

基于 GeoDatabase 和 ArcSDE 的湿地 GIS 数据库 技术研究与应用实例*

孟 华¹, 李晓东¹, 韩 敏¹, 邢 军^{1,2}, 丁 蕾¹

(1. 大连理工大学 电子与信息工程学院, 辽宁 大连 116024; 2. 大连轻工业学院, 辽宁 大连 116034)

摘 要: 以松嫩湿地为背景, 介绍了 GeoDatabase 结合 ArcSDE 技术建立 GIS 数据库的方法, 详细阐述了如何实现属性数据和空间数据一体化存储的理论细节, 在此基础上提出了两者的改进连接方案; 同时将该方法与传统的 GIS 数据存储方式相比较来说明其先进性。进而通过实例证明了此数据库技术在应用系统开发中的实用性。

关键词: GIS; 空间数据; 属性数据; GeoDatabase; ArcSDE

中图法分类号: TP339 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2005)10-0184-04

Study on Wetland GIS Database Based on GeoDatabase and ArcSDE and Application Example

MENG Hua¹, LI Xiao-dong¹, HAN Min¹, XING Jun^{1,2}, DING Lei¹

(1. School of Electronic & Information Engineering, Dalian University of Technology, Dalian Liaoning 116024, China; 2. Dalian Institute of Light Industry, Dalian Liaoning 116034, China)

Abstract: With the background of Songnen Wetland, this paper introduces the method of combining GeoDatabase and ArcSDE to build GIS database, explains how to realize integration of spatial data and attribute data, and puts forward an improved join method about them. At the same time, compares this method with traditional data storage mode, and proves this method advanced by an example.

Key words: GIS(Geographic Information System); Spatial Data; Attribute Data; GeoDatabase; ArcSDE

1 引言

我国的松嫩平原土地肥沃, 地势平坦, 分布大量的湖泊、沼泽和湿地。据推算, 嫩江中下游的湿地蓄水量可达 83 亿立方米, 相当于嫩江径流的 39.4%, 本区对减缓洪水向下游推进的速度、削减洪峰、减轻洪水灾害具有重要的作用^[1]。但是近几十年来, 湿地资源遭到不同程度的破坏, 其应有的功能正逐渐减弱。2000 年, 随着“中国湿地保护行动计划”的制定并实施, 湿地保护的工作正逐步地走上正轨。但是传统的湿地管理办法存在着很大的缺陷, 如普查或统计数据误差大、数据不统一, 图档的管理还处于手工管理阶段, 管理方法落后等, 这就很难为湿地管理提供有效的决策信息。

地理信息系统(GIS)是一门新兴学科, 它是在计算机软件 and 硬件支持下, 科学管理和综合分析具有空间内涵的地理数据, 以提供对规划、管理、决策和研究所需信息的空间信息系统^[2]。目前, GIS 技术已广泛应用于很多行业, 但是将 GIS 应用于湿地资源的管理和保护尚处于起步阶段。

本文在松嫩平原湿地的管理中引入 GIS 技术, 建立湿地模型, 并实现空间数据和属性数据的一体化存储和有效关联。在此基础上开发松嫩湿地信息系统, 实现对湿地的有效管理, 为

相关部门的决策提供支持信息。

2 传统的 GIS 数据存储方法

数据库是 GIS 系统中最基础的部分。利用计算机来提取、处理数据是 GIS 的基本功能。GIS 处理的数据分为两类: 一类主要是与空间位置、空间关系有关的数据, 称为空间数据; 另一类是地理元素的属性信息, 称为属性数据。在以往的应用系统中, 通常的作法是将两类数据分别存储, 利用关系型数据库(RDBMS)来存储属性数据。而由于空间数据的特殊性, 则保持原有文件结构不变, 如经过数字化得到的 Shapefile 或 Coverage, 以文件形式来存储。通过在空间数据文件和关系型数据库中的属性数据之间建立关联为基础来构建应用系统, 如图 1 所示。



