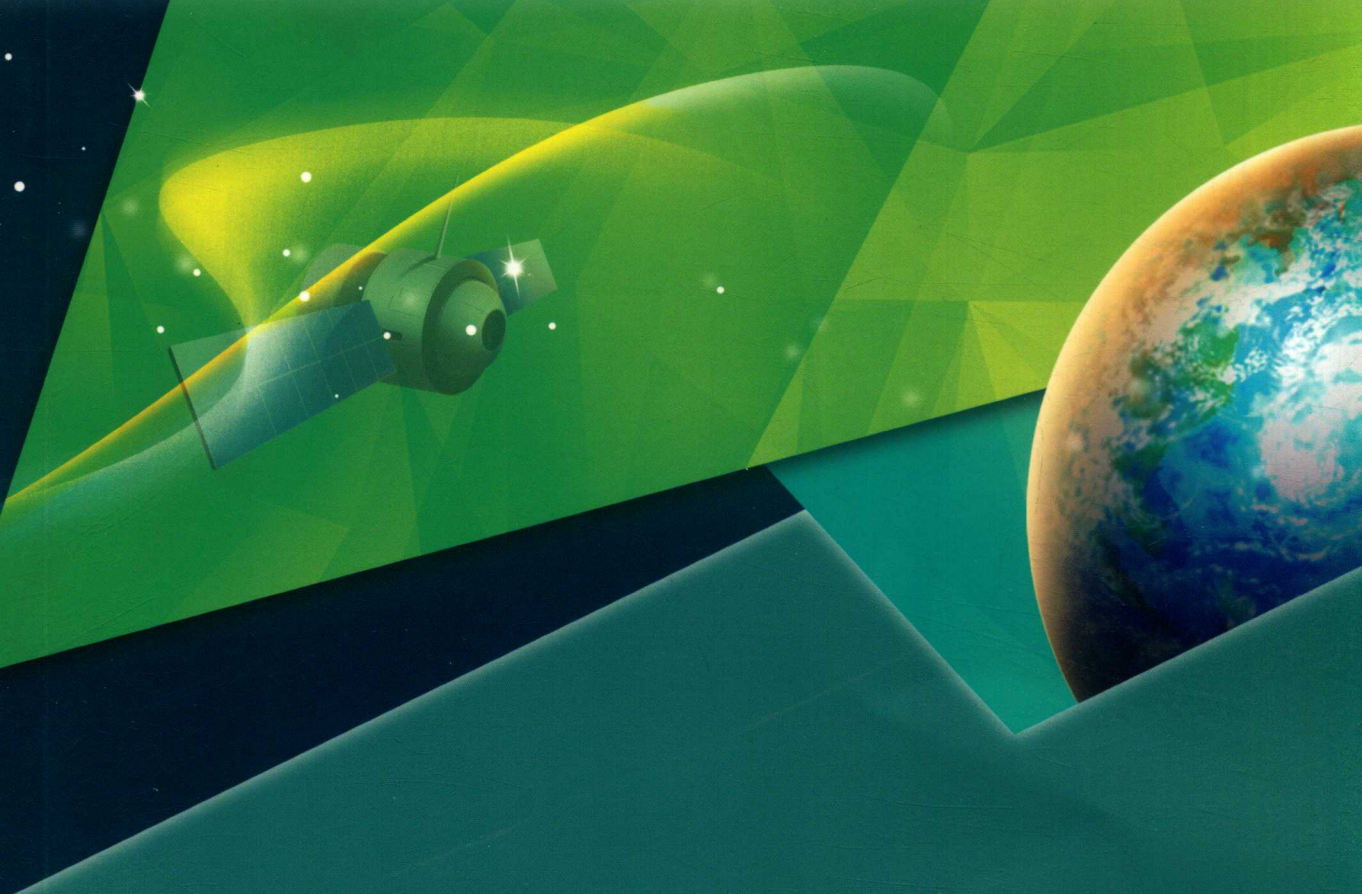




高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材

OpenGIS设计开发基础教程

——基于QGIS+PostGIS设计开发

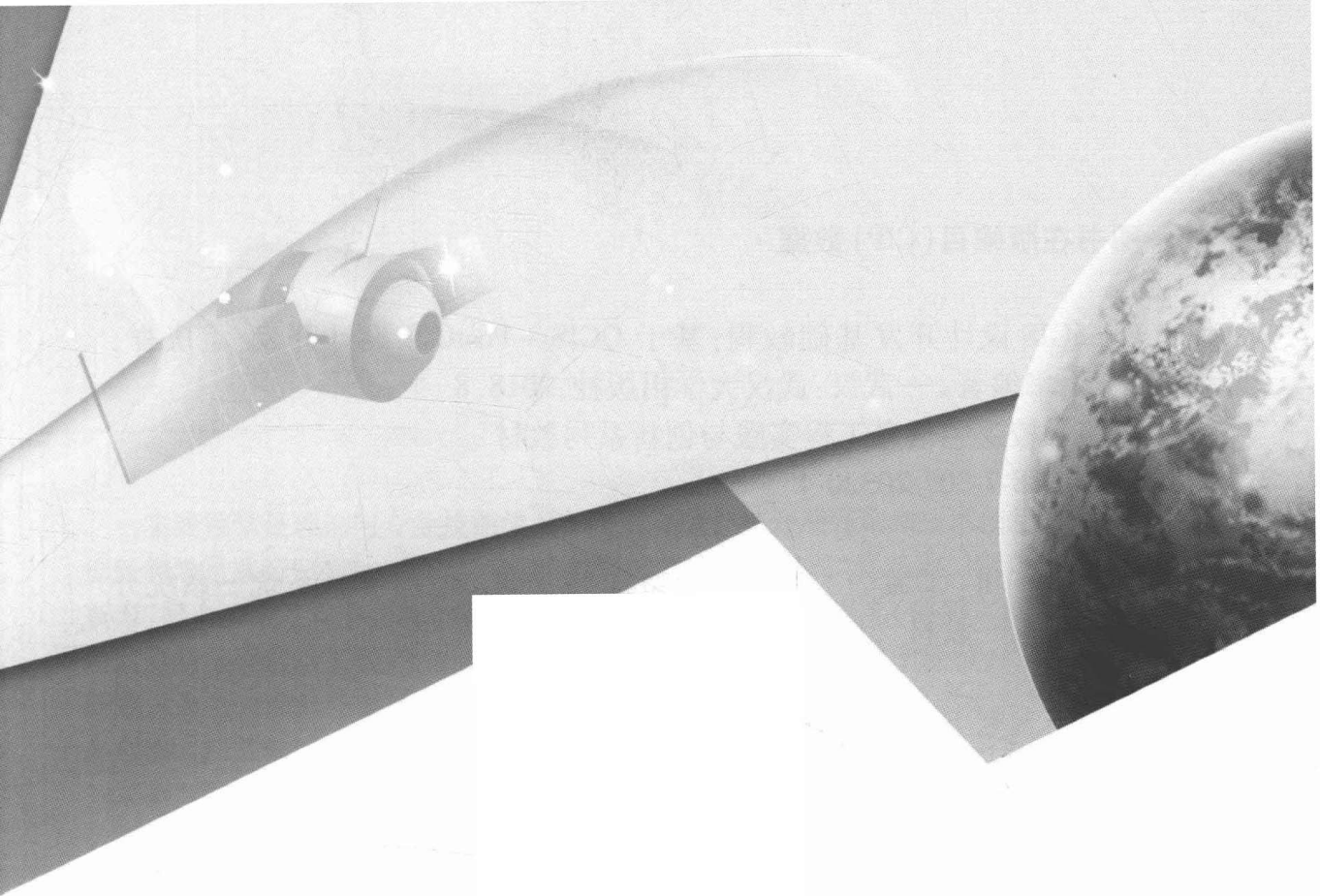
孟庆祥 王飞 王少华 编著

流外借



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社



高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材

OpenGIS设计开发基础教程

——基于QGIS+PostGIS设计开发

孟庆祥 王飞 王少华 编著

高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材编审委员会

顾问 李德仁 张祖勋 龚健雅 郑肇葆

主任委员 秦 昆

副主任委员 胡庆武

委员 (按姓氏笔画排序)

马吉平	王树根	王 玥	付仲良	刘亚文	李 欣	李建松
巫兆聪	张 熠	周军其	胡庆武	胡翔云	秦 昆	袁修孝
高卫松	贾永红	贾 涛	崔卫红	潘 励		



武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

OpenGIS 设计开发基础教程:基于 QGIS + PostGIS 设计开发/孟庆祥, 王飞, 王少华编著. —武汉:武汉大学出版社, 2018. 8

高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材

ISBN 978-7-307-20320-4

I. O… II. ①孟… ②王… ③王… III. 地理信息系统—系统开发—高等学校—教材 IV. P208.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 145584 号

责任编辑:鲍 玲

责任校对:汪欣怡

版式设计:汪冰滢

出版发行:武汉大学出版社 (430072 武昌 珞珈山)

(电子邮件:cbs22@whu.edu.cn 网址:www.wdp.com.cn)

