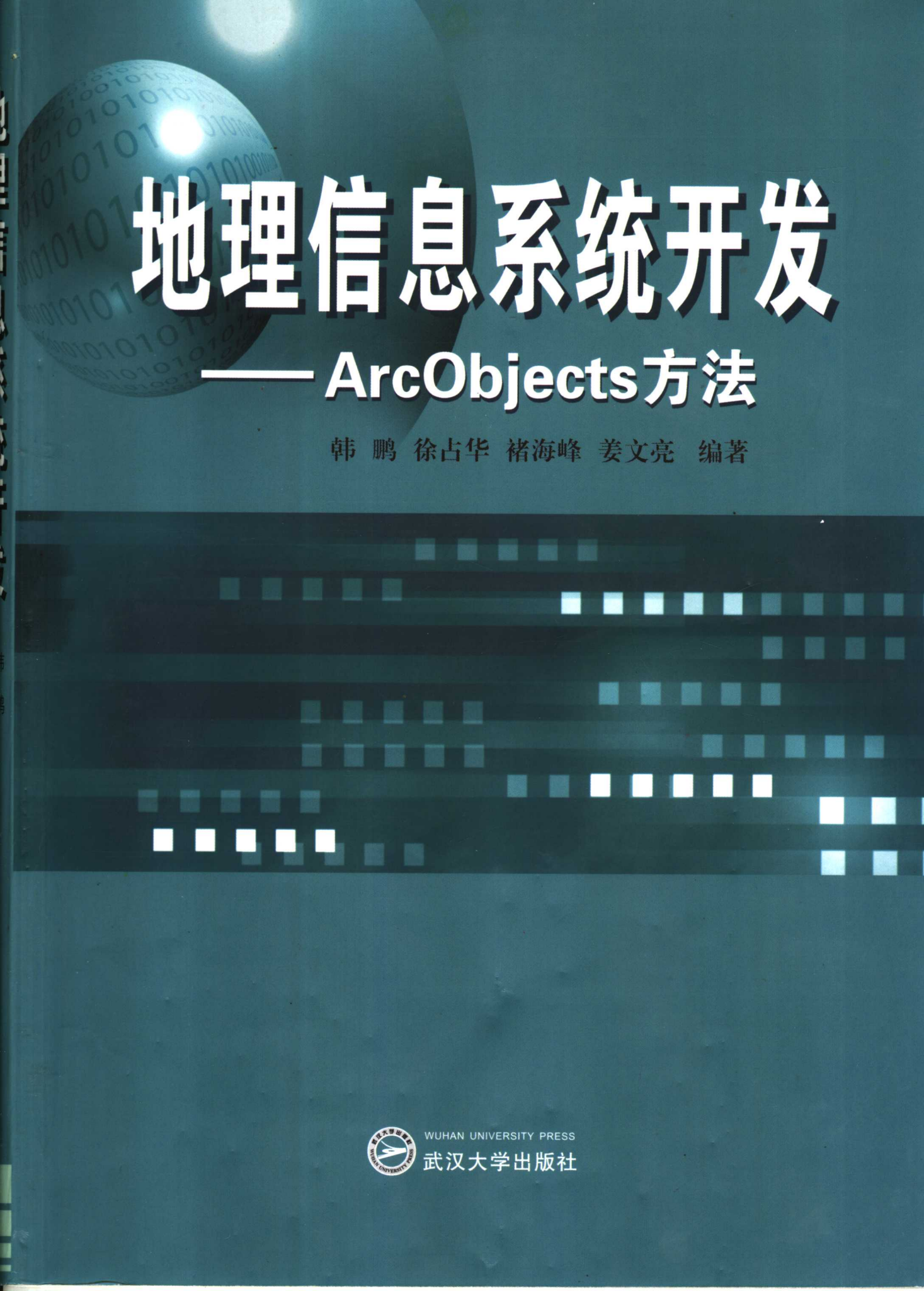




地理信息系统开发

——ArcObjects方法

韩 鹏 徐占华 褚海峰 姜文亮 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

地理信息系统开发

—— Arcobjects 方法

韩 鹏 徐占华 褚海峰 姜文亮 编著



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

地理信息系统开发:ArcObjects 方法/韩鹏,徐占华,褚海峰,姜文亮
编著. —武汉:武汉大学出版社,2005.9

ISBN 7-307-04649-0

I. 地… II. ①韩… ②徐… ③褚… ④姜… III. 地理信息系
统一系统开发—应用软件,ArcObjects IV. P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 078145 号