图 1 传统的 GIS 数据存储方法

然而, 这种数据库存储方法有很多缺点: 模型使用两个存储系统, 它们有各自的规则, 查询操作难以优化; 数据完整性的约束条件有可能遭到破坏, 例如在几何空间数据存储子系统中目标实体仍然存在, 但在 RDBMS 中却已被删除了; 两类数据分别存储的方式仅适用于单机的应用。

随着 GIS 应用向分布式管理系统领域的转移, 空间数据的文件管理模式在实现数据共享、网络通信、并发控制及数据的安全恢复机制等方面出现了难以解决的问题^[3]。

3 基于 GeoDatabase 和 ArcSDE 的湿地信息数据库的实现技术

鉴于传统的 GIS 数据存储方法存在上述缺点, 本文利用最新的数据库发展技术介绍一种先进的基于 GeoDatabase + ArcSDE 的湿地 GIS 数据库实现技术。

最新的空间数据和属性数据的全关系型数据库管理方式, 利用关系型数据库来存储和处理空间数据, 实现了空间数据和属性数据的无缝集成和一体化存储管理。

3.1 湿地 GeoDatabase 数据模型

ArcInfo8 支持两种数据模型, 即地理相关模型 (Coverage, Shapefile) 和面向对象的数据模型, 称为地理数据库 (GeoDatabase)。本文采用 GeoDatabase 数据模型, 因为用这一模型可以把对象的状态和行为集成到 GIS 中, 为地理信息定义了一个一致的模型, 能更加方便地表现真实世界, 提供更大的客户化和扩展余地^[4]。

通过对湿地空间和属性数据的分析, 可构建湿地 GeoDatabase 数据模型, 如图 2 所示。

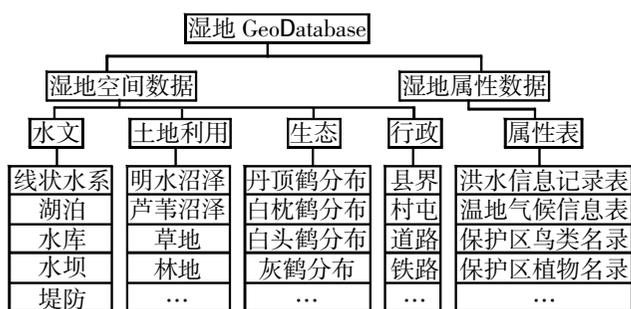


图 2 湿地 GeoDatabase 数据模型

3.2 湿地信息数据库的数据组织

数据组织是 GIS 数据库建立的基础和前提。按照图 2 对数据进行组织。具体可分以下三部分进行。

(1) 基础空间数据、专题空间数据图件采用 ArcInfo8 进行跟踪数字化, 得出湿地水文、生态和行政数据, 存储为 ArcInfo 的 Coverage 格式。

(2) 对于遥感等图像数据, 进行地物判读和分类后, 仍采用 ArcInfo8 对其进行数字化, 得出湿地土地利用数据, 存储为 ArcInfo 的 Coverage 格式。

(3) 收集湿地水文、生态、气候等数据, 并按查询需要组成新表, 准备输入到数据库中存储。

3.3 ArcSDE 简介

ArcSDE 是世界著名的 GIS 软件生产商 ESRI 公司开发的一种空间数据引擎。它是该公司开发的一整套 GIS 软件包“ArcGIS”的一个组成部分。ArcSDE 的主要功能是在关系数据库管理系统 (RDBMS) 和地理信息系统 (GIS) 之间充当一个应用网关, 以充分地把 GIS 和 RDBMS 集成起来^[5]。

ArcSDE 是结合先进的客户/服务器计算模式和数据库管理技术创建的一种新技术。它管理空间数据并为访问这些数据的软件提供接口, 为用户在任意应用中嵌入查询和分析这些