印刷:武汉中科兴业印务有限公司

开本:787×1092 1/16 印张:13 字数:301 千字 插页:1

版次:2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-20320-4 定价:30.00 元

版权所有,不得翻印;凡购买我社的图书,如有质量问题,请与当地图书销售部门联系调换。

序

实践教学是理论与专业技能学习的重要环节，是开展理论和技术创新的源泉。实践与创新教学是践行“创造、创新、创业”教育的新理念，实现“厚基础、宽口径、高素质、创新型”复合型人才培养目标的关键。武汉大学遥感信息工程类(遥感、摄影测量、地理国情监测与地理信息工程)专业人才培养一贯重视实践与创新教学环节，“以培养学生的创新意识为主，以提高学生的动手能力为本”，构建了反映现代遥感学科特点的“分阶段、多层次、广关联、全方位”的实践与创新教学课程体系，目的在于夯实学生的实践技能。

从“卓越工程师计划”到“国家级实验教学示范中心”建设，武汉大学遥感信息工程学院十分重视学生的实验教学和创新训练环节，形成了一套针对遥感信息工程类不同专业和专业方向的实践和创新教学体系，形成了具有武大特色以及遥感学科特点的实践与创新教学体系、教学方法和实验室管理模式，对国内高等院校遥感信息工程类专业的实验教学起到了引领和示范作用。

在系统梳理武汉大学遥感信息工程类专业多年实践与创新教学体系和方法的基础上，整合相关学科课间实习、集中实习和大学生创新实践训练资源，出版遥感信息工程实践与创新系列教材，以更好地服务于武汉大学遥感信息工程类在校本科生、研究生实践教学和创新训练，并可为其他高校相关专业学生的实践与创新教学以及遥感行业相关单位和机构的人才技能实训提供实践教材资料。

攀登科学的高峰需要我们沉下去动手实践，科学研究需要像“工匠”般细致入微实验，希望由我们组织的一批具有丰富实践与创新教学经验的教师编写的实践与创新教材，能够在培养遥感信息工程领域拔尖创新人才和专门人才方面发挥积极作用。



2017年1月

前 言

随着社会需求的不断深入和扩大,以及相关知识理论体系和技术的不完善, GIS 正在迅速发展,而在这快速发展的过程中,开源 GIS 有着自己突出的贡献。从 20 世纪 90 年代开源思想就开始渗透到 GIS 领域,国内外许多科研院所相继开发出开源 GIS。2006 年初,国际地理空间开源基金会(OpenSource Geospatial Foundation, OSG)成立,基金会的项目已从最初的几个,发展为满足 B/S 架构的前端地理信息渲染平台、各种地理空间中间件、涵盖企业级地理空间计算平台等数十个门类的开源 GIS 项目。

不同于商业 GIS 软件,开源 GIS 软件不用背负数据兼容、易用性等问题的包袱,开发者能够集中精力致力于功能的开发,因此开源 GIS 软件功能强大,所用技术也比较先进,其背后是来自全球众多技术狂热者和学院研究生的大力支持。开源 GIS 软件目前已经形成了一个比较齐全的产品线。在 www.freegis.org 网站上,我们会发现众多各具特色的 GIS 软件。传统的综合 GIS 软件 GRASS,数据转换库 OGR、GDAL,地图投影算法库 Proj4、Geotrans,也有比较简单易用的桌面软件 Quantum GIS,空间数据库有基于 PostgreSQL 的 PostGIS,Java 平台上有 MapTools, MapServer 也是优秀的开源 WebGIS 软件。

本书旨在指导学生进行基于 QGIS+PostGIS 开源 GIS 的设计与开发,希望通过该课程的实习和本书的指导,学生能系统地掌握开源 GIS 的特点和国内外发展现状,了解最新的开源 GIS 软件,熟悉开源 GIS 软件的一般开发过程,掌握开源 GIS 设计与开发类课程的理论,建立开源 GIS 设计与开发的基础知识理论结构体系。在此基础上,能够使用可视化编程技术与开源 GIS 控件相结合的方式设计和实现简单开源 GIS 应用系统,掌握组件式开源 GIS 开发技术。通过实习,同学能够在亲自动手编程的基础上了解开源 GIS 软件设计、软件开发、软件工程、软件应用等一系列基本知识与应用技能。

本书共 9 章,可以分为三个部分:前两章是第一部分,介绍了 OpenGIS 的基本内容;第二部分包括第 3 章到第 7 章,详细介绍了 QGIS 等开源软件的安装、操作;第三部分是设计开发方法介绍,其中第 8 章介绍了基于 Python 的插件开发方法,而第 9 章介绍了在 VS2010 环境中进行组件开发的详细步骤。

本书可作为本科生专业选修课的教学用书,同时也是研究生和 GIS 设计开发爱好者的参考用书。

参与编写的作者及分工情况如下:

孟庆祥(武汉大学)负责全书的组织、统稿和检查,撰写了第 1、第 2、第 3、第 4 章和第 9 章;

王飞副教授(清华大学深圳研究生院)撰写第 5、第 6 章;

王少华副教授(武汉大学)撰写第 7、第 8 章。

同时,孟亦菲(中国地质大学(武汉))、姜文宇、李从正、陈培东、李萌、姜卓君、李福等同学参与了部分撰写工作。

而且,在本书的编写过程中,参考了多篇博客、硕士论文以及相关的 GIS 开发类书籍,在此对他们表示感谢。由于笔者能力有限,书中难免会有错误,希望广大读者批评指正!