责任编辑:王金龙 责任校对:王 建 版式设计:支 笛

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:wdp4@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:华中科技大学印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:29.625 字数:715 千字

版次:2005 年 9 月第 1 版 2005 年 9 月第 1 次印刷

ISBN 7-307-04649-0/P·99 定价:53.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请与当地图书销售
部门联系调换。

序

近年来,地理信息系统正以蓬勃之势广泛地应用于众多领域,为各个相关行业提供了高效的空间信息处理能力和强大的决策支持服务。但是,GIS 存在着系统结构复杂、开发周期长等问题,要跟具体的应用紧密结合起来还存在许多困难,这些严重阻碍了应用型地理信息系统的开发,影响了地理信息系统的推广和产业化进程。实际应用迫切需要以部件化形式出现的 GIS 开发软件产品。

目前,组件技术已经作为一项非常成熟的技术引入到 GIS 软件的设计与开发中来。通过组件技术,用户可以根据需要把实现各种 GIS 功能组件以部件化的形式组装起来,使得高效便捷地开发应用型地理信息系统成为现实。组件技术在地理信息系统中的应用已经引起国内外一些著名软件厂商的重视,它们先后推出了各自的组件产品,其中以 ESRI 的组件产品 ArcObjects 最为著名。

当前,专题介绍组件式地理信息系统应用开发的书籍较少,且主要侧重于对一些组件式 GIS 软件的使用介绍。韩鹏同志作为地理信息系统领域的青年科技工作者,一直从事 GIS 的开发和应用工作,不断追踪 GIS 的技术发展,继去年编写出版《地理信息系统开发——MapObjects 方法》一书之后,又主持编写了这部详细介绍基于组件式 GIS 软件产品 ArcObjects 进行应用型 GIS 开发的书籍。再次看到一部出自年轻人之手的新作,我感到由衷高兴,同时感受到新一代科研人员特有的努力专研、不断进取之精神。我非常乐意向读者推荐这本书,同时也期盼着更多年轻人的著作问世。

王宗耀

2005年7月29日

前 言

随着人类进入信息时代,人们对信息的需求和依赖程度超过了以往任何一个时代。在实际工作中,许多应用都跟空间信息相关联,例如城市规划、交通管理、环境监测、抗洪抢险等,GIS 的应用领域不断扩大。但由于不同的行业具有不同的特点和要求,开发人员迫切需要一种能够跟具体应用方便地结合起来的 GIS 二次开发软件。组件技术出现后,众多 GIS 厂商相继推出了自己的组件式二次开发产品,ArcObjects 就是其中的一个著名产品。本书重点介绍利用 ArcObjects 进行 GIS 二次开发的方法和过程。

本书共八章,包含如下内容:

第一、二章主要从总体上对 ArcObjects 进行了介绍,包括体系结构、功能特点等;从第三章到第八章,重点介绍了利用 ArcObjects 实现各种 GIS 基本功能的方法和过程,其中包括地图的显示、浏览、空间查询和空间分析、基于 ArcSDE 和 Geodatabase 的空间数据管理、三维显示和三维分析。

本书第一章、第二章、第六章由韩鹏编写;第三章、第四章由姜文亮编写;第五章由徐占华编写;第七章、第八章由褚海峰编写。全书由韩鹏统稿。

本书的编写得到了各方面的大力支持,首先感谢西安测绘研究所的各位领导和同事的关怀和支持,特别感谢数字地图和地理信息工程研究室的各位领导和同事多年的关心与帮助;同时感谢武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室的领导和老师;感谢 ESRI 中国(北京)有限公司的朱政工程师;感谢樊妙同学在本书编写过程中所做的资料整理工作。

