

GIS 应用与开发丛书

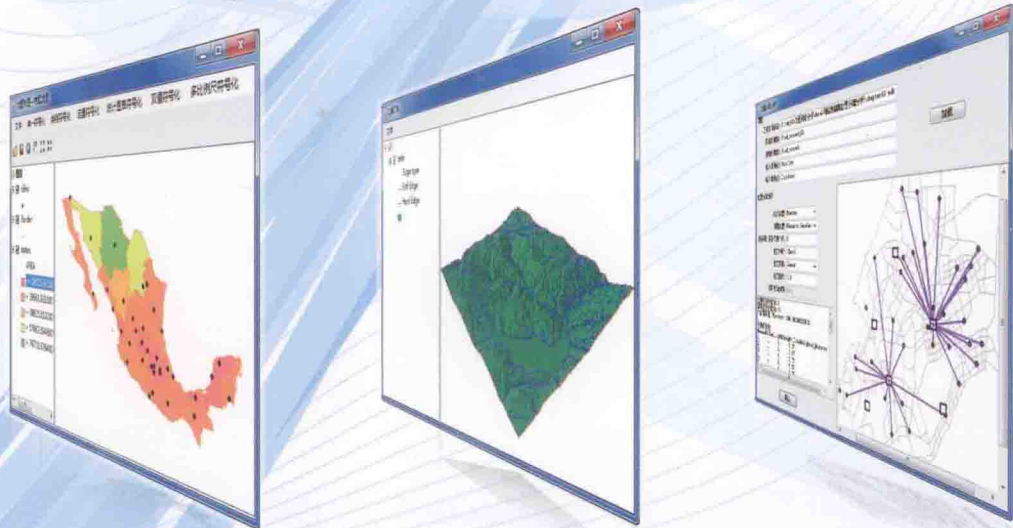
内附光盘

ArcGIS Engine

地理信息系统开发教程

牟乃夏 王海银 李 丹 高松峰 戴洪磊 主编

基于C#.NET



测绘出版社

GIS 应用与开发丛书

内容简介

ArcGIS Engine 地理信息系统开发教程

——基于 C#.NET

ArcGIS Engine Tutorial: Based on C#.NET

牟乃夏 王海银 李 丹 高松峰 戴洪磊 主编

测绘出版社

· 北京 ·

©牟乃夏 2015

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 简 介

本书基于 ArcGIS Engine 10,以 C#.NET 2010 为开发语言进行讲解。

本书是作者在总结多年 GIS 教学与软件开发经验的基础上,综合考虑本科生、研究生的知识结构、技术水平和实践技能编写而成的。内容包括 ArcGIS Engine 编程基础、桌面 GIS 应用软件的开发方式、地图基本操作、查询统计、地图制图、数据编辑、矢量与栅格数据空间分析、管网几何网络分析、交通网络分析、三维分析等。为使读者特别是在校本科生和研究生全面掌握 ArcGIS Engine 的编程,特将 Esri 杯中国大学生 GIS 软件开发大赛总决赛一等奖的获奖作品编入本书,并提供了全套代码和数据。本书配有大量具有实际背景的编程案例,并给出实现思路和代码详解,随书光盘中包含所有实例的源代码和数据,供读者对照练习。

本书强调实用性、全面性和实战性,案例丰富、由易及难、便于自学,可作为高等学校地理信息科学、测绘工程、遥感科学与技术、地理科学、土地管理等测绘类专业本科生和研究生的教材,也可供计划学习 GIS 编程的其他行业的从业人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

ArcGIS Engine 地理信息系统开发教程:基于 C#.NET/牟乃夏等
主编. — 北京:测绘出版社,2015.4

ISBN 978-7-5030-3575-3

I. ①A… II. ①牟… III. ①地理信息系统—应用软件—教材 IV. ①P208

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 312954 号

责任编辑	贾晓林	封面设计	李 伟	责任校对	曹 平	责任印制	喻 迅
出版发行	测绘出版社			电 话	010-83543956(发行部)		
社 址	北京市西城区三里河路 50 号				010-68531609(门市部)		
邮政编码	100045				010-68531363(编辑部)		
电子信箱	smp@sinomaps.com			网 址	www.sinomaps.com		
印 刷	三河市世纪兴源印刷有限公司			经 销	新华书店		
成品规格	184mm×260mm						
印 张	34.75			字 数	865 千字		
版 次	2015 年 4 月第 1 版			印 次	2015 年 4 月第 1 次印刷		
印 数	0001—2000			定 价	72.00 元		

