等操作,实现的部分代码和界面如下所示:

```
Private Sub chkLand_Click(Index As Integer)
    '选中图层列表复选框
    If chkLand(Index).Value = vbChecked Then
        '加载图层
        MapControl1.AddShapeFile land(Index, 2), land(Index, 1)
    '不选中图层列表复选框
    ElseIf chkLand(Index).Value = vbUnchecked Then
        '卸载图层
        MapControl1.DeleteLayer (FindLayerPosition (land(Index, 1)))
```

End If

‘刷新 MapControl 控件

MapControl.Refresh

End Sub

② 统计分析功能模块。包括污染负荷统计和监测断面水质分析两大部分。前者可对点污染源的各项指标按行业分类或行政区划进行统计;后者可以年均值为基础,对某一监测断面各年度或某一年度各监测断面的水质状况进行分析。

该项功能是利用 Visual Basic 的 ADO 控件访问和查询 Access 数据库,并结合采用 MSChart 控件显示统计图来实现的。

③ 查询检索功能。可以提供多个图层的空间和属性信息的双向查询。查询方式灵活多样,通过空间信息查询属性信息主要有单点查询和区域查询两种方式,通过属性信息查询空间信息则有指定查询对象和查询条件的两种方式。该部分涉及到的所有空间查询功能均利用 ArcObjcets 技术实现。

④ 空间分析功能。土地利用方式及其变化和各类污染源对水源地的水质水量具有重要影响,因此与之相关的空间分析十分重要。例如,对河流水系的缓冲区分析可以有效地显示工业点污染源在空间位置上对水源地水系的影响;同时不同行政单元的工业发展各不相同,分析其污染负荷也对规划与管理的决策提供重要的帮助。

本系统空间分析的功能包括缓冲区分析和污染负荷的空间分布分析两部分。其中缓冲区分析功能是根据用户选择的对象和范围,生成缓冲区,系统显示该区内各主要污染源的状况;污染负荷的空间分布分析功能是通过将行政区划图层(乡、镇)与主要污染源图层作叠置分析实现的。

4 结语

环境规划与管理信息支持系统是目前介于环境管理信息系统和决策支持系统之间的一类具有实际应用价值的环境信息系统。地理信息系统技术能更高效、直观、综合地管理空间数据和属性数据,提高信息管理

的能力和效率,是开发环境规划与管理信息支持系统的重要技术手段。基于组件技术的 ArcObjects 地理信息系统平台的使用,不仅大大提高了系统开发的效率,缩短开发周期,而且为实现灵活、高效、无缝的系统集成和开发环境决策支持系统提供了更为有利的技术平台,因此具有很大的应用潜力。

黄浦江上游水源保护区环境规划与管理信息支持系统针对目标区域的实际情况,在 Visual Basic 平台上,采用目前先进的组件式 GIS 平台 ArcObjects,实现包括多个图层与属性数据的综合查询、定位、统计及空间分析在内的多种任务要求。同时,系统还为引入土地利用生态环境效应评价的专家系统和模型库提供了接口。整个系统使用方便,分析结果准确,有一定的先进性,是应用 ComGIS 技术开发环境信息系统的有益尝试。

参考文献

- 1 张超、郭伦、陈丙威,地理信息系统(M),北京高等教育出版社,1995。
- 2 Chang Kangtsung. Introduction to Geographic Information Systems, first edition (M). The McGraw - Hill Companies, Inc., 2002.
- 3 刘南、刘仁义,地理信息系统(M),北京高等教育出版社,2002。
- 4 卢小平、王留召,组件 GIS 平台 AOs 结构分析及开发方法(J),测绘通报,2003(12):50-52。
- 5 Peng Zhong Ren and Tsou Ming Hsiang. INTERNET GIS — Distributed Geographic Information Services for the Internet and Wireless Network(J). John Wiley & Sons, Inc. 2002.
- 6 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,Vol. 29(3),2001。
- 7 Vckovski Andrej. Interoperable and Distributed Processing in GIS. Taylor & Francis, 1998。
- 8 王家耀,空间信息系统(M),北京科学出版社,2001。