特别的是,本书得到了“十三五”科技部国家重点研发计划(资助号:2016YFC0803107,2016YFB052601,2017YFB0504103)和深圳市科技创新项目基础研究(资助号:JCYJ20170307152553273)基金的资助。

目 录

第 1 章 OpenGIS 概述	1
1.1 概述	1
1.1.1 OpenGIS	1
1.1.2 OpenGIS 的特点和作用	2
1.1.3 开放模式	3
1.2 OpenGIS 的发展	4
1.2.1 国外发展现状	4
1.2.2 国内发展现状	5
1.3 OpenGIS 的相关技术	5
1.3.1 OpenGIS 数据	5
1.3.2 OpenGIS 软件	10
1.3.3 地图 API	17
1.3.4 OpenGIS 类库	18
1.4 本章小结	23
第 2 章 OpenGIS 软件简介	24
2.1 QGIS	24
2.1.1 QGIS 简介	24
2.1.2 QGIS 的核心功能	26
2.1.3 QGIS 框架介绍	28
2.1.4 QGIS 部分功能介绍	28
2.2 Qt	32
2.2.1 Qt 基本模块框架	32
2.2.2 Qt 的功能与优势	33
2.2.3 图形界面库框架	34
2.2.4 Qt 所支持的平台	35
2.2.5 基于 Qt 开发的产品	35
2.2.6 Qt 编程的工作流程	36
2.2.7 HelloQt	36
2.3 PostgreSQL	37
2.3.1 概述	37

2.3.2 框架	39
2.3.3 后端服务器	40
2.3.4 PgAdmin4 界面介绍	40
2.4 PostGIS	43
2.4.1 概述	43
2.4.2 数据模型	44
2.5 本章小结	49
第3章 OpenGIS 软件安装配置	50
3.1 QGIS 安装配置	50
3.2 PostgreSQL 安装配置	53
3.3 PostGIS 数据库引擎配置	57
3.4 本章小结	62
第4章 空间数据查询浏览	63
4.1 数据加载	63
4.1.1 加入矢量图层	63
4.1.2 加入栅格图层	66
4.1.3 加入服务数据	66
4.2 数据浏览	69
4.2.1 数据层名称的改变	70
4.2.2 数据层顺序的调整	71
4.2.3 数据层显示控制	71
4.2.4 数据层的复制与删除	71
4.3 数据查询	71
4.3.1 图层属性查询	71
4.3.2 图层空间查询	76
4.4 数据符号化	79
4.4.1 点要素的符号化	80
4.4.2 线要素的符号化	83
4.4.3 面要素的符号化	85
4.4.4 数据层标签	88
4.4.5 统计图符号	88
4.5 本章小结	91
第5章 数据更新	92
5.1 启动编辑	92
5.2 要素属性编辑	92

5.3 要素编辑	93
5.4 结束编辑	100
5.5 本章小结	100
第 6 章 QGIS 制图与输出	101
6.1 设置制图版面	101
6.1.1 新建打印版面	101
6.1.2 设置版面大小与底色	102
6.2 添加制图数据	103
6.2.1 添加制图数据组	103
6.2.2 复制制图数据组	105
6.2.3 旋转制图数据组	105
6.2.4 绘制坐标网格	106
6.3 添加辅助要素	107
6.3.1 几何体	107
6.3.2 位图、属性表、HTML 框架	108
6.4 地图整饰	109
6.4.1 添加和修改图名	109
6.4.2 添加和修改图例	110
6.4.3 添加和修改比例尺	112
6.4.4 添加指北针	114
6.4.5 排列地图要素	114
6.5 地图的打印与输出	115
6.5.1 地图打印	115
6.5.2 地图导出	115
6.6 本章小结	116
第 7 章 PostGIS 空间数据管理	117
7.1 PostgreSQL 基本操作	117
7.1.1 pgAdmin4 介绍	117
7.1.2 数据库与表的创建	118
7.1.3 数据库的备份与恢复	121
7.2 利用 QGIS 实现空间数据导入导出	122
7.2.1 连接数据库	122
7.2.2 导入导出数据	123
7.3 使用 SQL 建立 PostGIS 空间数据库	127
7.3.1 利用 SQL 语句建立空间数据表	127
7.3.2 利用 SQL 语句插入空间数据	127