由于作者的水平、经验有限,书中难免出现错漏,敬请读者批评指正。

作 者

2005 年 5 月于武汉珞珈山

目 录

第一章 ArcObjects 介绍	1
1.1 ArcObjects 概述	1
1.1.1 什么是 ArcObjects	1
1.1.2 ArcObjects 的结构	1
1.1.3 ArcObjects 的特点	1
1.1.4 ArcObjects 的功能	2
1.2 ArcObjects 支持的数据	2
1.2.1 ArcObjects 支持的数据	3
1.2.2 Shape files 数据说明	4
1.2.3 Coverage 数据说明	7
1.3 一个简单的 ArcObjects 工程	10
1.3.1 创建一个 VC 工程	10
1.3.2 MapControl 控件	10
1.3.3 添加 MapControl 控件	10
1.3.4 加载要显示的图层数据	12
1.3.5 设置图层属性	12
1.3.6 向视图类中添加 MapControl 控件对应的变量	12
1.3.7 向工程中导入需要的组件库和文件	13
1.3.8 定义两个接口对象的变量	13
1.3.9 建立 IMap 接口与 MapControl 控件的关联	14
1.3.10 控制 MapControl 控件在窗口中的显示范围	14
第二章 ArcObjects 的基本知识	16
2.1 概 述	16
2.1.1 ArcObjects 的基本组成	16
2.1.2 三种主要控件	17
2.1.3 ArcObjects 提供的组件库	17
2.1.4 ArcObjects 提供的类和接口	18
2.2 深入理解对象模型图	19
2.2.1 类和对象	19
2.2.2 类与类之间的关系	19

2.3	ArcObjects 中的常用控件	22
2.3.1	MapControl 控件	22
2.3.2	SceneViewer 控件	38
2.4	ArcObjects 中的工作机理	40
2.4.1	ArcObjects 的控件、类、接口之间的关系	40
2.4.2	ArcObjects 中的核心类、接口	40
2.4.3	ArcObjects 应用开发的基本过程	42
第三章	地图图层控制和地图浏览操作的实现	43
3.1	概 述	43
3.2	添加图层数据	43
3.2.1	添加 Shapefile 文件	43
3.2.2	添加 CAD 文件	63
3.2.3	添加栅格影像文件	76
3.3	图 层 控 制	80
3.3.1	图层的添加和删除	80
3.3.2	图层间关系的调整	81
3.3.3	图层显示状态的控制	82
3.3.4	图层控制的具体实现	82
3.4	地图浏览操作的实现	89
第四章	ArcObjects 环境下的地图符号化	93
4.1	地图符号化	93
4.1.1	地图符号	93
4.1.2	地图符号库	93
4.2	ArcObjects 环境下地图符号化	95
4.3	点状要素符号化的实现	97
4.3.1	模块对象模型	97
4.3.2	相关类说明	98
4.3.3	接口说明	98
4.3.4	实例介绍	109
4.4	线状要素符号化的实现	114
4.4.1	模块对象模型	114
4.4.2	相关类说明	114
4.4.3	接口说明	115
4.4.4	实例介绍	125
4.5	面状要素符号化的实现	131
4.5.1	模块对象模型	131
4.5.2	相关类说明	132

4.5.3 接口说明	132
4.5.4 实例介绍	147
4.6 使用 FeatureRender 系列制作专题图	156
4.6.1 模块对象模型	156
4.6.2 相关类说明	156
4.6.3 使用 SimpleRenderer 组件符号化	157
4.6.4 使用 UniqueValueMapRenderer 组件进行分类分级显示	162
4.6.5 使用 ClassBreaksRenderer 组件按分级统计图法制作专题图	168
4.6.6 使用 DotDensityRenderer 组件按点值法制作专题图	176
4.6.7 使用 ChartRenderer 组件按分区统计法制作专题图	180
4.6.8 使用 ProportionalSymbolRenderer 组件制作专题图	189
4.6.9 使用 BiUniqueValueRenderer 组件制作专题图	196
4.6.10 使用 ScaleDependentRenderer 组件制作专题图	197

第五章 空间分析 200

5.1 概 述	200
5.2 空间几何图形集合运算	200
5.2.1 空间几何图形集合运算概述	200
5.2.2 模块功能	203
5.2.3 模块对象模型	203
5.2.4 相关类说明	203
5.2.5 接口说明	203
5.2.6 功能实现	207
5.3 空 间 查 询	210
5.3.1 空间查询概述	210
5.3.2 基于属性查询	210
5.3.3 基于空间位置查询	216
5.4 缓冲区分析	224
5.4.1 缓冲区概述	224
5.4.2 模块功能	225
5.4.3 模块对象模型	225
5.4.4 相关类说明	225
5.4.5 接口说明	225
5.4.6 功能实现	225
5.5 叠 置 分 析	229
5.5.1 叠置分析概述	229
5.5.2 矢量图层叠置分析	230
5.5.3 栅格图层叠置分析	236
5.6 网 络 分 析	244