书 号 ISBN 978-7-5030-3575-3/P·759

本书如有印装质量问题,请与我社联系调换。

本书编写组

主 编：牟乃夏 王海银 李 丹 高松峰 戴洪磊

副主编：张灵先 李乃林 冯 群 杨腾飞 王普乐

祝帅兵 刘永涛 张园园 詹云军 骆 川

洪平卫

参 编：杨佰义 张昌景 郭俏琳 赵雨琪 张 娟

朱海川 徐玉静 赵明月 林尚纬

前言

桌面 GIS、WebGIS 和移动 GIS 是 GIS 软件开发的三种模式。桌面 GIS 的功能更为丰富, 软件设计更加灵活, 加之历史溯源, GIS 软件开发的初学者往往都是从桌面 GIS 的开发入门, 这也符合软件开发的一般学习规律。具体到 ArcGIS 的开发, 就需要学习者从 ArcGIS Engine 入手。由于 ArcGIS 的桌面、服务器和移动端是采用一套 ArcObjects 构建的, 因此学习者在掌握了 ArcGIS Engine 的开发思路和开发接口以后, 会很容易地过渡到 WebGIS 和移动 GIS 的开发上来。同时, 由于基于 ArcGIS Engine 进行二次开发已经成为业界桌面 GIS 开发的事实上的标准, 因此 GIS 行业的开发者大都是从学习 ArcGIS Engine 开始的。

地理信息科学专业学生的专业技能往往被简单描述为: 掌握 GIS 的基础理论(可以理解为本科所学的理论课程), 掌握一门 GIS 软件(往往特指 ArcGIS), 学会使用一种语言进行 GIS 软件开发(基于 ArcGIS Engine 使用 C# 语言开发是最常见的方式)。以作者多年的教学经验来看, 绝大多数学生经过四年的学习能够基本掌握 GIS 的理论知识, 大部分学生能够熟悉 ArcGIS 软件的操作, 只有少数学生能够掌握 ArcGIS 软件的开发。这是因为, 一个专业的所有理论课程是一个前后衔接、互相支持的体系, 当所有课程学完这个体系也就比较容易建立起来。ArcGIS 软件尽管体系庞大, 学习有一定难度, 但它是专业理论知识的体现和印证, 经过多次练习也是能够掌握其操作过程的。软件开发不仅需要熟悉编程语言, 熟悉 ArcGIS Engine 纷繁芜杂的接口, 还要熟悉软件架构与软件设计的有关知识, 而且软件开发具有一定的灵活性和创造性, 学习难度较大, 学生普遍存在畏难心理。因此, 尽管许多学习者存在强烈的学习愿望, 实践上却往往停留在语言的语法学习和 ArcGIS Engine 的接口学习层面上, 一遍遍翻阅书本却不去写下一行代码, 以致眼高手低、心有余而力不足。当然缺少一本合适的参考书也是一个重要的因素。

本书站在学生的角度, 面向工程的实际应用, 充分兼顾不同层次读者的知识结构和知识水平来设计。具有权威性、全面性和实战性, 由易及难、由浅入深、循循善诱、内容丰富, 既使基础比较薄弱而又有强烈的 ArcGIS Engine 开发欲望的读者容易入门, 又使具有一定基础的读者有提高水平的余地。

全书分为 4 篇 12 章。第 1 篇是入门篇, 包括第 1~2 章, 在总体上介绍了 ArcGIS Engine 编程的基本概念和开发桌面 GIS 应用软件的几种不同的方式。第 2 篇是数据篇, 包括第 3~6 章, 主要讲解地图的基本操作、空间查询与统计、地图制图和数据编辑等。这一部分内容是任何一个 GIS 系统都必须具备的功能。第 3 篇是分析篇, 包括第 7~11 章, 主要讲解矢量和栅格数据空间分析、几何网络分析、交通网络分析和三维分析等内容。第 4 篇是实例篇, 包括第 12 章, 介绍了 Esri 杯全国软件开发大赛总决赛一等奖的获奖作品, 并提供了全套的源代码, 供读者学习参考。