7.4 本章小结	128
第8章 QGIS 插件开发	129
8.1 开发环境配置	129
8.1.1 Python IDLE 安装	130
8.1.2 QtDesigner 下载安装	131
8.1.3 Plugin Builder	133
8.1.4 Python 控制台	134
8.2 添加和清除数据功能实现	136
8.2.1 添加矢量数据	136
8.2.2 添加栅格数据	136
8.2.3 添加 Web 服务数据	136
8.2.4 清除数据	137
8.3 图层渲染功能实现	137
8.4 缓冲区功能实现	137
8.5 简单栅格处理功能实现	138
8.5.1 二值化	138
8.5.2 平滑和边缘提取	138
8.6 Python 开发注意事项	138
8.6.1 常见问题及解决方法	138
8.6.2 开发技巧	139
8.7 案例：多功能 GIS 插件	140
8.7.1 需求分析	140
8.7.2 插件总体设计	140
8.7.3 插件功能设计与实现	143
8.8 本章小结	150
第9章 QGIS 二次开发	151
9.1 QGIS 编译	151
9.1.1 安装软件	151
9.1.2 下载依赖库	152
9.1.3 配置系统变量环境	155
9.1.4 CMake 编译源码	156
9.1.5 提取 QGIS 二次开发库文件	159
9.2 配置 VS 2010 开发环境	161
9.3 加载数据功能	165
9.3.1 加载矢量数据	165
9.3.2 加载栅格数据	169

9.3.3 加载文本数据 170

9.3.4 加载 Web 地图服务数据 176

9.4 属性查询功能 180

9.4.1 属性查询实现思路 180

9.4.2 创建图层管理器 181

9.4.3 创建属性表对话框 182

9.4.4 创建属性查询对话框 183

9.5 制图输出 184

9.5.1 制图模板 185

9.5.2 制图要素 186

9.5.3 制图输出 186

9.6 集成 189

9.7 本章小结 193

参考文献..... 195

第 1 章 OpenGIS 概述

这一章介绍了 OpenGIS(开放式地理信息系统)的基础知识。随着开源思想的不断渗透,出现了开源 GIS。OGC(开放地理信息系统协会)针对开源 GIS 制定了一系列开放标准和接口,以规范地理数据的互操作。本章节首先介绍开源 GIS 的相关概念,以便读者能够先了解开源 GIS。接着介绍 OpenGIS 在国内外的的发展状况。第三节将介绍 OpenGIS 的相关技术,包括 OpenGIS 数据、OpenGIS 软件、地图 API、OpenGIS 类库等。

1.1 概述

现代科技的发展日新月异,随着技术的应用和普及,GIS 逐渐从专业应用走向社会,走向大众。GIS 社会化和大众化需要实现地理数据共享和互操作,同时尽可能地降低地理数据采集处理成本和软件开发应用成本。目前的地理信息系统大多是基于具体的、相互独立的平台开发的,它们采用不同的开发方式和数据格式,对地理数据的组织也有很大的差异,垄断和高额的费用在一定程度上限制了 GIS 的普及和推广。在知识经济与经济全球化的时代,资源环境与地理空间信息资源是现代社会的战略性信息基础资源之一,地理空间信息产业已成为现代知识经济的重要组成部分。20 世纪 90 年代,开源思想广泛渗透到 GIS 领域,国内外许多科研院所相继开发出开源 GIS。2006 年初,国际地理空间开源基金会(OpenSource Geospatial Foundation, OSG)成立,基金会的项目已从最初的 8 个,发展为满足 B/S 架构的前端地理信息渲染平台、各种地理空间中间件、涵盖企业级地理空间计算平台等数十个门类的开源地理空间项目。

开源 GIS 优势不仅仅是免费,而在于其免费(Free)和开放(Open)的真正含义,前者代表自由与免费,后者代表开放与扩展。与商业 GIS 产品不同,由于开源 GIS 软件的免费和开放,用户可以根据需要增加功能,当所有人都这样做的时候,开源产品的性能与功能也就超过了很多商业产品,因而也造就了开源 GIS 的优势和活力。此外,和一般的商业 GIS 平台相比,开源 GIS 产品大多都具有跨平台的能力,可以运行于 Linux、Windows 等系统,开源 GIS 软件得到学术界和 GIS 平台厂商越来越多的重视,成为 GIS 研究和应用创新的一个重要领域。

1.1.1 OpenGIS

在了解 OpenGIS 之前得先介绍一下 OGC(开放地理信息系统协会, OpenGIS Consortium),OGC 为 OpenGIS 定义了一系列的标准和接口。

