

GIS 组件与 SQL SERVER 数据库在广西水环境管理信息系统中的应用

魏文达, 吕 俊

(广西水文水资源局, 广 西 南 宁 530023)

摘要 阐述在广西水环境管理信息系统中, 应用 GIS 组件对空间数据进行管理的方式, 和 Access 对属性数据管理的方法, 并就如何实现空间数据与文档数据的链接进行详细分析, 通过广西水环境管理信息系统的开发实践, 总结出类似系统的开发方法。

关键词 GIS, SQL, 水环境, 系统开发, 数据库管理

中图分类号 TP392 **文献标识码** A **文章编号** 1004-693X(2008)S1-0064-04

广西地处珠江流域中上游, 水资源比较丰富, 但近年来, 随着社会经济的持续发展, 用水量、排污量不断增加, 部分水体已受到不同程度的污染, 水资源供需矛盾日益突出, 已成为广西社会经济持续发展的主要制约因素之一。为了有效地保护与开发广西水资源, 建立一个能够及时、准确、全面地反馈水资源质量状况的信息系统很有必要。

1 目前存在的问题及难点

由于水环境信息十分复杂, 具有时间系列长、空间分布广的特点, 水环境信息不仅包含有河流、地形、排污口、水工建筑、监测站点、遥感、植被等多方位图形空间数据, 而且还有大量与之相对应的文本属性数据, 水环境信息在多部门间的分散管理, 形成一座座信息孤岛, 无法形成合力, 很难进行深入有效的分析。因此, 水环境信息管理上目前存在信息复杂、信息量大、数据格式不兼容和数据分散等问题。广西水环境信息管理系统的开发成功是广西首次研究开发的覆盖全自治区的对重点污染源、水源地、水质站和水文站等有关水环境信息进行管理的软件系统, 很好解决了水环境信息复杂、信息量大、数据格式不兼容问题。

2 广西水环境信息管理系统中空间数据的管理方式

广西水环境信息管理系统中利用 GIS 实现对图形空间数据的管理, 用 SQL 数据库实现对文本数据进行管理, 同时两类数据实现链接, 而且提供数据导

入端口保证与其他相关部门的数据格式相互兼容。该系统与其他行业的应用软件最大差别在于地理信息系统控件和 SQL 数据库的同时使用。

2.1 GIS 二次开发

地理信息系统(GIS)可以分为通用地理信息系统平台和面向特定专题或区域的 GIS 应用, 前者提供了空间数据输入、存储、处理、分析和输出等 GIS 基本功能, 一般由专门的软件开发商完成, 后者往往针对某一专题、领域提供特定的技术服务, 包括专题 GIS 和区域综合 GIS。随着 GIS 应用领域的扩展, 应用型 GIS 的开发工作日益重要。广西水环境信息管理系统属于应用型 GIS 的系统二次开发。

二次开发可完全借助于 GIS 工具软件提供的开发语言进行应用系统开发。GIS 工具软件大多提供了可供用户进行二次开发的宏语言, 用户可以利用这些宏语言, 以原 GIS 工具软件为开发平台, 开发出针对应用对象的应用程序。它的优点是可以利用 GIS 工具软件的现有功能, 开发周期短。但是这种开发方式使用的宏语言作为编程语言, 与通用编程语言相比有较大差距, 而且其移植性差, 受开发平台的影响, 不能脱离原系统单独运行, 难以开发出界面友好而又功能强大的定制程序。

二次开发还可以采用集成二次开发, 目前主要有以下两种方式:

a. OLE/DDE。采用 OLE(Object Linking and Embedding, 对象链接与嵌入)自动化技术或利用 DDE(Dynamic Data Exchange, 动态数据交换)技术, 用软

件开发工具开发前台可执行应用程序,以 OLE 自动化方式或 DDE 方式启动 GIS 工具软件在后台执行,利用回调(Callback)技术动态获取其返回信息,实现应用程序中的地理信息处理功能。

利用 OLE/DDE 集成开发,几乎可以实现 GIS 工具软件的所有功能,并可以利用可视化编程工具的强大功能实现精彩的操作界面,但是,此种集成方法稳定性不高,效率低,并要求应用模型与 GIS 软件都提供 DDE 或者 OLE 的数据操作协议。

b. 组件式 GIS。组件式 GIS(Component GIS, ComGIS)是基于标准的组件式平台,以一组具有标准通信接口的、允许跨语言应用的组件提供的 GIS,各组件之间不仅可能自由、灵活地重组,而且具有可视化的界面和符合 ActiveX 控件规范的标准接口,在 VB 等编程工具编制的应用程序中,可以直接将 GIS 功能嵌入其中,实现 GIS 的各种功能。基于 ActiveX 技术的 GIS 组件主要有:美国 ESRI 公司推出的 MapObjects、MapInfo 公司推出的 MapX、Intergraph 公司推出的 Geomedia 等。