在学习过程中, 建议所有读者都读一下第 1 章和第 2 章, 从总体上了解 ArcGIS Engine 编程的概念和方法。第 2 章介绍的 ArcGIS 二次开发的历史有助于读者了解 ArcGIS Engine 的由来, 便于更好地理解 ArcGIS Engine 的程序设计与架构。第 3 章是地图的基本操作, 包括数

据加载、地图浏览、量测、书签、数据视图和布局视图、鹰眼和图层控制等内容。这一章是初学者必须认真学习的章节：一是该章内容是所有 GIS 软件必备的，二是该章接口较少、相对简单、便于自学。从未进行过编程的读者，建议将这一章的代码按照光盘逐字逐句地重新敲一遍，以体会软件编译与简单调试的技巧。第 4 章查询与统计对应于 ArcGIS 的选择菜单，包括属性查询、空间查询和图形查询，还包括选择集的设置和统计分析等功能。第 5 章介绍地图的样式与符号化、专题制图、地图整饰等内容。第 6 章数据编辑以一个编辑流程的操作顺序为主线进行空间数据编辑的详细讲解。这几部分内容是一个 GIS 软件的功能框架，如果读者特别是在校学生能够熟练掌握这些内容，也就能算一个基本合格的 GIS 程序员了。空间分析篇的内容有一定的深度，读者可以根据需要有选择地学习。第 7 章矢量分析介绍了空间拓扑和空间关系、叠加分析、数据格式转换、添加 XY 数据和使用 GP 工具进行分析等内容。第 8 章栅格分析的内容对应于 ArcGIS 的空间分析，可实现空间插值、填挖方的计算、密度分析等工程中常用的功能。鉴于广大读者对网络分析很感兴趣，而现有的教材和参考书对这一部分往往语焉不详，或者概念不甚清楚，本书特意安排了第 9 章几何网络分析和第 10 章交通网络分析两章供读者甄别学习。第 9 章几何网络分析主要解决城市管线的网络分析，对应于 ArcGIS 的 Utility Network Analyst 工具条；第 10 章交通网络分析用于模拟现实世界的交通网络，对应于 Network Analyst 工具条。第 11 章三维分析介绍了 MultiPatch 和 TIN 的各种分析，还给出了 SceneControl 和 GlobeControl 进行三维可视化的方法，并给出了一个三维数字校园的综合实例，贴近学生生活，激发学习兴趣。第 12 章是 Esri 大赛全国总决赛一等奖的获奖作品，全部由在校本科生完成。读者特别是在校学生可以此为对照，看看自己的编程水平处在一个什么样的位置。在认真学习完本书并掌握了本书的内容后，你的编程水平定会超过获奖作品的水平。

本书读者应该特别注意光盘代码和数据的配合使用。本书代码都经过严格测试，确保都能正确运行，如果在使用中发现不能正常运行的情况，首先应该检查自己的软件配置和数据情况，然后再去考虑代码是否存在错误。本书的代码来源于作者的长期积累，包括很多实际工程的代码，其中必然有来自于 ArcGIS Engine 帮助和网上的代码，但是这些代码经过了多次加工，已无法溯源，也就无法一一标引。因此，尽管本书的代码大多来源于工程实践且具有很强的工程价值，但作者并不授权读者将这些代码应用于商业活动。为了方便读者的学习，本书在编入这些代码时减弱了很多代码的封装力度，但是考虑工程上往往具有较强的封装性，在本书的后几章中对代码进行了适度封装，读者要注意哪些函数是自己编写的，哪些函数是系统提供的。还有，不同章节在实现类似功能的时候，代码也不完全一样，作者刻意保留了这些差别，目的是使读者认识到同一个功能可以具有不同的实现方法，便于开阔视野、打开思路。

除了第 3 章建议从未编过程序的读者一个个字母敲入之外，当掌握了代码输入的基本技巧和熟悉了基本的调试方法后，其他章节的代码建议直接拷贝到自己的工程中，或者直接运行光盘的代码，在你体会到程序正确运行的喜悦的同时，也进一步激发了你学习编程的兴趣和克服困难的信心，这对于快速入门是大有裨益的。因为很多初学者都是在学习了较长一段时间后，发现自己的代码总是不能运行而慢慢地磨掉了学习的信心和乐趣，从而放弃学习编程。

