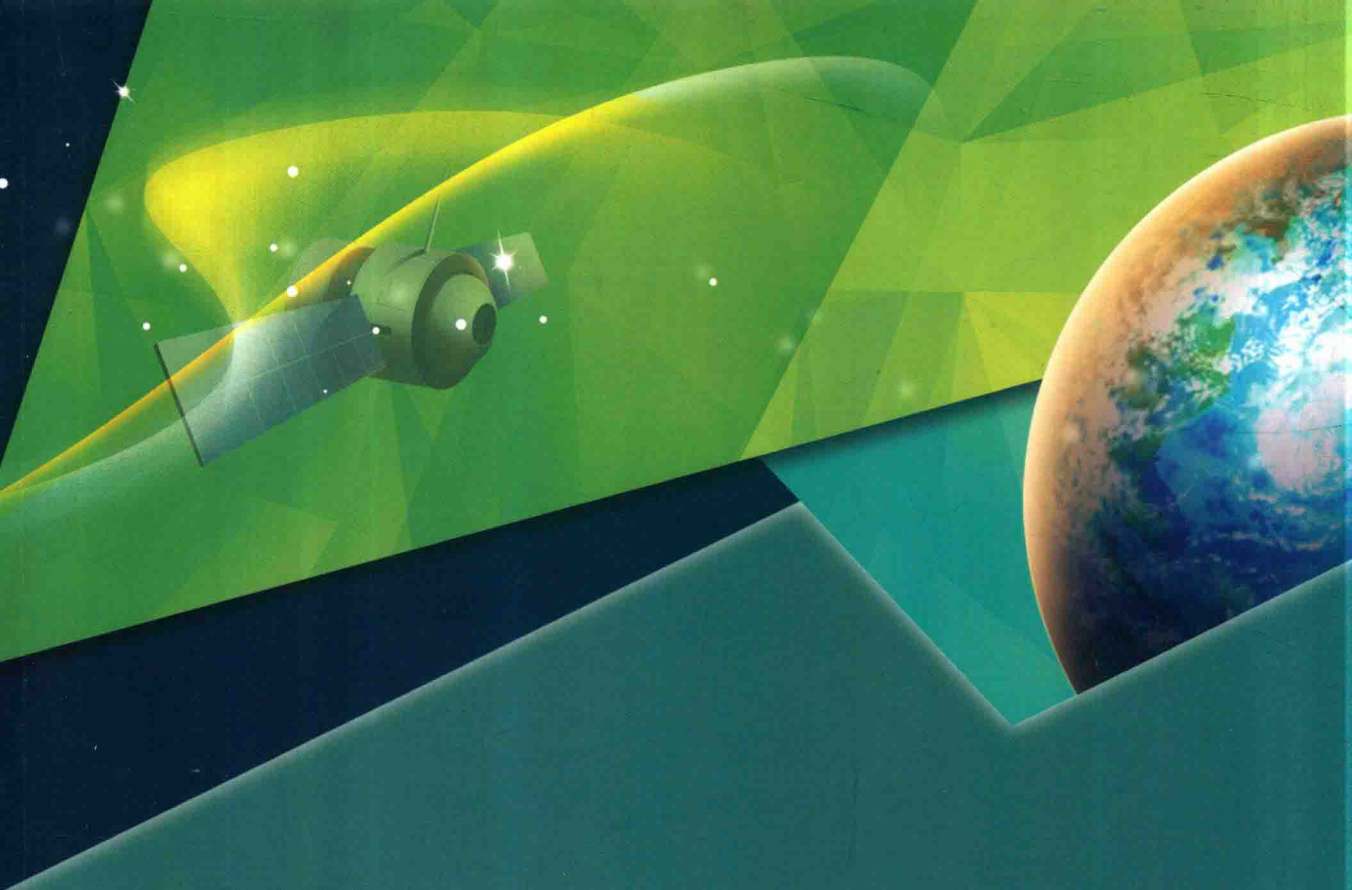




高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材

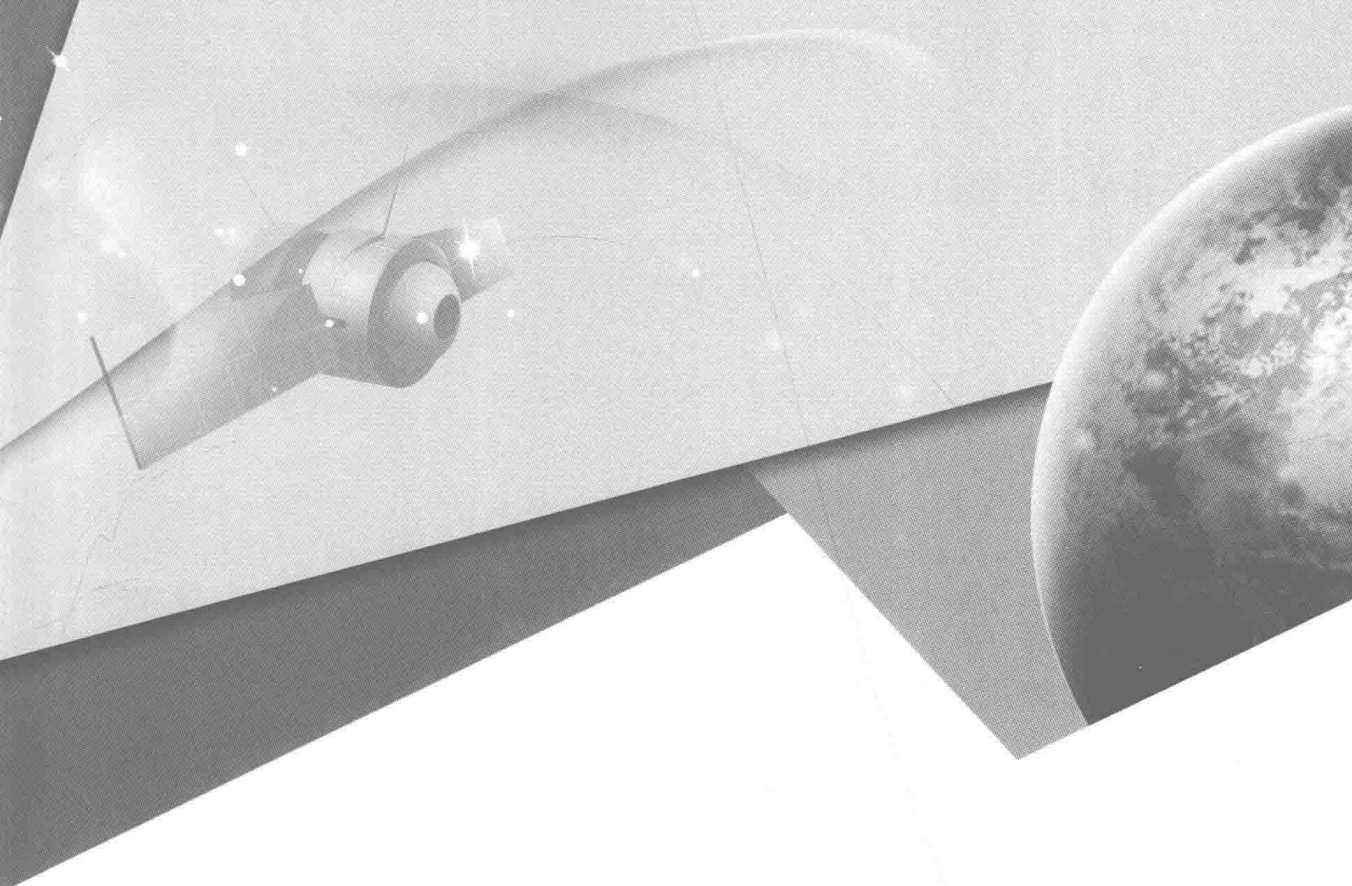
高级GIS开发教程

艾明耀 胡庆武 编著



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

高级GIS开发教程

艾明耀 胡庆武 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 田宏其 胡庆武 胡建一 李 昆 袁修孝