ComGIS 技术的基本思想就是把 GIS 的各大功能模块根据性质的不同划分为一个或几个控件,每个控件完成特定的功能。各个 GIS 控件之间,以及 GIS 控件与其他非 GIS 控件之间,可以方便地通过面向对象的可视化开发工具集成起来,形成最终的 GIS 应用系统。

2.2 基于 GIS 组件的空间数据的管理方式

广西水环境信息管理系统采用 Esri 公司开发 MapObjects(简称 MO)GIS 组件对空间数据进行管理,通过 MapObjects 完成地图显示、缩放和漫游,属性自动标注,并可将多个图层叠加显示;绘制点、线、面(圆、椭圆、矩形和多边形)等图形特征;点取查询、空间查询、相对位置查询、SQL 条件查询及空间统计等;更新属性或图形数据,创建新的 Shapefiles 文件,绘制各类专题地图;用 ValueMapRenderer, ClassBreak - Renderer 对象进行着色渲染处理。

2.2.1 系统空间数据的格式

广西水环境信息管理系统使用 MapObjects 的 Shape 文件作为地图数据的储存格式。

从 MapObjects 对地图数据的组织方式来看,一个综合性的地图由多个图层构成,其内部统一用记录集(Recordset)来表达,记录集是一个二维表,行表示每个要素,列表示每个属性,其中名称为“Shape”的列记录的是地图要素,Shape 字段以面向对象的技术封装了要素的图形部分,它把图形划分为 3 种类型,即点、线、面。这样的数据结构概念清晰,易于理解。

2.2.2 系统空间数据库的构成

地图图层库:包括 1:25 万的广西电子地图,以及在此基础上绘制的一级水功能区划图、二级水功能区划图、测站(水文、水质站)点分布图、饮用水水源地分布图、排污口分布图、主要河流、水库分布图,此外还有广西省、县分布图等基础图层。图层数据,如水文站分布、水质监测断面分布等图层,采用扫描数字化录入,软件是 MapInfo 5.5,首先把这些纸质地图扫描入计算机,再在 MapInfo 5.5 软件中进行坐标配准,最后在进行逐层数字化。

2.2.3 利用 MapObjects 在系统中实现对地图基本操作^[1]

利用实现 MapObjects 对地图的缩放、漫游、图层的增减、可视的选择、地图量算、地图制图、打印等功能。MapObjects 为这些功能的实现提供了基本的对象,它们具有一定的接口来实现各种操作。MapObjects 包括 40 多个 OLE 对象,共分为 6 组,分别为地址匹配对象组(Address Matching Objects)、数据访问对象组(Data Access Objects)、地图显示对象组(Map Display Objects)、几何图形对象组(Geometric Objects)、实用对象组(Utility Objects)和投影对象组(Projection Objects),其中核心对象是地图显示对象组,它由地图集合对象(Layers)、地图对象(Map)、图层对象(MapLayer)、符号对象(Symbol)等 17 个对象组成。通过地图显示目标组,系统能用符号或专题描述画一张地图或者加入图像作为背景,在地图上显示动态数据。例如添加地图图层,使用 FindGeoDataset 方法通过 DataConnection 来找到符合要求的地图图层,然后加入。

2.2.4 利用 MapObjects 在系统中实现地理信息的查询和分析功能

系统在进行有关地理信息查询功能和分析统计功能时是利用 VB 调用 MapObjects 2.0 中提供的函数库来实现,主要查询方式有 3 种。

a. 通过距离来搜索(SearchByDistance)。对在一个或多个形状的限定范围内元素进行定位,使用 Map Layer 目标上的 SearchByDistance 法。

b. 通过询问方式搜索(SearchExpression)。用户可以用 SQL 语句来选择,所有符合表达式的元素将在记录集中被选中。

c. 通过形状来搜索(SearchShape)。

2.2.5 利用 MapObjects 在系统中实现水质模型计算结果的可视化^[2]

水质模型能够模拟和预测污染物在水环境中的运移转化,并根据河流预定的基本功能要求的水质及河流的自净能力来确定允许排入河流的污染物质,但是运算结果是大量枯燥的数据。水质模型与

GIS 之间的集成,可以使模型的计算结果一目了然,其过程包括以下步骤:对河流进行概化,取步长大小为 100 m 左右,利用有限元方法对河流进行网格划分,形成水体空间分布矢量图层,将模型程序计算的结果以属性值的形式赋予空间图层,浓度值的大小以颜色的深浅显示(浓度越高颜色越深),得到浓度变化分布图。实现方法有用 Fortran、Visual Basic 等编写代码完成水质模型的计算,系统通过接口程序调用计算结果,将结果以直观栅格图像、矢量图形、统计图的形式表达。