数据的功能。ArcSDE 将地理特征数据和属性数据统一地集成在关系数据库管理系统 (RDBMS) 中, 如 Oracle, SQL Server 等等, 利用从关系数据库环境中继承的强大的数据库管理功能对空间数据和属性数据进行统一而有效的管理。它尤其适用于多用户、大数据量数据库的管理。从空间数据管理的角度来看, ArcSDE 可以被看成是一个连续的空间数据模型, 借助这一模型, 可以将空间数据加入到关系数据库系统 (RDBMS) 中去。

3.4 GeoDatabase + ArcSDE 空间数据的存储方案

在大型关系数据库中, 主要产品有 Oracle 和 SQL Server, 由于 Oracle 数据库对硬件配置的要求比较高, 且价格昂贵, 故从经济和实用的角度, 数据库系统选取 SQL Server 2000。SQL Server 2000 是一个基于客户/服务器结构的, 可伸缩、高性能的大型关系数据库管理系统 (RDBMS)^[6]。它的主要特点有: 基于客户/服务器结构, 便于发挥系统的整体性能; 与 Windows NT 集成, 可以利用许多 NT 技术和功能; 支持超大型数据库, 适应 GIS 海量数据的存储需要。

把地理相关模型数据 (Coverage, Shapefile) 转变成 GeoDatabase 的方法是通过访问 ArcSDE, 使用 ArcInfo 8 的 Coverage to GeoDatabase, Shapefile to GeoDatabase 或 Raster to GeoDatabase 命令。转换过后的数据统一存储到 SQL Server 2000 中。

从空间数据管理的角度来看, ArcSDE 可看成是一个连续的空间数据模型。借助这个模型, 使用者可用关系数据库 (RDBMS) 管理空间数据。在 RDBMS 中融入空间数据后, ArcSDE 可以对空间、属性数据进行高效率的数据库服务, 而且 ArcSDE 采用的是客户/服务器的体系结构, 在对数据库操作时可以使大量用户并行操作。

3.5 空间与属性数据连接方法的改进及编码设计

(1) 空间与属性数据连接方法的改进。当将空间数据和属性数据存入 SQL Server 2000 中后, 每一个图层会在数据库中产生六张表, 其中一张表的表名与层名相同, 本文称其为主表, 其他的五张表称为附加表。附加表又可分为两类: 一类是以 a 和 d 开头的, 用于存储与空间对象连接的属性数据; 另一类是以 f, s 和 i 开头的, 用于存储该层的地理空间位置和索引信息。

经过 ArcInfo 添加的特征属性, 均被添加进 a 表中, 而不是添加在主表中。鉴于 ESRI 公司模型访问机制的保密, 使得开发者不能很好地在主表与 a 表之间建立关联。这样就为系统开发带来了不便, 增加了开发的难度。

为了能够驾驭整个数据库, 本文对数据库进行了改进, 将整个数据库的用户表分成四类 (表 1), 即空间主表、基本属性表和扩充属性表、空间附加表。这样将本应添加在 a 表中的数据添加进新建的基本属性表, 在主表与基本属性表之间建立关联, 就能摒弃 a 表不用, 很好地解决了空间特征的属性查询问题。

表 1 改进数据库的数据表分类

类别	类别名	存储对象
1	空间主表	存储该数据层的空间特征
2	基本属性表	存储与空间特征紧密联系的基本属性
3	扩充属性表	空间特征的历史属性信息及专题报表信息
4	空间附加表	存储该数据层的空间位置及索引信息

(2) 编码设计。经过以上改进后, 数据库设计遇到了两个亟待解决的问题: 主表和基本属性表如何关联。针对这一问题, 在主表和基本属性表中添加数据库唯一编码 WetlandID, 每一个 WetlandID 对应一个地理对象, 并且两表中的 WetlandID 一一对应, 即可实现主表和基本属性表之间的关联。主表和扩充属性表如何关联。数据库中同一个空间对象可能存在于多个数据层中, 例如, “嫩江”既可存在于扎龙湿地的水系层中, 也可存在于向海湿地的水系层中, 而在两个层中嫩江对应的编码 WetlandID 是不同的, 这样就出现了矛盾。