高卫松 贾永红



WUHAN UNIVERSITY PRESS

武汉大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

高级 GIS 开发教程/艾明耀,胡庆武编著. —武汉:武汉大学出版社,
2017. 10

高等学校遥感信息工程实践与创新系列教材

ISBN 978-7-307-19762-6

I. 高… II. ①艾… ②胡… III. 地理信息系统—高等学校—教材
IV. P208.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 247874 号

责任编辑:顾素萍

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:湖北民政印刷厂

开本:787×1092 1/16 印张:17 字数:403 千字 插页:1

版次:2017 年 10 月第 1 版 2017 年 10 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-307-19762-6

定价:38.00 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，是实现“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，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，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

地理信息事业是经济建设、国防建设、社会发展的基础性事业。基于这一定位,长期以来,地理信息相关部门高度重视公益性测绘的建设和发展,大力推动地理信息资源开发利用,较好地履行了地理信息工作对经济社会发展的服务职能。从地理信息应用发展的时间上看,地理信息的发展可以大致分为地理信息系统(Geographic Information System)、地理信息科学(Geographic Information Science)和地理信息服务(Geographic Information Service)三个阶段,但始终都简称为GIS。

我国地理信息产业正处在市场高速扩容的阶段,主要体现在市场不断扩大、公司不断涌现、新产品不断增加。市场主要用户正逐渐从政府部门转变为做LBS(Location Based Service)相关服务的企事业单位,尤其是互联网IT企业,它们以位置为基础和平台,链接其他出行、娱乐、购物、旅游、社交等有关商务信息,构建出一个个新颖的地理信息应用的商业模式。

地理信息服务向综合化发展,使地理信息产业人才不可避免地向复合型发展,地理信息服务方在提供整体解决方案的过程中,会涉及多方面的技术,这些技术之间相互交叉,需要全面熟悉包括测绘、遥感、GIS、GNSS等地理信息技术,并同时掌握物联网、云计算、大数据等相关技术的复合型技术人才。GIS服务应用和开发技术则是其中的基础和核心,是串接专业业务和地理信息的关键。

本书是为普通高等学校地理信息工程相关专业实验教学编写的教材,也可供开展地理信息服务开发和应用的工程技术人员参考。主要讲授地理信息服务开发和应用的基本方法、步骤和实践,共11章,囊括了当前国内常用软件和地图服务平台,包括ArcGIS、超图、腾讯和百度,客户服务端包括桌面、Web端和移动端。本书由课题组的研究生姚远、刘仙雄、孟凡泽、胡达天、赵鹏程、宋晓光、郭琛、唐志雄根据相关课题和项目经验整理编撰,所有代码全部调试通过。第一章由艾明耀编撰,第二章由刘仙雄和姚远整理,第三章由孟凡泽和赵鹏程整理,第四章由孟凡泽整理,第五章由赵鹏程整理,第六章由胡达天编辑整理,第七、第八、第九章由郭琛整理,第十章由刘仙雄和赵鹏程整理,第十一章由唐志雄整理。所有章节的文字梳理、图表和代码整理、编排和统稿工作由艾明耀和胡庆武完成。

本书是“遥感信息工程国家级实验教学示范中心(武汉大学)”、湖北省教学研究项目“地理国情监测专业开放式创新教学体系与平台研究”(项目编号:2015008)、武汉大学2015年实验技术项目“文物多分辨率建模与4D可视化”(项目编号:WHU-2015-SYJS-04),武汉大学2017年遥感信息工程实验教学中心开放实验项目等项目成果,在编写过程中,得到了武汉大学遥感信息工程学院领导和遥感信息工程国家级实验教学示范中心教师们的关心和指导,武汉大学遥感信息工程学院本科和研究生学生在试用讲义时也提出很多宝贵意

见,在此一并表示感谢。

第一章简要介绍了地理信息服务的历史发展及趋势、特点、开发的软件平台以及人才的要求;第二章讲述了如何采用超图桌面 SDK 开发桌面端插件式软件;第三章详细地介绍了标准 GIS 服务的发布和调用以及应用服务的部署,并以 ArcGIS 软件平台为例详细介绍了 Web 端和 Android 端的开发步骤;第四章主要阐述了用百度地图 API 开发 GIS 应用服务的方法和步骤;第五章给出了腾讯地图开发的示例,包括 POI 查询和路径导航服务;第六章描述了开源框架 LeafLet 的体系结构和一个校园地图的服务示例;第七章结合 OpenLayers 讲述了基于 HTML5 的地图服务应用;第八章用 OpenLayers 移动地图服务功能和 Ionic 框架阐述了移动地图 APP 开发的步骤;第九章详细介绍了基于 OSMAndroid 开发的一个室内地图应用;第十章分别描述了腾讯街景地图开发和 Unity 街景应用的方法;第十一章以全景浏览为例介绍了 GIS 云服务部署的方法。本书配套的随书代码可以在网址 http://rsgislab.whu.edu.cn/rsgislab/list_show.asp?id=667 下载。