5.6.1	网络分析概述	244
5.6.2	模块功能	245
5.6.3	模块对象模型	245
5.6.4	相关类说明	245
5.6.5	接口说明	245
5.6.6	功能实现	251
第六章	空间数据管理	262
6.1	空间数据库概述	262
6.1.1	空间数据库的概念	262
6.1.2	空间数据库的内容	262
6.1.3	空间数据库的空间数据模型	263
6.1.4	空间数据库管理系统	263
6.1.5	本章主要内容	263
6.2	Geodatabase 概述	264
6.2.1	Geodatabase 概念	264
6.2.2	Geodatabase 提出的技术背景	264
6.2.3	Geodatabase 的优点	265
6.2.4	Geodatabase 与 ArcSDE 的关系	265
6.2.5	Geodatabase 的两种存储方案	266
6.2.6	Geodatabase 的版本管理	267
6.3	Geodatabase 的体系结构	268
6.3.1	空间数据的四种表现方法	268
6.3.2	Geodatabase 的体系结构	269
6.4	Geodatabase 对象模型	270
6.4.1	概述	270
6.4.2	Geodatabase 中的主要类	270
6.4.3	Geodatabase 中的其他常用类	287
6.5	Geodatabase 的使用与开发	296
6.5.1	概述	296
6.5.2	数据库连接及其实现	297
6.5.3	创建新的数据集	298
6.5.4	矢量数据的入库	300
6.5.5	栅格数据的入库	308
6.5.6	空间数据库查询	317
第七章	三维显示	320
7.1	概 述	320
7.2	DEM 数据准备	320
7.2.1	概述	320
7.2.2	RASTER 数据生成	321
7.2.3	TIN 数据生成	335
7.3	三维场景的生成和设置	344

7.3.1	概述	344
7.3.2	DEM 数据的加载	345
7.3.3	三维场景基本参数的设置	350
7.4	三维场景的浏览操作	354
7.4.1	概述	354
7.4.2	功能实现	354
7.5	叠加纹理数据	354
7.5.1	概述	354
7.5.2	叠加影像数据	355
7.5.3	叠加矢量数据	362
7.6	分层设色	365
7.6.1	概述	365
7.6.2	模块功能	365
7.6.3	模块对象模型	365
7.6.4	相关类说明	366
7.6.5	接口说明	366
7.6.6	功能实现	372
第八章	三维分析	385
8.1	概述	385
8.2	三维场景的属性查询	385
8.2.1	概述	385
8.2.2	模块功能	385
8.2.3	功能实现	385
8.3	自动生成等高线	389
8.3.1	概述	389
8.3.2	模块功能	389
8.3.3	模块对象模型	389
8.3.4	相关类说明	390
8.3.5	接口说明	390
8.3.6	功能实现	396
8.4	坡度分析	410
8.4.1	概述	410
8.4.2	模块功能	410
8.4.3	模块对象模型	410
8.4.4	相关类说明	410
8.4.5	接口说明	410
8.4.6	功能实现	414
8.5	通视分析	425
8.5.1	概述	425
8.5.2	模块功能	425
8.5.3	功能实现	425
8.6	剖面图绘制	437

8.6.1	概述	437
8.6.2	模块功能	437
8.6.3	模块对象模型	437
8.6.4	相关类说明	437
8.6.5	接口说明	439
8.6.6	功能实现	445
参 考 文 献		461

第一章 ArcObjects 介绍

1.1 ArcObjects 概述

1.1.1 什么是 ArcObjects

ArcObjects 是 ESRI 公司 ArcGIS™ 家族中应用程序 ArcMap™、ArcCatalog™ 和 ArcScene™ 的开发平台,它是基于 Microsoft® COM 技术所构建的一系列 COM 组件产品。ArcObjects 不是为最终用户而是专门为开发人员提供的二次开发软件,通过 ArcObjects,用户可以非常方便地开发出功能强大的 GIS 应用系统。