OGC 是一个非营利性组织,由商业部门、政府机构、用户以及数据提供商等多个领

域的成员组成,以获取地理信息处理市场最大的互操作(Interoperability)。

OGC 会员主要包括 GIS 相关的计算机硬件和软件制造商(包括 ESRI, Intergraph、MapInfo 等知名 GIS 软件开发商),数据生产商以及一些高等院校、政府部门等,其技术委员会负责具体标准的制定工作。其目的是通过信息基础设施,把地理空间数据资源集成到主流的计算技术中,促进可互操作的商业地理信息处理软件的广泛应用。它致力于消除地理信息应用(如地理信息系统、遥感、土地信息系统、自动制图/设施管理(AM/FM)系统)之间以及地理应用与其他信息技术应用之间的藩篱,建立一个无“边界”的、分布式的、基于构件的地理数据互操作环境。

通常,人们所谓的 OpenGIS,其实是 Open Geodata Interoperation Specification(开放的地理数据互操作规范),是由美国 OGC(OpenGIS 协会, OpenGIS Consortium)提出,指在计算机和通信环境下,根据行业标准和接口所建立起来的地理信息系统。它不仅使数据能在应用系统内流动,还能在系统间流动。OpenGIS 为在不同的地理信息系统软件之间实现互操作性,以及在异构分布式数据库中实现信息共享提供了途径。OpenGIS 技术将使 GIS 始终处于一种有组织、开放式的状态,真正成为服务于整个社会的产业以及实现地理信息的全球范围内的共享与互操作,是未来网络环境下 GIS 技术发展的必然趋势。

OpenGIS 是一个开放标准,不过它已经不仅仅在开源世界发挥作用,许多商业软件也支持 OpenGIS 的标准。当然,这里所提到的软件全部都是开源软件。OpenGIS 的目标是,制定一个规范,使得应用系统开发者可以在单一的环境和单一的工作流中,使用分布于网上的任何地理数据和地理处理。与传统的地理信息处理技术相比,基于该规范的 GIS 软件将具有很好的可扩展性、可升级性、可移植性、开放性、互操作性和易用性。

1.1.2 OpenGIS 的特点和作用

1. OpenGIS 的特点

OpenGIS 具有下列特点:

(1) 互操作性

不同地理信息系统软件之间连接、信息交换没有障碍。开放 GIS 在以下方面有更大的可操作性:访问或分配地理数据;为用户提供地理数据处理能力;把地理数据和处理方法集成到可以交互使用的计算体系中;选择合适的操作平台——个人计算机类型、服务器类型、分布式计算机平台类型(CORBA、OLE/COM、DCE 等);为用户配置合适的地理处理工具。

(2) 可扩展性

硬件方面可在不同软件、不同档次的计算机上运行,软件方面增加新的地学空间数据和地学数据处理功能。应用软件开发进行二次开发变得更容易、更灵活:可以开发访问地理数据的软件;可以开发访问地理数据源的软件;可以集成空间和非空间数据为不同的用户定制不同的应用程序;可以选择自己熟悉的二次开发环境;应用软件可以在不同操作平台中运行;重新进行地理编码。

(3) 技术公开性

开放思想主要指对用户公开,公开源代码及规范说明是重要的途径之一。开放 GIS 规范使地理数据处理方法应用在所有网络版 GIS 环境、遥感、控制和限制数据库的 AM/FM

系统、用户界面、网络和数据处理中。权威的计算范例从封闭系统转向开放系统，从孤立转向实时互操作系统，从固定包装的独立应用软件转向配有为更灵活功能组件软件的应用软件环境。

(4) 可移植性

可移植性是指独立于软件、硬件及网络环境，不需修改便可在不同的计算机上运行。

除此之外，还有诸如兼容性、可实现性、协同性等特点。

2. OpenGIS 的作用

开放 GIS 是做什么的呢？开发者用开放 GIS 规范的界面建立系统的过程中要开发一些过渡软件、组件软件以及能处理所有类型地理数据和具有地理数据处理功能的应用软件。这些系统的用户可以共享一个巨型的网络数据空间，数据可以在不同的时间由无关的组织用不同的方法为实现不同的目的而采集，也可以处于早期的控制系统之下。

具有开放 GIS 规范统一界面系统的地理数据可以被其他所有具有开放 GIS 规范统一界面的软件访问。这些界面使标准桌面 PC 机或运行低档开放 GIS 绘图应用软件的手提电脑的用户能够通过制图软件中简单图形选取功能在网上查询远程数据服务器，因为远程数据服务器储存着一些商用的地理数据。这些数据存储在配置有开放 GIS 界面的通用关系数据库管理系统 (RDBMS) 中，一部分数据也许是几年前在 Genasys、Intergraph MGE 或 ESRIARC/INFO 系统中采集的，也可能是一套共用的关系型数据库记录集，用户利用绘图应用软件进行查询时，记录集的地址位置局限在满足用户查询条件的区域，由于客户绘图软件存在着不足，信息在传送过程中可能会丢失一部分，但服务器和客户端应用程序可以把信息处理的大概或详细情况告知用户。