若给每一张主表对应一张扩充属性表, 那么系统会出现很大的表冗余, 且数据更新十分不便。为解决此问题, 设计了 jc_NameInfo 表, 结构如表 2 所示。

表 2 jc_NameInfo 表的结构

Name_code	0000000001	0000000002
Name	嫩江	松花江

此表中存储数据库中真实地物的唯一编码 Name_code, 扩充属性表使用此编码作为关键字, 而空间主表继续使用 WetlandID 作为关键字, 使用 Name_code 作为数据表外键。这样就在空间表与扩充属性表之间建立了联系, 进而在主表、基本属性表和扩充属性表三者之间建立了联系, 如图 3 所示。

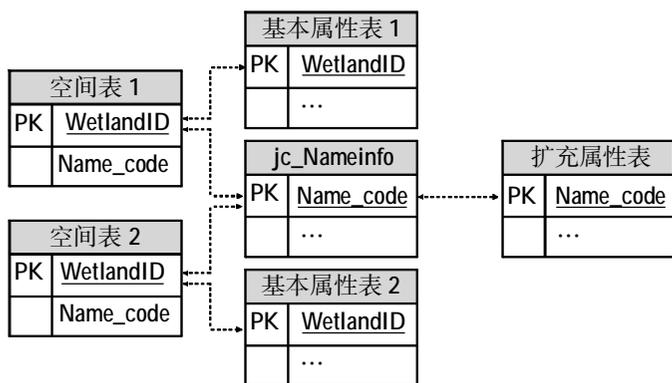


图 3 表间连接关系图

4 系统开发

系统的开发采用集成二次开发, 选用 VB 结合 ArcObjects 的开发方法, ESRI 公司将基本的 GIS 功能都封装在 ArcObjects 的组件对象库中, 这些库文件定义了一些接口: 组件对象、方法、事件、枚举, 可以通过接口来实现对对象的操作机制。开发结构如图 4 所示。

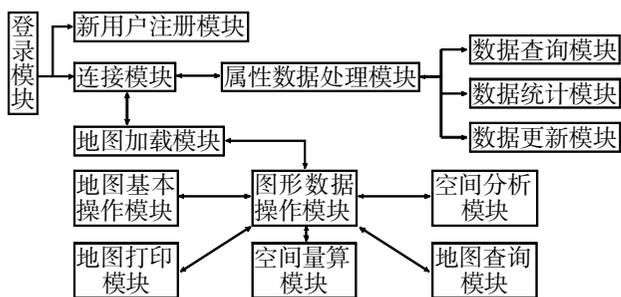


图 4 开发结构框图

4.1 模块功能

(1) 连接模块。通过与空间数据引擎的连接, 进而连接数据库, 把空间数据库中存在的图层显示出来, 供用户选择。

(2) 地图加载模块。选择需要加载的图层, 使之在地图显示区显示出来。

(3) 图形数据操作模块。特征显示功能, 点、线、面图层按

不同特征类型进行显示, 如改变线型、线宽、面的填充图形形状等。

(4) 属性数据处理模块。提供选择条件或 SQL 语句输入, 得到以表格形式显示的属性数据, 根据各种数学模型予以计算, 如求和、平均值等; 能对查询结果进行统计, 以折线图或柱状图显示统计结果。