此外读者在学习 ArcGIS Engine 编程的时候，要注意编程实现的功能和 ArcGIS 已有功能的联系。实际上，大多工程项目的功能如果不编写程序，仅仅使用 ArcGIS 也基本上可以满足要求，之所以还要编程，目的无非是更便捷化、智能化、个性化一些。从某种程度上来讲，编

程不就是把软件多次点击实现的功能合并成一次点击而实现吗?从这种意义上说,读者要想学好编程,首先应该熟悉 ArcGIS 软件,在实现一些功能的时候,建议先在 ArcGIS 中操作一遍,看看它是如何设计和操作的,这将有助于优化代码编写和功能实现的流程。

为使本书博采众长,特意邀请了多个高校的教师和企事业单位的一线程序员参加编写。本书由山东科技大学牟乃夏、戴洪磊,青岛市勘察测绘研究院王海银,南阳师范学院李丹,河南城建学院高松峰任主编,负责总体架构和目录设计;由山东科技大学张灵先、杨腾飞、王普乐、祝帅兵、张园园,青岛积成电子有限公司李乃林,北京洛斯达科技发展有限公司刘永涛,济南大学冯群,武汉理工大学詹云军、福建省地质测绘院厦门分院洪平卫等任副主编,分别承担部分内容的编写;参加本书编写的还有我的研究生骆川、杨佰义、张昌景、郭俏琳、赵雨琪、张娟、朱海川、徐玉静、赵明月等,他们对各章节的文稿和代码进行了反复的检查和测试。为了验证初学者,特别是在校本科生对本书的需求与期望,本科生林尚纬等人也对部分文稿进行了学习和编程,他们从一个初学者的角度提出了中肯的意见。测绘出版社的编辑为本书的出版付出了大量心血,在此一并表示衷心感谢!

本书从 2012 年开始规划和编写,由于体系庞大,参与人员众多,着实遇到了不少困难,加之我个人工作的羁绊、中途个别参编人员的更换,也曾有过放弃的念头。但此时我以山东省高级访问学者和博士后身份来到中科院地理所陆锋研究员的团队进行学习和科研,这个团队奋发向上的激情、精益求精的理念、团结务实的态度和孜孜以求的精神使我在各种困难中学会了坚持和坚强,也促使了本书的出版,再次特别向这个团队表示感谢和敬意!

尽管本书近 90 万字,但是依然不能全面阐述 ArcGIS Engine 编程的所有内容。ArcGIS Engine 的帮助才是最全面、最丰富的编程知识库,读者在熟悉了 ArcGIS Engine 的编程后,要学习和习惯使用它的帮助来完成本书所没有覆盖的功能。

虽然本书编写用了两年半的时间,所有章节多次易稿,但由于我们水平所限,错误与不妥之处在所难免,敬请读者批评指正。读者的批评和建议请致信 mounaixia@163.com,或者访问作者的新浪博客和微博@山东科大牟乃夏老师 GISer,作者将不定期发布本书的勘误,读者的建议、意见和学习指导等。

牟乃夏

于青岛开发区洞门山下

2015 年 2 月

目 录

第 1 篇 入门篇

第 1 章 ArcGIS Engine 编程基础	3
1.1 ArcGIS Engine 概述	3
1.2 ArcGIS Engine 开发资源	13
1.3 Esri 开发方式简介	14
1.4 对象模型图	21
1.5 ArcGIS Engine 的安装	24
1.6 本章小结	31
第 2 章 桌面 GIS 应用软件开发方式	32
2.1 使用 VBA 进行桌面软件开发	32
2.2 使用 DLL 进行桌面软件开发	37
2.3 使用 Add-in 进行桌面软件开发	42
2.4 使用 ArcGIS Engine 构建独立应用程序	48
2.5 不同开发方式的比较	52
2.6 本章小结	53