3 系统属性数据的管理方式

3.1 SQL SERVER 2000 数据库

SQL Server 是运行在 Windows 平台下的最好的数据库产品之一。SQL Server2000 在可伸缩性、可靠性以及性能方面作出了一系列革新,并为开发者提供了快速简便的编程模式。具有简单的可视化管理工具,大多数 SQL Server 的管理任务都可以通过叫做 SQL Enterprise Manager(企业管理器)的图形化用户界面来完成。SQL Server 2000 具有的级联更新相关字段功能,也是选择它的一个重要原因。微软 SQL Server 具有自动数据复制的特点。这种特性使微软 SQL Server 可以将数据复制到其他的微软 SQL Server 上,或者 DB2、Oracle、Sybase,甚至微软 Access。

3.2 系统用 ADO 实现对 SQL SERVER 2000 数据库的访问^[3]

系统是一个分布式的信息系统,采用的客户机/服务器的信息交换结构实现对水文、水质属性数据的输入、查询、保存和删除等操作。为了实现这一目的,系统采用 ADO 使您能够编写应用程序以通过 OLE DB 提供者访问和操作数据库服务器中的数据。ADO 最主要的优点是易于使用、速度快、内存支出少和磁盘遗迹小。ADO 支持建立客户端/服务器的关键功能,ADO 在客户机/服务器结构中数据访问结构如图 1。

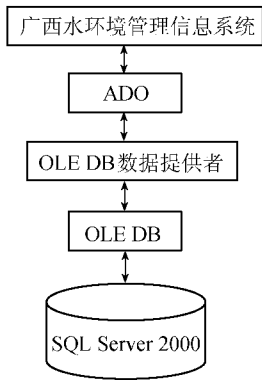


图 1 ADO 在客户机/服务器结构中数据访问结构

4 系统空间数据与文档数据的链接

水环境管理信息系统包含有河流、站点等信息,这些信息的最好表达方式就是地图,因此用 GIS 系统进行表达是最好不过的,但是这些单个站涉及资料非常多。如一个水质在地图是一个点,但是涉及资料有多年监测资料、站点的图片影像资料,同时还要满足分布式查询的需求,这是 MapObjects 使用的 shape 文件所满足不了的,因此如何用户既能享受 GIS 直观的界面带来的便利,又能享受 SQL Server 数据库对大量属性数据快速查询与存储,是本系统开发的一个难点。主要思路如下:

a. MapObjects 记录集的行代表一个地物特征,列代表属性,其中“Shape”的列记录的是地图要素,其他列可设计为字符串、数值等类型字段。利用 MapObjects 记录集的这个特征,在每一个图层(shape 文件)的都设置名为“编号”字符串字段,利用它储存地图上每一个地物的编号。

b. 捕捉用户在地图点击事件,通过 MapObjects 的查询功能,获得用户选择的地物特征,并保存在记录集上,同时获得了地物的编号。

c. 根据获得地物的编号,用 ADO 控件的 Recordset 对象的 open 方法,在 SQL Server 上查询具有相同编号的记录,读取相应的属性数据。这些属性数据再输送给应用程序的其他模块。

下面以水功能区水环境容量计算为例,说明上述过程(图 2)。

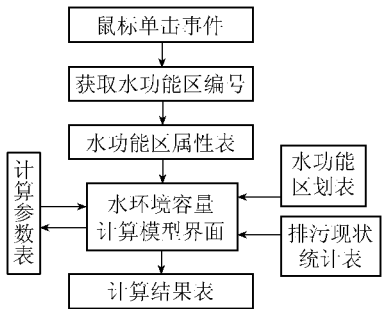


图 2 单个水功能区水环境容量计算

当鼠标点击水功能区图层某段不功能区,激发 Map 对象的MouseDown 事件,系统获得水功能区图层上鼠标所点河段的空间与属性信息,并将它存在类型为 MapObjects2.Recordset 的变量,系统根据获取的属性信息中的河段编号,在 SQL Server 数据库中查询该河段的污染源的基础数据(如工业点源、规模化养殖、人口、分散畜禽养殖、船舶、水产养殖、城市径流、农业径流等)或水量、流速、水体体积等水文参数,以及降解系数、不均匀系数等计算参数,再将读取的数据输送到水环境容量计算模型,完成水环

境容量计算,计算的结果再返回地图上可视化表达。

5 结 语

基于 MapObjects GIS 组件的广西水环境管理信息系统的开发和按传统 GIS 二次开发方法开发的 GIS 应用系统相比,系统功能得到了较大的丰富和增强。使用 MapObjects 开发地理信息系统不仅具有灵活、快捷、高效、方便,大大减少了开发时间和开发难度的诸多优点,而且系统可维护性和可重用性上升,从而增强了系统的开放性、集成性和效率。MapObjects GIS 组件的使用充分发挥了地理信息系统强大的图形编辑、空间数据的处理功能,为环境管理建立一个综合的查询平台,为环境决策和管理提供一个模拟现实的空间环境。广西水环境管理信息系统采用专业的数据库软件 SQL Server 2000 管理庞大的水环境属性数据,提供分布式查询功能,克服了

