

中国科学院大学研究生教学辅导书系列

沈占锋 骆剑承 著

遥感与地理信息系统 C++底层开发与实践 (上册)

——数据模型与渲染



科学出版社

遥感与地理信息系统 C++
底层开发与实践
(上册)

——数据模型与渲染

沈占锋 骆剑承 著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书主要讲授如何通过C++底层程序设计并实现一套完整的遥感与地理信息系统及其功能,包括空间数据的存储结构、数据IO、可视化展现以及分析与计算等。本书的全部内容均为底层开发,不依赖于任何商业地理信息系统软件、组件或模块,自底层进行了较好的模块化设计与模块化开发实现,并对算法及数据处理分析方法进行了详细的介绍,较好地展现了遥感与地理信息系统的功能。

全书共分为31章(上下2册),尽量从利于读者参阅的角度对整个系统的设计与实现进行深入浅出的介绍,适合广大地理信息系统的自学爱好者及专业研发人员阅读,也可以作为遥感、GIS、计算机等领域的研究生选学教材或科研人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

遥感与地理信息系统 C++底层开发与实践:数据模型与渲染.上册/沈占锋,骆剑承著. —北京:科学出版社,2019.9

ISBN 978-7-03-060616-7

I. ①遥… II. ①沈… ②骆… III. ①遥感技术-研究生-教材 ②地理信息系统-研究生-教材 ③C++语言-程序设计-研究生-教材 IV. ①TP7 ②P208 ③TP312.8

中国版本图书馆CIP数据核字(2019)第034817号

责任编辑:何雯雯 王希挺/责任校对:刘凤英

责任印制:李冬/封面设计:王浩

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京科信印刷有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年9月第一版 开本:787×1092 1/16

2019年9月第一次印刷 印张:19 3/4

字数:465 000

定价:118.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换)



沈占锋，中国科学院空天信息创新研究院（原中国科学院遥感与数字地球研究所）研究员，中国科学院大学岗位教授，主要从事国产高空间分辨率遥感影像信息提取与高性能计算方面的科研工作。曾先后主持、参与并完成多项国家自然科学基金项目、国家863项目、国家科技支撑项目、国家科技重大专项以及重点研发计划项目，开发了高分辨率遥感信息提取、分布式空间计算平台等软件系统。

地球观测与导航技术是获得地球空间信息的重要手段,而数据获取之后的信息处理与分析精度则是决定数据能否有效应用的重要方面。我国已将高分辨率对地观测系统列入国家重大专项及重点应用领域之列,国家发展和改革委员会也设立了产业化专项支持数据获取后的信息提取与应用,工业和信息化部、科学技术部也启动了多个项目支持相关技术的发展并实现产业示范效应,从之前几个五年计划的“863”、“973”、国家科技支撑计划项目到如今的重点研发计划项目,国家投入了大量经费来推动产业的发展。遥感与地理信息系统作为支撑对地观测与导航的两大学科,近些年来在理论、方法、模型、应用等方面均取得了长足的发展。

GIS底层数据模型与数据结构是深入了解并掌握GIS底层设计与开发实现的必经之路。目前,GIS领域拥有非常多的GIS教程或参考书籍,几乎涵盖了GIS原理与方法、GIS二次开发与各行业应用,但自底层系统地介绍一套大型GIS软件开发的书籍还很少见,本书就是面向对这方面感兴趣的读者的。针对GIS的底层开发过程,不仅需要开发者自己定义各种复杂的数据结构,同时还要考虑每一个过程的效率、稳定性与扩展性,从这一角度来说,C/C++是自底层实现一套GIS系统的最佳语言。C++语言为底层GIS程序的开发带来无限潜力,同时其任务量也非常艰巨,特别是面向其中具有非常复杂的数据结构,以及通过“计算机制图”如何实现“GIS数据制图”功能。该书作者具有多年的底层开发经验,在总结GIS底层开发经验基础上,该书不仅能够帮助读者了解一套GIS软件的底层模块化实现方法,也能够使读者更深刻地掌握其中较为复杂功能的实现途径,如矢量数据编辑、投影变换、影像金字塔操作等。该书作者在系统分析大型遥感与GIS系统底层需求的基础上,从软件模块化设计、重要数据结构设计、消息通信与调用接口设计等角度进行了剖析,最后通过实际代码对GIS的底层实现过程进行了阐述,并对其中的重要代码进行了注释与解析。该书通过模块化的设计构造了一套GIS底层开发的完整技术体系,重点突出,应用广泛,特别适用于GIS与遥感领域科研工作者及广大研究生,通过源码的开源工作能够为读者节约大量的开发时间,节省较多的精力,并有助于读者将工作集中在各自感