第 2 篇 数据篇

第 3 章 地图基本操作	57
3.1 空间数据与工作空间	57
3.2 MapControl 控件接口	59
3.3 数据加载	60
3.4 地图文档保存	81
3.5 地图浏览	84
3.6 书签	88
3.7 ICommand 和 ITool 命令操作地图	90
3.8 量测	92
3.9 要素选择操作	101

3.10	地图导出	103
3.11	视图同步	110
3.12	TOCControl 控件	116
3.13	本章小结	123
第4章	查询统计	124
4.1	属性查询	124
4.2	空间查询	133
4.3	图形查询	139
4.4	选择集	141
4.5	查询选项设置	146
4.6	统计分析	150
4.7	本章小结	155
第5章	地图制图	156
5.1	颜色模型	156
5.2	地图符号化	159
5.3	地图标注	172
5.4	专题地图制图	176
5.5	地图整饰	196
5.6	制图模板	209
5.7	空间参考	212
5.8	打印输出	216
5.9	本章小结	221
第6章	空间数据编辑	222
6.1	简介	222
6.2	编辑对象	224
6.3	开始编辑	231
6.4	设置编辑图层	233
6.5	设置编辑任务	233
6.6	编辑操作	234
6.7	节点编辑	247
6.8	属性编辑	271
6.9	保存编辑	275
6.10	结束编辑	275
6.11	本章小结	276

第 3 篇	分析篇	279
第 7 章	矢量数据空间分析	279
7.1	空间拓扑分析	279
7.2	空间关系运算	286
7.3	叠加分析	290
7.4	数据格式转换	294
7.5	添加 X、Y 数据	302
7.6	使用 GP 工具进行空间分析	309
7.7	本章小结	314
第 8 章	栅格数据空间分析	315
8.1	环境设置	315
8.2	空间插值	317
8.3	栅格表面分析	327
8.4	栅格计算	338
8.5	栅格统计	342
8.6	密度分析	344
8.7	提取分析	350
8.8	距离分析	354
8.9	重分类	363
8.10	条件分析	371
8.11	本章小结	373
第 9 章	管网几何网络分析	374
9.1	几何网络	374
9.2	显示网络流向	378
9.3	网络追踪分析	384
9.4	爆管分析	400
9.5	本章小结	405
第 10 章	交通网络分析	406
10.1	网络数据集	406
10.2	最短路径分析	409
10.3	查找服务区分析	424
10.4	最近设施点分析	432

10.5	OD 成本矩阵分析	439
10.6	多路径配送分析	445
10.7	位置分配分析	454
10.8	本章小结	463
第 11 章 三维分析		
11.1	三维数据模型	464
11.2	多面体	465
11.3	TIN 数据	480
11.4	SceneControl 三维可视化	497
11.5	GlobeControl 三维可视化	505
11.6	实例:基于 GlobeControl 的三维数字校园	511
11.7	本章小结	516

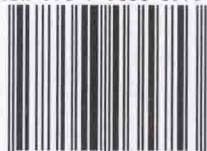
第 4 篇 实例篇

第 12 章 Esri 杯中国大学生 GIS 软件开发大赛总决赛一等奖作品分析		
——崂山森林火灾扩散模拟分析与决策系统		519
12.1	数据准备	519
12.2	系统功能介绍	522
12.3	代码阅读指南	538
12.4	本章小结	544

本书特点

- 由浅及深 层次合理** 以开发一个完整的 GIS 应用软件为主线进行讲解,既有适合初学者快速入门的基本操作,又有空间分析等深层次内容,由浅入深、由易到难,广度和深度满足不同层次的读者需求。
- 内容丰富 讲解详细** 内容涵盖了一个 GIS 应用软件所必备的功能,从地图操作、查询统计、地图制图、数据编辑,到矢量分析、栅格分析、几何网络分析、交通网络分析、三维分析等,均进行了详细的讲解,便于读者自学。
- 案例教学 代码翔实** 每一章都提供了一个或多个实例,给出了完整代码和数据,很多代码来源于工程实际,还特别提供了一个 Esri 杯中国大学生软件开发大赛一等奖的获奖作品,供读者分析使用。
- 随书光盘 即学即用** 随书光盘包含本书所有的代码和数据,均经过严格的测试并能够正确运行,读者可以直接运行光盘代码进行快速学习。

ISBN 978-7-5030-3575-3



9 787503 035753 >

定价: 72.00元