应该说明的是,到 ArcGIS 8.3 为止,ArcObjects 还不是一个独立的应用产品,而是捆绑在用户购买的 ArcGIS Desktop 产品中的软件开发包。也就是说,只要用户购买了 ArcGIS Desktop 的任何一个产品,不管是 ArcView 还是 ArcInfo,都将拥有功能强大的 ArcObjects 组件集,利用 ArcObjects 提供的组件对象可进行应用开发。从 ArcGIS 9.0 开始,ESRI 推出了 ArcEngine,该产品使得 ArcObjects 可以作为独立的产品进行发布和使用。

ArcObjects 是一个组件产品,它可以用于大量开发框架中,包括流行的像 Visual C++、Visual Basic、Delphi、.NET 等程序设计环境,因此开发人员可以在自己熟悉的开发环境中利用 ArcObjects 开发 GIS 应用。

1.1.2 ArcObjects 的结构

ArcObjects 是基于组件技术开发出来的功能强大的组件式 GIS 开发产品,它具有庞大的体系结构。ArcObjects 共提供了 11 个控件、11 大类 25 个组件库、1 500 多个类、1 600 多个接口。其中常见的控件包括 MapControl、PageLayoutControl 和 SceneViewer;而 11 大类组件库是根据具体 ArcGIS 的体系结构(核心模块和扩展模块)和功能结构来划分的。

对于这些控件、组件库、类和接口的具体内容将在后面详细讲述。

1.1.3 ArcObjects 的特点

ArcObjects 具有以下特点:

1. 采用面向对象思想、基于组件技术
2. 支持广泛的空间数据格式

支持 ArcInfo COVERAGE、ESRI Shape files、ArcSDE 图层、Geodatabase;支持 AutoCAD 13、14 和 AutoCAD 2000 的 DXF、DWG 格式数据;支持矢量产品格式(VPF)数据;支持大量的栅格图像格式;支持影像目录(Image Catalog)管理。Image Catalog 是由许多带空间参考

的影像文件组成的存储结构,我们可以把 Image Catalog 当做一个影像图层使用。Image Catalog 包括许多 Tiled 影像,主要用于显示较大地理区域的影像信息。

3. 具有强大的 GIS 功能

从理论上讲,对于 ArcGIS 8.3 所提供的 GIS 功能,ArcObjects 都能够实现。利用 ArcObjects,用户可以实现从空间数据编辑到三维显示、三维分析等一系列数据处理、显示和分析功能,并具有丰富的制图工具和高质量的地图打印输出功能。同时,ArcObjects 提供了强大的空间数据管理功能,支持多用户的并发访问。

1.1.4 ArcObjects 的功能

1. 强大的符号库系统

ArcObjects 提供了一套符号库系统,通过这套系统,用户可以定制需要的地图符号和专题符号,并能够对这些符号进行库管理。

2. 方便高效的地图显示功能

3. 强大、灵活的空间数据编辑功能

ArcObjects 提供了专门的数据编辑组件。通过这些组件,用户能够对 Coverage 格式的空间数据进行编辑,并且可以对 Geodatabase 数据库中的数据进行编辑修改。

4. 强大的制图功能

ArcObjects 专门提供了 PageLayoutControl 控件用于进行地图整饰和输出。利用这个控件和相关组件,用户可以实现高质量的地图制图和输出。

5. 强大的空间分析功能

ArcObjects 提供了丰富的空间分析组件。通过这些组件,用户可以实现诸如空间查询、缓冲区分析、叠置分析和网络分析(最优路径分析)等功能。

6. 丰富的三维显示和三维分析功能

ArcObjects 提供了专门的三维显示控件(SceneViewer)和三维分析组件,通过这些控件和组件,用户可以生成逼真的三维地形场景,能够在场景中进行实时漫游,同时可以实现诸如坡度和坡向分析、通视分析、填挖方分析和剖面图制作等高级分析功能。

7. 强大的空间数据管理功能

ArcObjects 提供了强大的空间数据管理组件。它采用面向对象的 Geodatabase 数据模型,通过 ArcSDE 对存放在商业数据库中的空间数据进行管理、调度和更新,并且提供对空间数据库中的数据进行多用户并发访问,支持数据库版本管理。