兴趣的研究之中,以便结合各自研究方向将形成的功能性算法、模块、模型集成到平台之上,从而形成自己独立的数据处理与分析系统,也可以在此基础上做进一步的开源工作。

对于遥感与GIS来说,实践是认知的根本目的,同时也是检查认知程度的一个标准,并将成为进一步推动GIS行业产业化应用及地理认知的重要动力。该书作者通过遥感与GIS底层数据结构的定义及模块的设计与实现,引导读者逐步进入GIS底层开发的过程,并进而增加读者对遥感与GIS底层模型与实现机理的认知与理解,逐步达到实践与应用的目的。我相信该书的出版将会对遥感与GIS的底层开发及理解、分析、计算方面的研究起到促进作用,同时,也期待作者所在的团队继续深化遥感与GIS领域的研究并不断取得新成就。



中国科学院 院士
中国科学院地理科学与资源研究所 研究员

本书系统地阐述了GIS的底层设计原理及其技术实现,注重GIS基本原理方法在实际研发中的技术转化与实现过程,并配源代码进行分析,做到了GIS基本原理和底层设计与技术实现的完美融合,深入浅出,是近年来详细讲解GIS底层实现原理较为完备的一部专著。全书分上下2册,形成了较为完整的体系,具有以下几方面突出的特点。

(1)全书是技术实践与经验的总结。作者长期从事遥感与GIS的底层开发,在国家“863”、“973”、科技支撑计划、重点研发计划等一系列项目支持下,自底层完全实现了基于C++的GIS模型设计、模块研发、系统集成,并设计了一套完全开放的工具集成模式。该模式有利于读者通过简单的集成方案对自己的算法、模型及工具进行设计、集成及调试,并通过开源方法节省读者大量编码的时间投入,也通过代表性代码及注释讲明了GIS的底层实现原理与方法。

(2)提供了整套与本书开发实践完全对应的C++底层代码。代码的设计、实现与讲述不同于GIS的理论、方法、模型,要求实现的系统具有“统一设计、逐步实现、前后连贯、快捷高效”等特点。在实现数据读写、模型设计、信息计算、渲染可视化等底层功能的基础上,逐步通过代码解析,解读GIS地图可视化背后的原理、公式、方法,以便读者在进行GIS系统研发时不再仅局限于抽象的理论知识,而更注重实践知识与经验。

(3)创造了一套独立于系统的算法工具箱。工具箱内的算法不同于集成到系统内部的算法,是相互独立的个体,能够开放式地接纳外部算法、模块与工具,系统为这些算法工具自动创建合适的算法交互界面,可为读者的算法提供一个算法测试与调试环境,使算法开发者将精力集中在自己算法的功能、精度与效率方面,并能够形成自己的软件界面。