MapObjects GIS 组件无法管理格式繁多的属性数据的缺点。系统利用 MapObjects 记录集的储存格式的特点,为地图上的每一个地物编上唯一性编号,并与 SQL Server 2000 中的属性数据一一对应,通过 ADO 数据访问控件实现了 MapObjects GIS 组件与 SQL Server 2000 数据信息的无缝联接。这种既具有 GIS 功能又具有专业数据库功能的计算机建设模式具有较高推广价值。

参考文献：

[1] 薛伟. MapObjects-地理信息系统程序设计[M]. 北京 :国防工业出版社, 2004.
[2] 黄瑞, 徐学军. 基于 MapObjects 的流域 GIS 系统开发及应用[J]. 计算机工程, 2003, 29(13) : 5.
[3] 张宏林, 孔艳, 王哲. Visual Basic 6.0 开发数据库[M]. 北京 : 人民邮电出版社, 2001.

(收稿日期 : 2008-05-16 编辑 : 高渭文)

.....

(上接第 63 页)

[3] 万蕾, 朱伟, 赵联芳. 氮磷对微囊藻和栅藻生长及竞争的影响[J]. 环境科学, 2007, 28(6) : 1230-1235.
[4] 杨威, 孙凌, 袁有才, 等. 碱度水平对铜绿微囊藻和四尾栅藻生长和竞争的影响[J]. 农业环境科学学报, 2007, 26(4) : 1264-1268.
[5] HYENSTRAND P, BURKERT U, PETTERSSON A, et al. Competition between the green alga Scenedesmus and the cyanobacterium Synechococcus under different modes of inorganic nitrogen supply[J]. Hydrobiologia, 2000, 435(9) : 91-98.
[6] 蔡卓平, 段舜山. 不同氮质量浓度下三角褐指藻生长特性和化学组成[J]. 生态环境, 2007, 16(6) : 1633-1636.
[7] 叶林超, 叶均安, 徐国忠, 等. 碳酸氢铵等不同氮源对小球藻生长的影响[J]. 水产科学, 2007, 26(6) : 319-322.
[8] 吕颂辉, 黄凯旋. 米氏凯伦藻在三种无机氮源的生长情况[J]. 生态环境, 2007, 16(5) : 1337-1341.
[9] 胡小贞, 马祖友, 易文利, 等. 4 种不同培养基下铜绿微囊藻和四尾栅藻生长比较[J]. 环境科学研究, 2004, 17(S1) : 55-57.
[10] 金相灿, 屠清瑛. 湖泊富营养化调查规范[M]. 北京 : 中国环境科学出版社, 1990 : 239-285.
[11] 章宗涉, 黄祥飞. 淡水浮游生物研究方法[M]. 北京 : 科

学出版社, 1991 : 333-357.
[12] 孙凌, 金相灿, 钟远, 等. 不同氮磷比条件下浮游藻类群落变化[J]. 应用生态学报, 2006, 17(7) : 1218-1223.
[13] BULGAKOV N G, LEVICH A P. The nitrogen/phosphorus ratio as a factor regulating phytoplankton community structure [J]. Archiv Fur Hydrobiologie, 1999, 146 : 3-22.
[14] 李博. 生态学[M]. 北京 : 高等教育出版社, 2000 : 49-50.
[15] 陈贞奋. 牟氏角毛藻培养研究 III [J]. 海洋学报, 1984, 6(2) : 253-259.
[16] 吴长斌, 张佳峰, 翟兴文. 氮源对雨生红球藻和扁藻生长的影响[J]. 河北渔业, 2003(2) : 24-27.
[17] STEINBERG C W, HARTMANN H. Planktonic bloom-forming Cyanobacteria and the eutrophication of lakes and rivers [J]. Freshwater Biology, 1988, 20 : 279-287.
[18] REYNOLDS C, WALSBY S. Water-blooms [J]. Boil Rev, 1975, 50 : 437-481.
[19] 沈宏, 周培疆. 环境有机污染物对藻类生长作用的研究进展[J]. 水生生物学报, 2002, 26(5) : 529-535.
[20] 马志珍. 氮源及其浓度对三角褐指藻生长的影响[J]. 海洋湖沼通报, 1983(2) : 45-50.
[21] 张青田, 董双林, 胡桂坤, 等. 不同氮源对微藻增殖的影响[J]. 海洋科学, 2005, 29(2) : 8-11.

(收稿日期 : 2008-07-02 编辑 : 徐娟)