8. 对动态目标的追踪功能

ArcObjects 向用户提供了用于追踪动态目标和显示动态目标的动态数据操作组件。通过它们,再配合几何图形操作对象,用户可以实时显示动态数据,能够实现 GPS 导航、车辆监控、物流分析等多种应用。

1.2 ArcObjects 支持的数据

ArcObjects 支持多种矢量数据和栅格数据,同时可以访问 Geodatabase 数据库中的数据,并且能够使用 dbf 属性文件。

1.2.1 ArcObjects 支持的数据

1.2.1.1 直接支持的数据格式

1. 直接支持的矢量数据

ArcObjects 支持的矢量数据格式包括：

- Shapefiles
- ArcInfo coverages
- AutoCAD 的 DXF 和 DWG 格式
- MicroStation 的 DGN 格式
- VPF

2. 直接支持的栅格数据

- ESRI GRID
- ESRI SDE Raster
- ESRI Raster Catalogs (Image Catalogs)
- ERDAS Imagine (.IMG)
- ERDAS 7.5 Lan (.LAN)
- ERDAS 7.5 GIS (.GIS)
- ERDAS Raw (.RAW)
- ESRI Band Interleaved by Line (.BIL)
- ESRI Band Interleaved by Pixel (.BIP)
- ESRI Band Sequential (.BSQ)
- ESRI GRID Stack (<directory>)
- ESRI GRID Stack File (.STK)
- Windows Bitmap (.BMP)
- Controlled Image Base, CIB
- Compressed ARC Digitized Raster Graphics, CADRG
- DTED Level 0, 1, and 2 (.DT*)
- ER Mapper (.ERS)
- Graphic Interchange Format, GIF (.GIF)
- ADRG Image (.IMG)
- ADRG Overview (.OVR)
- ADRG Legend (.LGG)
- JPEG Interchange File Format, JIFF (.JPG)
- National Image Transfer Format, NITF 2.0 and 2.1 (.NTF)
- Portable Network Graphics (.PNG)
- LizardTech MrSID (.SID)
- Tagged Image File Format, TIFF (.TIF)

3. 直接支持的三角网数据

- ESRI TIN

4. 直接支持的数据库数据

- ESRI Geodatabases
- ESRI SDE Layers

5. 直接支持的文本数据

- Text files (.TXT)

1.2.1.2 间接支持的数据格式

- MapInfo 的 MIF 格式
- S-57 数据

1.2.2 Shape files 数据说明

Shape files 是 ESRI 提供的一种矢量数据格式,它没有拓扑信息。一个 Shape files 由一组文件组成,其中必要的基本文件包括坐标文件(.shp)、索引文件(.shx)和属性文件(.dbf)。

1. 坐标文件的结构说明

坐标文件(.shp)用于记录空间坐标信息。它由头文件和实体信息两部分构成(如图 1.1 所示)。

文 件 头	
记录头	记录内容
记录头	记录内容
记录头	记录内容
记录头	记录内容
.....	
记录头	记录内容

图 1.1 坐标文件的结构

坐标文件的文件头是一个长度固定(100 bytes)的记录段,一共有 9 个 Int 型和 7 个 Double 型数据,主要记录内容见表 1.1。

表 1.1

Shape files 头文件表

起始位置	名称	数值	类型	位序
0	File Code	9 994	Integer	Big
4	Unused	0	Integer	Big
8	Unused	0	Integer	Big
12	Unused	0	Integer	Big
16	Unused	0	Integer	Big
20	Unused	0	Integer	Big
24	文件长度	文件的实际长度	Integer	Big
28	版本号	1 000	Integer	Little
32	几何类型	表示这个 Shape files 文件所记录的 空间数据的几何类型	Integer	Little
36	Xmin	空间数据所占空间范围的 X 方向最小值	Double	Little
44	Ymin	空间数据所占空间范围的 Y 方向最小值	Double	Little
52	Xmax	空间数据所占空间范围的 X 方向最大值	Double	Little
60	Ymax	空间数据所占空间范围的 Y 方向最大值	Double	Little
68 *	Zmin	空间数据所占空间范围的 Z 方向最小值	Double	Little
76 *	Zmax	空间数据所占空间范围的 Z 方向最大值	Double	Little
84 *	Mmin	最小 Measure 值	Double	Little
92 *	Mmax	最大 Measure 值	Double	Little