难能可贵的是,本书实现了代码兼容与升级的定制。本书附上的GIS整套C++底层代码,通过预定义不同版本的方式实现了针对不同应用环境的不同版本的定制,仅需要更

改一些预定义的内容就能够快速实现不同模块的链接,从而定制出不同的版本。相应地,也可以在该套代码的基础上,进行二次开发或修改,以形成自己的软件风格。

本书是作者长期从事遥感与 GIS 底层开发与实践的技术总结,章节设计与文字撰写中包含了丰富的实践经验,具有较高的实用价值。



中国科学院地理科学与资源研究所 研究员
资源与环境信息系统国家重点实验室 主任

在我国,遥感与地理信息系统的应用市场曾主要被国外大型软件如 ArcGIS、ENVI、Erdas、PCI 等商用软件所占有,近年来我国国产软件 SuperMap、MapGIS 等与之形成分庭抗礼的局面。但对大多数进行科研工作的研究学者来说,其底层的实现方式与机理并不清楚。

本人在前期工作中有幸接触到了一些底层实现遥感与地理信息系统显示、处理、分析等方面的需求,并结合本人实际工作进行了一些初步的探索,再对这些实现进行了模块化划分与软件化封装,形成了一套初步可用的模块及其源码(命名为 MHMapGIS),并把这些设计、开发与集成过程中的思路、方法与技巧与读者一同分享。需要说明的是,随着本书的出版,与本书配套的一整套源码愿同大家分享,由于底层开发中涉及了众多的基础性知识,本书中仅在第 3、4 章进行了简要的介绍,其他的一些基础性知识,如 MFC、STL、数据结构、C++ 类等知识需要读者自行掌握。本书在设计与开发过程中,希望所实现的代码并非“实验性”成果,而是能够真正同广大读者分享的一套“有用”的思路、代码与软件模块;同时也希望广大读者在按照本书中第 26 章(下册)模板示例或分享代码的基础上开发出各自擅长的一系列空间数据处理与分析算法模块,集成到系统中并同样分享给广大读者(途径是可以先将您的成果分享给笔者,笔者再通过本人博客及时分享给更多的读者与科研同仁,同时保留您的所有知识产权)(本人博客:blog.sina.com.cn/radishenzhanfeng)。

在本系统的前期设计中,希望能够通过对 ArcGIS 系统优点的分析,较好地总结 ArcGIS 软件的各种优势,尤其是 ArcGIS 的 ArcToolBox 的“万能性”,能够将大量地理空间分析算法工具很好的整理与集成,同时,在与 ENVI 软件集成之后,还能够将 ENVI 的大量遥感数据处理算法以工具的形式进行管理,因此笔者希望能够有一个较好的集成环境平台,并通过平台实现空间数据的快速浏览、查询等功能,实现基本的常用遥感、GIS 分析功能,实现快速算法部署与调试功能,实现矢栅数据的方便编辑等功能。同时,该平台还需要较好的底层模块化设计,便于后期的维护、升级及模块化集成等,因此构造了一套完全底层实现的 GIS/RS 系统,并基于底层开发过程的设计与实现完成了本书的创作。

系统的功能需求是变化的,这就要求对应的系统代码也是随之变化的。为了适应这种变化,笔者采用了博客的方式与读者分享程序开发过程中的点滴(而不是传统的代码光盘方式),并希望通过这种方式能够以最快的速度及时分享实现过程中的设计、方法、思

路、代码及 Debug 过程。读者在阅读本书中的每一章节时,建议可对照从博客上下载的对应代码及可执行程序的示例示范,从而更好地理解与消化 GIS/RS 的原理、方法、操作及底层的设计和实现过程。

建议读者具有遥感图像处理、地理信息系统及地图等方面的基本知识,同时由于为底层开发,建议在开发语言方面也有着一定的基础,包括 C++ 语言、Visual C++、.Net 编程环境、STL、MFC 等。同时,由于我们面临的任務主要是遥感图像(栅格数据)或地理信息系统的对象(矢量数据,可初步理解为点、线、面的组合),我们需要基于 C++ 实现多种矢量、栅格数据的 IO 操作,这部分可以由 GDAL/OGR 数据模型实现(而且已几乎发展成为了业界标准),建议读者也多加关注。总结来说,本书中的主要代码的实现环境为 Visual Studio.NET C++ 2010(更高版本如 2013、2015 等亦可),依赖的第三方库只有 GDAL 库(本书采用的版本为 GDAL 2.02 版本),无其他依赖环境或库。