(5) 地图基本操作模块。提供放大、缩小、漫游、全图显示功能。

(6) 地图空间量算模块。提供空间的长度和面积的自定义量算, 并能对指定地理要素进行长度或面积的量算。

(7) 地图查询模块。提供地图 - 属性的单击查询, 并提供属性 - 图形的反向定位查询。

(8) 空间分析模块。能进行缓冲区分析、叠加分析等空间分析操作。

(9) 地图打印功能。能对地图打印输出。

4.2 系统界面及程序片段

(1) 系统界面。程序主界面由菜单、工具条、主显示窗口、漫游窗口组成, 如图 5 所示。



图 5 系统主窗口

(2) 关键技术的程序片段。

空间数据库连接。该连接需要首先定义 ArcObjects 组件的连接接口 IpropertySet 的实例, 并将对象的连接属性赋值。用户安装系统后, 第一次使用时在如图 6 (a) 中添加连接信息, 系统会自动写入配置文件, 以后用户登录只需经过密码验证即可, 不必再添写数据库连接信息。实现连接功能的代码如下:

```

Dim G_pPropSet As IPropertySet
Dim G_pSdeFact As IWorkspaceFactory
Dim G_pFeatWS As IFeatureWorkspace
Set G_pPropSet = New PropertySet
With G_pPropSet
    . SetProperty " SERVER", pServer
    . SetProperty " INSTANCE", pInstance
    . SetProperty " DATABASE", pDatabase
    . SetProperty " USER", pUser
    . SetProperty " PASSWORD", pPassword
    . SetProperty " VERSION", pVersion
End With
Set G_pSdeFact = New SdeWorkspaceFactory
Set G_pFeatWS = _G_pSdeFact Open( G_pPropSet, 0)
If Not G_pFeatWS Is Nothing Then
    MsgBox " 连接成功!"
Else
    MsgBox " 不能连接到数据库!"
End If

```

空间检索。它是通过选择地理要素的属性信息, 在地图上集中显示符合该属性的要素。属性的输入采用分级选择的方式, 即按照选择要素所在的地理特征层、选择属性字段名、选

择属性值的顺序进行。如图 6(b) 所示, 顺次选择河流层、河流名称、嫩江, 显示结果为嫩江高亮、满画面显示。空间检索的实现方法如下:

```
Dim pFeatLyr As IFeatureLayer
Set pFeatLyr = _MapControl1.Layer(0)
//创建查询条件
Dim queryStr As String
Dim fieldName As String
fieldName = CmbField.Text
queryStr = fieldName & " = " & CmbValue.Text & ""
Dim pQueryFiltr As IQueryFilter
Set pQueryFiltr = New QueryFilter
pQueryFiltr.WhereClause = queryStr
//特征选择
Set pFeatSeln = pFeatLyr
pFeatSeln.SelectFeatures pQueryFiltr, _esriSelectionResultNew, True
```

另外, 系统也提供空间的高级检索功能, 即通过多个条件查询空间特征, 如图 6(c) 所示。

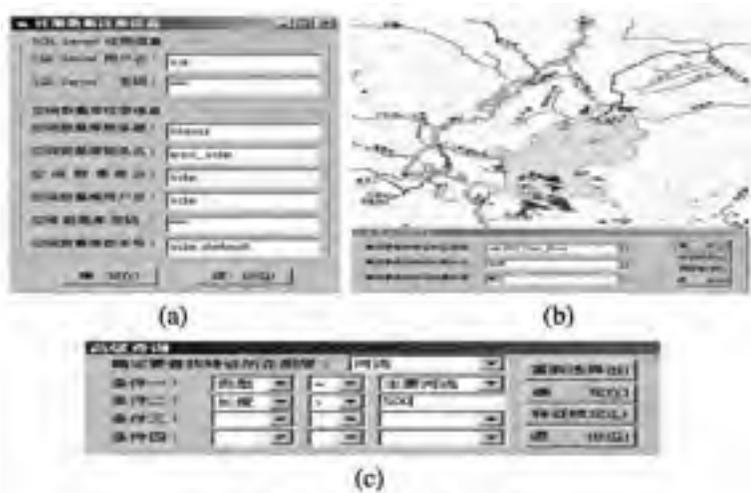


图6 系统功能界面

5 结论

(1) 在湿地管理中引入 GIS 技术, 给出了湿地 GeoDatabase

数据模型。

(2) 利用 GeoDatabase + ArcSDE 技术来存取 GIS 的空间数据, 实现了属性数据和空间数据的一体化存储, 从理论上保证了数据的完整性和数据共享。将 GIS 本身的问题解决转移到数据库领域中, 给基于 GIS 的应用系统开发带来了新的解决思路。同时也带来了新的课题。