因编写时间仓促,无论是内容选择还是文字表达方面,一定存在很多的不足,敬请读者批评指正。此外,由于 GIS 技术的飞速发展,GIS 服务应用领域日益扩展,本书中介绍的一些操作步骤会与实际略有差异,相关技术也会日渐落伍,这也激发着我们不断去学习和改进,同时也恳请读者不吝赐教,给予切实的意见和建议。

编者

2017 年 8 月

目 录

第一章 地理信息服务概述.....	1
1.1 从地理信息系统到地理信息服务	1
1.2 地理信息服务的特点和要求	3
1.3 地理信息服务发展趋势	4
1.4 地理信息服务开发：软件 and 平台	5
1.5 地理信息服务对 GIS 开发人员的知识技能要求	7
第二章 插件式桌面 GIS 软件开发	8
2.1 插件式软件框架概述	8
2.2 以超图 SuperMap Objects .NET 搭建一个插件 GIS 框架.....	10
2.2.1 插件式 GIS 框架主体结构	11
2.2.2 主程序 UI 的设计与实现	11
2.2.3 暴露主程序接口	15
2.2.4 插件架构设计	22
2.2.5 插件容器的设计与实现	31
2.2.6 插件解析器的设计与实现	39
2.2.7 使主程序具备识别插件的能力	42
2.2.8 小结	52
2.3 实践	52
2.3.1 开发一个工具栏插件	52
2.3.2 开发一个 Command 插件.....	53
2.3.3 编译并运行程序	56
2.3.4 小结	57
第三章 用标准地图 API 开发网络 GIS 服务.....	58
3.1 地图 API 概述.....	58
3.2 标准 ArcGIS 服务类型	59
3.3 用 ArcGIS Server 开发 GIS 服务.....	59
3.3.1 ArcGIS Server 服务的发布方法	59
3.3.2 ArcGIS Server 服务的调用	63
3.4 客户端开发	65

3.5 移动端开发	68
3.5.1 ArcGIS Runtime SDK 简介	68
3.5.2 ArcGIS 移动地图开发环境搭建	69
3.5.3 ArcGIS 移动地图基本功能	74
3.5.4 ArcGIS 移动地图综合开发实例	80
3.6 部署与开发	87
3.6.1 GIS 服务器的部署	87
3.6.2 Web 服务器的部署	87
3.6.3 Android 应用程序的打包与发布	89
第四章 用百度地图 API 开发 GIS 服务	90
4.1 百度地图 API 概述	91
4.2 申请密钥	91
4.3 使用百度地图 JavaScript API	92
4.4 使用百度地图 Web 服务 API	98
第五章 使用腾讯地图 API 开发应用服务	101
5.1 腾讯地图 API 简介	101
5.2 腾讯地图开发环境搭建	102
5.2.1 开发准备	102
5.2.2 申请 Key	103
5.2.3 工程创建	105
5.2.4 地图 SDK 配置	107
5.2.5 显示地图	108
5.3 腾讯地图基本功能开发	109
5.3.1 地图设置与地图部件	109
5.3.2 地图定位	111
5.3.3 地图图层和地图事件	112
5.4 腾讯地图服务	116
5.4.1 检索服务调用流程	117
5.4.2 POI 检索服务	118
5.4.3 路径查询服务	120
第六章 用开源 LeafLet 开发网络 GIS 服务	123
6.1 开源 LeafLet 概述	123
6.1.1 开源 LeafLet 及其特点	123
6.1.2 开源 LeafLet 体系结构	124
6.1.3 开源 LeafLet 开发环境	124