随本书一同进行 MHMapGIS 软件的源码发布,本书中所有源码均复制来源于对应的软件程序源码并进行适当缩减,增加了便于用户理解的一系列代码注释,因此本书中的所有代码均可正常编译通过,请读者放心查阅。

总结来说,本书及对应的代码有以下几大看点:

(1) 本书较为全面、系统地介绍了一套实用 GIS 软件系统的底层开发思路,在撰写过程中特别注重底层的设计工作,并给出了所有重要的数据结构定义,便于读者能够深入了解 GIS 系统底层结构;

(2) 本书所依赖的软件系统 MHMapGIS 是由多个国家科技计划项目资助成果形成的软件系统,具有较好的实用性,同时在软件设计过程中也最大可能地保留了软件的扩展性;

(3) 系统编码过程中,通过定义一系列宏及预定义,能够实现“一套代码,多种应用”,即面向不同类型的应用通过预定义的方式实现不同版本的编译,满足不同情况的 GIS/RS 需求;

(4) 从扩展性角度考虑,系统中很多数据通过 XML 方式进行定义或数据交换,很好地保留了系统的扩展性,特别是针对大量遥感影像处理、分析或 GIS 分析算法,能够方便快捷地集成至系统算法工具箱中,同时对系统版本进行了定义,能够支撑/满足基于系统的二次开发操作;

(5) 系统中除应用 GDAL 第三方库之外,未应用其他第三方代码或库,系统经多次测试并尽可能地去除了代码中的 Bug,同时最重要的是,本书中涉及的所有代码均将进行有步骤地源码公开并与读者们共享,可以下载并编译形成自己的本地化可调试代码,更加有利于读者理解书中的设计与数据结构。

本书共分为 31 章,原则上构成 MHMapGIS 软件的每个模块尽量独立成章。其中第 1 章介绍了底层开发的需求分析与实现构想,第 2 章介绍了针对需求的底层开发整体设计与实现方法,第 3、4 章则是针对本书中的各种基础性知识进行简要的介绍。本书第 5~29 章中分章节分别就第 2 章中进行的整体设计及模块化开发思路,按各模块的功能设计与实现方法进行分别介绍,其中第 5~7 章介绍了系统中最重要几个基础性模块,其他章节则是在这些核心模块的基础上针对不同的功能性需求而进行功能性模块的介绍。第 30 章分别针对第 5~29 章中介绍的模块进行的二次开发与模块应用的集成,详细介绍了基

于对应模块的五个版本的软件集成方式,为二次开发提供了样本模板。第31章给出了随书一同发布的源码及其编译与使用方法。本书由沈占锋、骆剑承构思、撰写并校稿。

本书的出版得到了国家重点研发计划项目(2016YFB0502502、2017YFB0504204和2018YFB0505002)、国家自然科学基金项目(41971375)和中国科学院大学教材出版中心的资助,在此一并表示感谢。同时,也对国家科技部前期的“863”、国家科技支撑计划等项目,国家自然科学基金项目及国家高分重大专项项目等的需求指引与资助表示衷心的感谢。另外,在本书的编写过程中还得到了多位老师的悉心指导与帮助支持,包括中国科学院地理科学与资源研究所周成虎院士、苏奋振研究员、杜云艳研究员、杨晓梅研究员、葛咏研究员、裴韬研究员、马廷研究员,南京大学李满春教授、程亮教授、杜培军教授,武汉大学钟燕飞教授、邵振峰教授、黄昕教授,中山大学张清凌教授,浙江大学刘仁义教授、杜震洪教授,中国科学院新疆生态与地理研究所的包安明研究员、王伟胜研究员、杨辽研究员、李均力研究员,中国农业大学杨建宇教授,中国地质大学(北京)明冬萍副教授、浙江工业大学的吴炜博士、夏列钢博士、杨海平博士,成都理工大学的程熙博士,河海大学周亚男博士,长安大学吴田军博士,中国科学院遥感与数字地球研究所邵芸研究员、肖青研究员、刘朔研究员,以及本人研究团队的张新研究员、董文博士、胡晓东博士、郜丽静博士等,在此表示诚挚的谢意。