用户还能从远程服务器请求获得地理数据处理服务，一些价格较低的应用软件就可以下载 GIS 功能的工具条，这些工具条可以控制高级的、功能强大的远程 GIS 服务器。在许多分布式地理数据处理应用软件方案中，为了得到一个答案，这些应用软件可以到多个服务器上查询。基于网络的过渡软件对这一功能的实现起着重要的作用。开放 GIS 规范为软件开发者提供了框架，根据这些框架开发的软件可以使它们的用户在一个开放信息技术的基础上通过一般的计算界面就可以访问和处理不同来源的地理数据。

1.1.3 开放模式

开放 GIS 就是网络环境中对不同种类地理数据和地理处理方法的透明访问。开放 GIS 的目的是提供一套具有开放界面规范的通用组件，开发者根据这些规范开发出交互式组件，这些组件可以实现不同种类地理数据和地理处理方法间的透明访问。

从小型产业到全球空间数据基础机构，开放 GIS 协会的 OGIS 工程技术委员会已经制定完成了一系列 OGIS 文献的第一部分，其中《开放 GIS 交互性指南》中全面而深入地阐述了 OGIS，接下来出版的 OGIS 文献将包括高级技术语言，这种语言是一种完全意义上的执行语言，不需要解译。但 OGIS 并非 OGC 的最终对象，《开放 GIS 交互性指南》的出版不是 OGC 的第一个重要里程碑。OGC 的真正功能是在地理信息领域制定一个规范来统一我们的行业，并把这种规范融入到更宽的技术领域和更大的市场中，使它成为全球信息基础机构不可分离的一部分，全球信息基础机构主要是组织世界性活动和解决重要环境和基础

设施问题的机构。类似的工作在其他行业已经取得了成功。

国际竞争不是 OGC 所要解决的问题，OGC 所要解决的是把本行业从信息技术这个大行业中分离出来。长时间以来，GIS 只不过是一个“家庭手工业”，它的很多方面与机械行业在工业革命前的受限情况相似，不过这种情况已经得到了改善。

GIS 软件开发正朝着组件式 GIS 方向发展，因为在 19 世纪和 20 世纪，组件式这一基本原则已经加强了技术上的优势：例如，通过先把一个复杂繁琐的大问题划分为一个个更易解决的小问题，从而成功地进行了工程分析。充分利用现有的零件和材料就可以进行组装制造。一套可行性标准的出台、商品和物质的丰富更使组件式成为了现实。

《开放 GIS 交互性指南》中的一个新概念“信息通信”对 GIS 的普及起着重要的作用。OGIS 的第一版将规范空间属性和几乎所有信息行业所需要的支持。然后，OGIS 将提供一个标准方法，通过这种标准，信息行业可以为在他们学科或行业中使用的空间数据编辑符号，设定开发方法和配置使用权限。也就是说，因为学术评论委员会和专业组织协会提供了符号定义，“基础 OGIS”将会被扩充，学术评论委员会和专业组织协会的职责就是为他们的用户建立符号和编译规则的，这些符号和编译规则将确定“基础 OGIS”和其他学科空间符号的信息行业界面。

1.2 OpenGIS 的发展

1.2.1 国外发展现状

开源 GIS 在国外有了长足的发展，目前已经有开源 GIS 桌面应用软件、开源 GIS 数据库产品、开源 GIS 类库、开源 GIS 组件、WebGIS 产品等，涉及 C、C++、.NET、Java、JavaScript、Python、PHP、VB、Delphi 等语言。并且很多开源 GIS 软件能同时在 Windows 和 Linux 系统上运行。目前，著名的开源 GIS 软件大多来源于国外。OSGeo 现在支持的项目已经有 22 个。许多国际科研机构和大公司都在推动开源 GIS 的发展。著名开源社区 sourceforge.net 上一直活跃着上百个 GIS 相关的项目。正是开源社区的参与者源源不断地为开源 GIS 注入新鲜的血液。

在开源 GIS 应用方面，G. Brent Hall 等研究了利用 Web2.0 和开源软件让大众参与提供地理信息；Daoyi Chen 等评估了开源 GIS 软件在发展中国家水资源管理的应用；Francis 讨论了开源 GIS 的使用问题；Chaeles M. Schweik 等总结了利用 QGIS, GRASS, PostgreSQL/PostGIS 等开源 GIS 软件开设在线地理信息系统课程的感受；Steiniger Stefan 等介绍了开源地理信息工具在景观生态中的应用；Steiniger Stefan 等概述了目前自由和开源桌面 GIS 软件的发展；Bas Vanmeulebrouk 等对基于开源 GIS 的 HIV/AIDS 管理信息系统进行了研究；C. George 等利用开源 Map Window 开发了土壤和水资源评价工具；Andrew J. 结合出版的卡特里娜飓风地图和开源 GIS 软件研究了死亡率和位置的关系；Caldeweyher 等研究了开源 GIS 的 Web 信息交流系统；Kamel Boulos 等研究了利用 MapServer 发布健康专题图并用它连接远程 WMS 资源；Lars Gunnar 等对开源 GIS 在地区健康信息管理系统中的应用进行了研究。上述应用都有力地推动了 OGIS 的发展。