坐标文件的实体信息负责记录坐标信息,它以记录段为基本单位,每一个记录段记录一个地理实体目标的坐标信息,每个记录段分为记录头和记录内容两部分。记录头的内容包括记录号(Record Number)和坐标记录长度(Content Length)两个记录项。它们的位序都是 Big。记录号(Record Number)和坐标记录长度(Content Length)两个记录项都是 Int 型,并且 Shape files 文件中的记录号都是从 1 开始的。记录内容包括目标的几何类型(Shape-Type)和具体的坐标记录(X,Y),记录内容和格式因要素几何类型的不同而不同。关于点状目标(Point)、线状目标(PolyLine)和面状目标(Polygon)三种几何类型的.shp 文件的记录内容读者可以参考《地理信息系统开发——MapObjects 方法》一书中相关部分的介绍。

2. 属性文件的结构说明

属性文件(.dbf)用于记录属性信息。它是一个标准的 DBF 文件,也是由头文件和实体信息两部分构成(如图 1.2 所示)。具体介绍请参考《地理信息系统开发——MapObjects 方法》一书。

3. 索引文件的结构说明

索引文件(.shx)主要包含坐标文件的索引信息,文件中每个记录包含对应的坐标文件记录距离坐标文件的文件头的偏移量。通过索引文件,可以很方便地在坐标文件中定位到

指定目标的坐标信息。

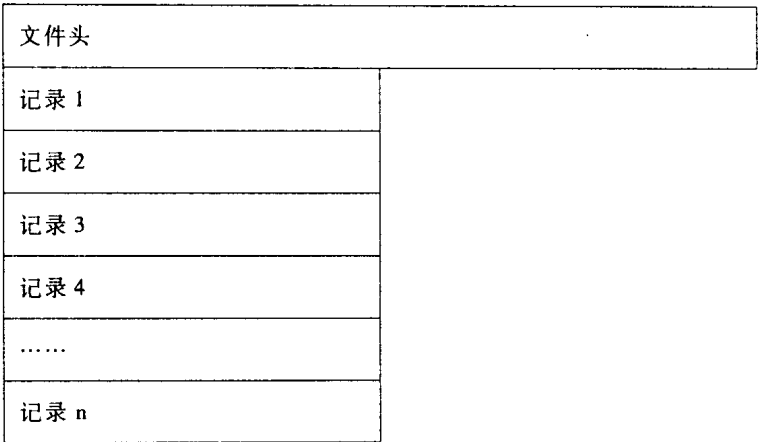


图 1.2 属性文件的结构

索引文件也是由头文件和实体信息两部分构成的(如图 1.3 所示),其中文件头部分是一个长度固定(100 bytes)的记录段,其内容与坐标文件的文件头基本一致。它的实体信息以记录为基本单位,每一条记录包括偏移量(Offset)和记录段长度(Content Length)两个记录项,它们的位序都是 Big,两个记录项都是 Int 型,见表 1.2。

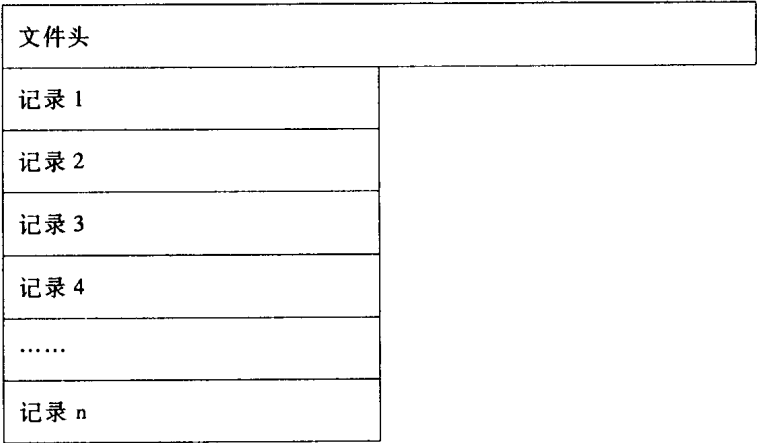


图 1.3 索引文件的结构

表 1.2 索引文件的记录内容

记录项	数 值	数据类型	长度	个数	位 序
位移量(Offset)	表示坐标文件中的对应记录的起始位置相对于坐标文件起始位置的位移量	Int 型	4	1	Big