由于笔者能力有限,书中难免存在错漏或不足之处,殷切希望同行专家与读者们及时给予批评指正与反馈(shenzf@radi.ac.cn),同时,笔者也会尽最大努力及时地将更正之处或程序中的Bug修正之处通过博客等手段及时改正并发布。

最后,仿照Linux创始人Linus Torvalds在2000年的一句名言“Talk is cheap. Show me the code!”作为本书前言结语,“Talk is cheap. Let me show you the code!”

作者

2019年7月6日

目 录

序一	
序二	
前言	
第1章 底层开发的需求与构想	1
1.1 “最初”的想法	1
1.2 多说无益 马上开始	5
1.3 发展的世界、发展的需求、发展的代码	9
1.4 本书中的约定	10
1.5 小结	13
第2章 遥感与地理信息系统整体设计	14
2.1 地图/电子地图的显示与操作需求	14
2.2 模块化设计与集成模式	25
2.3 不同版本同模块的对应关系	40
2.4 小结	48
第3章 常用的矢栅数据格式	49
3.1 常用的矢量数据格式简介	49
3.2 常用的栅格数据格式简介	56
3.3 小结	60
第4章 数据操作模型:GDAL/OGR 库的使用	62
4.1 GDAL/OGR 库简介	62
4.2 栅格数据操作模型	66
4.3 矢量数据操作模型	72
4.4 针对矢量编辑需求的OGR库扩展	81
4.5 小结	81
第5章 数据结构定义与MHMapDef库的实现	83
5.1 地图定义模块中的总体类设计	83
5.2 地图定义类MSMapObj	85
5.3 空间参考定义类MSSpatialRefObj	86

5.4 空间范围定义类MSEnvelopeObj	86
5.5 图层定义类MSLayerObj	86
5.6 数据源定义类MSDataSourceObj	89
5.7 图层渲染主题定义类MSThematicObj	89
5.8 图层符号定义类MSSymbolObj	98
5.9 小结	110
第6章 核心显示模块MHMapRender库的实现	111
6.1 MHMapRender 功能设计与定位	111
6.2 模块中绘图函数及其功能实现	114
6.3 模块中选择函数及其功能实现	159
6.4 模块中查询函数及其功能实现	172
6.5 模块中制图函数及其功能实现	185
6.6 地图绘制的多线程实现	194
6.7 小结	200
第7章 地图视图与操作模块MHMapView的实现	201
7.1 视图类功能设计	201
7.2 模块视图展现原理	204
7.3 地图操作类的界面操作实现	207
7.4 动态显示的功能实现	223
7.5 矢量要素编辑的功能实现	234
7.6 键盘快捷键的功能实现	269
7.7 其他功能实现	274
7.8 小结	279
第8章 地图主框架模块MHMapFrm的实现	280
8.1 主框架类的设计	280
8.2 各子窗口的生成与管理	283
8.3 小结	288
第9章 地图操作模块MHMapDoc的实现	289
9.1 主文档类的设计	289
9.2 文档类功能实现	290
9.3 地图的存储与读取	292
9.4 小结	298
第10章 地图主程序模块MHMapApp的实现	299
10.1 主程序类的作用与实现	299
10.2 小结	300