1.2.2 国内发展现状

开源 GIS 软件目前在国内开源界还没有形成代表性的原创作品，主要就是对在国外开源项目应用的研究。近几年的研究内容主要有：

①基于对多种栅格数据支持的 GDAL 库，实现了对影像的多种处理：配准、纠正、仿射变换、各种转换等。

②基于客户端开源 GRASS、OpenLayers 实现了多种业务信息的数据组织、网络服务框架建立、服务发布及用户交互。

③基于 SharpMap 实现了多种业务功能的设计与实现，可以支持多种数据格式，其开源版本有 C# 版本。

④基于 GeoServer、MapServe 实现了后台数据的组织、管理和发布，可以支持当前多种常用的空间数据格式。

⑤基于开源数据库 PostgreSQL、PostGIS，结合业务数据，建立了后台空间数据库，进而为业务应用、服务发布提供数据支撑。

⑥基于可视化三维地球浏览平台 World Wind 实现了三维模型的集成、浏览和发布等，World Wind 可以免费使用 NASA 发布的海量数据。Cesium 是另一个三维可视化开源项目软件，主要是开源 JavaScript 库，可以在 Web 浏览器中创建 2D 和 3D 地图，不需要使用任何的插件，它使用 WebGL 进行硬件图形加速，并且跨平台，跨浏览器，适合用来进行动态数据可视化。

⑦其他开源项目。

由上可以看出，国内在开源 GIS 软件的设计开发方面有了快速的发展，为国内的开源 GIS 生态注入了新的活力。

1.3 OpenGIS 的相关技术

OpenGIS 的出现和兴起，除了受到开源思想的影响，OGC 指定一系列开放 GIS 标准规范和接口外，还受到了一系列技术的推动，如开放 GIS 数据、开源的 GIS 软件以及一些企业或机构提供的开放地图 API，这些技术使得 OpenGIS 得到快速发展。

1.3.1 OpenGIS 数据

数据是 GIS 的“血液”，没有数据的 GIS 是没有生命力的。对于开放 GIS，必不可少的就是开放的 GIS 数据。常见的开放 GIS 数据主要有以下几种：

1. OpenStreetMap

OpenStreetMap (OSM) 是一款由网络大众共同打造的免费开源、可编辑的地图服务，如同地图领域的维基百科，如图 1-1 所示。OpenStreetMap 有点像谷歌自家的 Map Maker 地图制作工具，它是利用公众集体的力量和无偿的贡献来改善地图相关的地理数据。当然，它与谷歌地图的一大不同在于，OSM 是非营利性的，它将数据回馈给社区重新用于其他的产品与服务。近年来，OSM 备受瞩目，多家知名科技品牌弃用谷歌地图转而投入该开源地图平台的怀抱。OSM 的元素主要包括三种：点 (Nodes)、路 (Ways) 和关系

(Relations)，这三种元素构成了整个地图画面。其中，Nodes 定义了空间中点的位置；Ways 定义了线或区域；Relations 定义了元素间的关系，图 1-2 为从 OSM 上导出的北京市区域数据。OpenStreetMap 有以下一些特点：

- ①免费的全球地图数据库；
- ②维基百科式；
- ③用户根据手持 GPS 设备、航空摄影照片、卫星影像、用户本地知识绘制；
- ④导出格式：OSM、Shp 等。图 1-3 为 QGIS 打开 OSM 数据的效果图。



图 1-1 OpenStreetMap 官网(网址：<http://www.openstreetmap.org/>)

OSM extracts for Beijing

OSM extracts for Beijing

Beijing.osm.csv.xz	0.8M
Beijing.osm.garmin-onroad.zip	1.4M
Beijing.osm.garmin-opentopo.zip	5.2M
Beijing.osm.garmin-osm.zip	4.8M
Beijing.osm.gz	10.7M
Beijing.osm.mapsforge-osm.zip	3.4M
Beijing.osm.navit.zip	4.2M
Beijing.osm.opl.xz	7.8M
Beijing.osm.pbf	4.7M
Beijing.osm.shp.zip	9.3M
Beijing.osm.svg-google.zip	2M
Beijing.poly	
CHECKSUM.txt	

help | screenshots | extracts | commercial support

Start bicycle routing for Beijing

图 1-2 导出北京市区域数据