6.2 开始第一个 LeafLet 开发	126
6.2.1 LeafLet 快速入门指导	126
6.2.2 基于移动端的 LeafLet	134
6.2.3 使用自定义图标的注记	136
6.2.4 使用 GeoJSON 数据	138
6.2.5 交互专题图	143
6.2.6 图层集合和图层控件	149
6.2.7 插件功能	151
6.2.8 总结	153
6.3 用 LeafLet 开发一个校园地图服务	153
6.3.1 数据准备	153
6.3.2 数据可视化	155
6.3.3 添加查询插件	157
第七章 基于 HTML5 的网络地图开发	160
7.1 概述	160
7.1.1 HTML5	160
7.1.2 CSS	161
7.1.3 JavaScript	162
7.1.4 OpenLayers	165
7.2 开始第一个网络地图应用开发	165
7.3 理解 OpenLayers 关键概念	169
7.4 使用 OpenLayers 开发一个室内地图应用	171
第八章 用 OpenLayers 与 Ionic 开发移动地图应用	178
8.1 概述	178
8.2 第一个移动地图 APP	178
8.3 使用 Ionic 设计应用界面	182
8.4 使用各类地图资源	184
8.5 与地图应用交互	187
8.6 丰富移动应用功能	197
8.7 结合 Cesium 构建三维地图	203
第九章 用开源 OSMDroid 开发移动应用	206
9.1 概述	206
9.2 开始第一个移动地图应用	210
9.2.1 开发环境搭建	210
9.2.2 加载在线地图	210

9.2.3	图形绘制	211
9.2.4	离线地图	213
9.2.5	自定义地图数据源	215
9.3	使用 OSMDroid 开发室内地图应用	217
9.3.1	地图显示模块	218
9.3.2	地图操作模块	218
9.3.3	楼层切换模块	222
9.3.4	路径规划模块	223
第十章	街景地图应用开发	224
10.1	街景地图与街景地图服务	224
10.2	腾讯街景地图 SDK 开发	227
10.2.1	开发环境搭建	227
10.2.2	Hello Street View	232
10.2.3	重要的 API 介绍	234
10.3	Unity 引擎开发街景应用	236
10.3.1	Unity 显示全景	236
10.3.2	Unity 全景控制	239
10.3.3	Unity 多平台发布	241
第十一章	GIS 云服务	247
11.1	云服务概述	247
11.1.1	GIS 与云服务结合的必要性和可行性	248
11.1.2	云 GIS 的定义	248
11.1.3	云 GIS 的优势	249
11.1.4	小结	250
11.2	云服务配置与开发	250
11.2.1	全景浏览功能开发	250
11.2.2	部署到 IBM 的 Bluemix	255
参考文献		261

第一章 地理信息服务概述

改革开放以来,我国测绘地理信息事业得到快速发展,特别是随着市场经济体制的建立和完善,以基础测绘为核心的公益性测绘事业得到进一步加强,以地理信息资源开发利用为主体的地理信息产业正在迅猛发展。目前,我国地理信息产业已初具规模,但总体上仍处于起步阶段,产业规模不大,企业竞争力不强,核心关键技术缺乏,高端仪器自主化水平不高,地理信息开发利用不足,安全监管有待加强等问题仍比较突出。同时,随着我国经济社会快速发展、人民生活水平不断提高,全社会对地理信息服务需求急剧增加,迫切要求加快发展地理信息产业,丰富地理信息产品。另外,发达国家对地理信息产业发展高度重视,国际地理信息产业迅速发展,全球地理信息市场竞争加剧。2015年,国务院批复同意《全国基础测绘中长期规划纲要(2015—2030年)》,要求强化科技创新,构建新型基础测绘体系,全面提升测绘地理信息服务能力。到2020年,形成以基础地理信息获取立体化实时化、处理自动化智能化、服务网络化社会化为特征的信息化测绘体系;到2030年,新型基础测绘体系全面建成。2016年,国家测绘地理信息局发布了《测绘地理信息科技发展“十三五”规划》,将开展多源海量综合信息快速集成与融合、分布式多维空间信息高效索引、网络关联地理信息数据挖掘、在线动态地图制图与渲染以及基于众包和自发性地理信息技术的地理信息补充与增值、室内外三维快速建模、大数据环境下的空间知识地图服务等技术研发。开展公益性地理信息数据的管理与发布平台、公益性地图服务产品体系与分发平台研发,推进地理信息公共服务平台建设与应用服务,形成国家智慧政务地理信息融合与智能服务能力。为矿产资源勘查与地质灾害监测、土地资源遥感监测、自然资源综合管理等国土资源领域提供地理信息应用服务研究,为“三深一土”提供测绘地理信息科技支撑。这一系列的规划为地理信息应用指明了长足的发展方向,将促进地理信息更好地服务于经济社会发展。