图 目 录

图 2-1	百度地图的电子地图展现(制图)效果	16
图 2-2	面向对象的高分辨率遥感信息提取过程	22
图 2-3	多景遥感影像叠加显示效果	24
图 2-4	类图的不同UML图的表达方式	29
图 2-5	类图之间的继承关系	30
图 2-6	类图之间的聚合关系	30
图 2-7	MHMapGIS底层数据流与模块调用关系	31
图 2-8	MHMapGIS底层实现的模块支撑及类别关系	34
图 2-9	MHMapGIS包含的模块关系图(未包含对话框模块)	35
图 2-10	MHMapGIS包含的模块包关系图(包含对话框包)	40
图 2-11	由MHMapGIS模块构成的对话框系统(Metal版本)	41
图 2-12	基于MHMapGIS模块构建的Metal版本的界面示意图	42
图 2-13	由MHMapGIS模块构成的对话框系统(Wood版本)	42
图 2-14	基于MHMapGIS模块构建的Wood版本的界面示意图	43
图 2-15	由MHMapGIS模块构成的对话框系统(Water版本)	44
图 2-16	基于MHMapGIS模块构建的Water版本的界面示意图(嵌入式窗口)	44
图 2-17	基于MHMapGIS模块构建的Water版本的界面示意图(弹出式窗口)	45
图 2-18	由MHMapGIS模块构成的单文档/结构视图系统(Fire版本)	46
图 2-19	由MHMapGIS模块构成的单文档/结构视图系统(Fire版本)	46
图 2-20	由MHMapGIS模块构成的单文档/结构视图系统(Earth版本)	47
图 2-21	由MHMapGIS模块构成的单文档/结构视图系统(Earth版本)	48
图 3-1	WKBPoint的结构示意图	55
图 4-1	GDAL库中的主要类继承关系图	63

图 4-2 GDAL 库中针对栅格数据的数据定义与操作模型关系图	66
图 4-3 OGR 库中针对矢量数据的数据定义与操作模型结构图	72
图 4-4 OGRGeometry 类包含的矢量几何形状类关系图	77
图 5-1 模块 MHMapDef 中的类及其继承关系	84
图 5-2 模块 MHMapDef 中的类聚合及层次关系	84
图 5-3 MSThematicObj 的类结构关系图	88
图 5-4 MSSymbolObj 的类结构关系图	88
图 5-5 矢量图层的渲染模式及所需要的参数(图中圆角楷体为需要配置的参数)	92
图 5-6 栅格图层的渲染模式及所需要的参数(图中圆角楷体为需要配置的参数)	96
图 5-7 不同点符号渲染效果示意图	102
图 5-8 点符填充线符号类的渲染效果图	103
图 5-9 不同参数下的虚线符号渲染效果图	103
图 5-10 多层线符号渲染出来的铁路线示意图	104
图 5-11 不同的 Hatch 值所对应的渲染效果示意图	108
图 5-12 不同参数设定下的渐变填充渲染效果图	109
图 6-1 模块 MHMapRender 内部的 3 个类及其关系图	112
图 6-2 模块及主要功能实现类间的外延关系	113
图 6-3 地图坐标(左)、屏幕坐标(右)关系图及计算地图比例尺方法	118
图 6-4 类 CRenderImpl 中地图绘图函数的调用堆栈图	120
图 6-5 地图投影转换的主要实现原理与过程	125
图 6-6 系统中对点状要素标注位置的配置(图中左下角)	139
图 6-7 基于图 6-6 的点状标注位置的渲染效果图	140
图 6-8 线状要素标注实现效果图	141
图 6-9 面状要素标注实现效果图	143
图 6-10 点、线、面选中及高亮效果示意图	145
图 6-11 栅格数据绘制的原理示意图	153
图 6-12 带岛多边形选择状态下不同渲染效果示意图	161
图 6-13 模块中空间查询(左)与属性查询(右)界面	173
图 6-14 模块中矢量数据信息查询界面	174
图 6-15 模块中标题制图及标注制图效果	187
图 6-16 模块中比例尺制图效果	189
图 6-17 模块中标题制图及标注制图效果	192
图 7-1 MHMapGIS 软件界面设计及模块 MHMapView 的位置	203
图 7-2 其他版本的模块应用及对应模块 MHMapView 的位置	203
图 7-3 地图视图中的窗口移动原理(对应模块 MHMapView 实现)	205
图 7-4 视图中根据不同区域判断水平/垂直卷帘的示意图	224