(3) 对数据库进行改进, 对属性数据分类建表, 定义数据库统一编码, 解决了查询中遇到的矛盾, 增强了查询的灵活性和自主性。实践证明, GeoDatabase + ArcSDE 技术和数据库改进方法可广泛用于 GIS 信息系统数据库的设计。

参考文献:

- [1] 张艳红, 张树文. 嫩江中下游湿地生态环境敏感性分析及可持续管理对策[J]. 水土保持学报, 2002, 16(4): 82-85.
- [2] [美] DeMers M N. 地理信息系统基本原理(第2版)[M]. 武法东, 等. 北京: 电子工业出版社, 2001.
- [3] 潘农菲. GIS 的空间数据在关系型数据库的实现理论及应用技术[J]. 计算机应用研究, 2002, 19(2): 92-95.
- [4] 李国标, 庄雅平, 王珏华. 面向对象的 GIS 数据模型——地理数据库[J]. 测绘通报, 2001, (6): 37-39.
- [5] Robert West. Understanding ArcSDE[M]. ESRI, 2001.
- [6] 李赫雄, 等. SQL Server 2000 应用程序开发[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2001.

作者简介:

孟华(1958-), 女, 副教授, 主要研究方向为 GIS 系统、智能控制; 李晓东(1979-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为 GIS 系统; 韩敏(1959-), 女, 教授, 主要研究方向为 3S 系统、神经网络、混沌系统; 邢军(1972-), 男, 讲师, 博士研究生, 主要研究方向为 GIS 的理论与方法; 丁蕾(1980-), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为 GIS 系统。

(上接第 163 页) 这种格式文件没有头信息, 有关属性需要外部表示, 它存储的只是实际的图像数据。其转换网络如图 1 所示。

其次需要考虑的是程序的执行速度问题, 转换程序中要考虑到各种情况, 在进行色度空间的转换、编码与解码数据的读取与存储中, 时间消耗是很大的。为了提高速度, 可以考虑一些编程技巧。例如内存缓冲区取多大合适、用不用长指针、块读取还是字符读取、对各种形式的头信息定义结构说明等。

4 结束语

我们在进行多媒体图像软件开发时, 由于开发工作的需要, 搜集了很多种图像作为原始数据, 对其进行了精心而细致的研究。为了方便地得到所需对象, 编写了图像格式转换程序。该程序以 RGB 原始格式作为中间桥梁, 支持 MMP, BMP, TGA, TIFF, PCX 格式间的转换, 其输入/输出格式可为这些格

式中的任何一种。有了格式转换程序后, 所开发出的多媒体软件, 可对多种格式的图像文件进行操作, 增加了软件的适应性和扩大了软件的应用范围。本文的结果可为多媒体图像软件的开发和应用提供重要的依据。

参考文献:

- [1] ayne E Carlson. A Survey of Computer Graphics Image Encoding and Storage Formats[J]. Computer Graphics, 1991, 25(2): 34-45.
- [2] Kennech R Castleman. Digital Image Processing (影印版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 30-210.
- [3] 容观澳. 计算机图像处理[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003. 41-95.
- [4] [美] F S Hill JR. 计算机图形学(影印版)[M]. 北京: 科学出版社, 2004. 150-220.
- [5] 刘富强, 钱建生, 曹国清. 多媒体图像处理及应用[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2000. 123-205.

作者简介:

夏传良(1967-), 男, 山东茌平县人, 讲师, 博士, 主要研究方向为 Petri 网、计算机应用、计算机网络与通信; 李盛恩(1962-), 男, 山东蓬莱人, 教授, 博士, 主要研究领域为数据库系统、多媒体技术。