图 7-5	视图界面窗口调节大小时的视图区域变化	233
图 7-6	未选择要素时选择要素合并后弹出的图层选择对话框	246
图 7-7	面状要素内条件补洞对话框界面	257
图 7-8	面状要素内条件补洞的模块接口调用流程	258
图 7-9	面状要素内条件补洞对话框界面	258
图 7-10	模块 MHMapView 同 MHMapFrm 的功能调用过程	261
图 7-11	是否维持拓扑选项对生成/移动多边形结果的影响	268
图 7-12	用户选项的显示界面	278
图 8-1	MHMapGIS 主框架界面示意图	281
图 9-1	模块 MHMapDoc 中弹出的是否需要保存的对话框	292
图 9-2	模块 MHMapDoc 中采用 XML 方式进行文档存储的示例	294

表 目 录

表 2-1	MHMapGIS 核心功能模块列表	33
表 2-2	MHMapGIS 扩展算法模块(插件)列表	33
表 3-1	Shape 文件的头文件表	50
表 3-2	Shape 文件支持的几何类型	51
表 3-3	点状数据中 SHP 文件的存储内容	51
表 3-4	线状数据中 SHP 文件的存储内容	52
表 3-5	面状数据中 SHP 文件的存储内容	52
表 3-6	属性文件(.dbf)的文件头	53
表 3-7	索引文件(.shx)的记录内容	53

底层开发的需求与构想

遥感与地理信息系统底层开发,其内涵是采用某种计算机语言自底层实现的仅仅依赖操作系统(如 Windows,或者其他操作系统)提供的底层 API 开发。如果不依赖任何其他库,就属于完全的 GIS 底层开发;如果仅利用少量的开源库,如最常见的 GDAL 库,也属于一种底层开发方式,本书中的底层开发主要是指后一种。这种情况下,要求依赖的第三方库具有易用、稳定、接受面广、开发难度低等特点,否则会增加用户的开发应用难度。与底层开发相对应的是二次开发,即利用商业软件或主流 GIS 平台提供的 API 或函数进行开发,其对该平台的环境有所依赖。相对于二次开发而言,底层开发更方便、更灵活,可以实现更多的功能或 GIS 表现模式,其缺点是难度大、开发周期长,因此其功能性、稳定性、可靠性、兼容性、扩展性等都需要设计者/开发者考虑。

本书采用 Visual Studio.NET 2010 开发环境,基于 C++ 语言实现遥感与地理信息数据的读取、显示、操作、管理等工作,即实现一套底层开发的 GIS 系统(MHMapGIS 软件系统),其依赖的第三方库为 GDAL 库,实现一套类似于“小型 ArcGIS”软件系统的功能。笔者由衷地希望通过本书中的研发思路的介绍能够为感兴趣的读者起到指引方向的作用,并可基于本书一同发布的代码、模块实现二次开发与应用,做到“一书在手,开发无忧”。

1.1 “最初”的想法

1.1.1 关于程序与代码

本人自 2002 年博士入学以来跟随课题组学习,主要从事遥感影像处理与信息提取算法研发等方面的工作,并进而形成可用的软件系统,其所从事的科研项目中要求的 C++ 的原理学习、编码方法及代码思维等方面对本书的撰写起到了较大的促进作用。在博士论文期间,主要从事遥感影像处理、提取与计算方面的工作,2012 年 8 月回国之后开始尝试进行矢栅数据的分析与图形化展现方面的研究与开发。最初的想法非常简单,就是能够读取一个矢量的 shape 文件及一个栅格的 GeoTiff 文件,并进行图形化展示,这种“静态制图”的功能基本能满足服务器端“瓦片”生成与服务的基本需求。因此,本人一方面需要到