1.1 从地理信息系统到地理信息服务

地理信息事业是经济建设、国防建设、社会发展的基础性事业。基于这一定位,长期以来,地理信息相关部门高度重视公益性测绘的建设和发展,大力推动地理信息资源开发利用,较好地履行了地理信息工作对经济社会发展的服务职能。从历史发展进程来看,地理信息的发展可以大致分为地理信息系统(Geographic Information System)、地理信息科学(Geographic Information Science)和地理信息服务(Geographic Information Service)三个阶段,但始终都简称为GIS。地理信息系统自20世纪60年代产生以来,至今已发展得相当成熟。作为传统学科与现代技术相结合的产物,地理信息系统正逐渐发展成为一门处理和应用时

间空间数据的现代综合学科和技术。其研究的重点已从原始的算法和数据结构,转移到更加复杂的数据库管理和围绕 GIS 技术使用的问题上,进一步发展为囊括地理信息科学和地理信息的社会化服务。地理信息科学的出现使人们对地理信息的关注从技术层面逐渐转移到理论层面,地理信息服务的出现更使人们对地理信息的关注从理论和技术层面转到社会化和应用层面。

自 19 世纪以来就得到广泛应用的地图(包括地形图和专题图即模拟的图形数据库)与描述地理的文献著作(模拟的属性数据库)相结合,构成了地理信息系统的基本概念模型。但是,这种模拟式的、基于纸张的信息系统和信息过程,使得空间相关数据的存储、管理、量算与分析、应用极为不规范、不方便且效率低下。随着计算机科学的兴起,数字地理信息的管理与使用成为必然。

20 世纪 50 年代,电子技术的发展及其在测量与制图学中的应用,人们便有可能用电子计算机来收集、存储和处理各种与空间和地理分布有关的图形和属性数据。1956 年,奥地利测绘部门首先利用电子计算机建立了地籍数据库,随后这一技术被各国广泛应用于土地测绘与地籍管理。1962 年,加拿大学者探索利用数字计算机处理和分析大量的土地利用数据,尝试建立加拿大地理信息系统(CGIS),以实现地图的叠加、量算等操作;1972 年,CGIS 投入使用。之后,北美和西欧成立了许多与 GIS 有关的组织与机构,极大地促进了地理信息系统知识与技术的传播和推广应用。已故中科院院士陈述彭教授将地理信息系统的发展分为 4 个阶段:20 世纪 60 年代是地理信息系统的开拓期,注重于空间数据的地理学处理,开发了一些地理信息系统软件包;70 年代为地理信息系统的巩固时期,注重于地理信息的管理;80 年代为地理信息系统技术大发展时期,注重空间决策支持分析,地理信息系统应用日益广泛,并得到了各个国家政府的支持,成立了相应的研究机构;90 年代是地理信息系统的用户时代,一方面地理信息系统成为许多部门的必备工具,另一方面社会对地理信息系统的认可度更高,使其应用更广泛和深入,成为现代社会的基本服务系统。进入 21 世纪,随着遥感、全球定位系统、地理信息系统和国际互联网等现代信息技术的发展及其相互间的渗透,逐渐形成了以地理信息系统为核心的集成化技术系统。

伴随着地理信息系统发展,地理信息的获取与传输技术,如卫星遥感、全球定位技术、网络技术也获得了极大发展。虚拟现实技术等出现,使得地理信息的表达更加符合人的认知特点,因而也促进了地理信息技术的发展和应用推广。

1992 年,国外一些科学家提出了地理信息科学的概念。地理信息科学的提出是地理信息系统以及相关空间信息技术的发展、集成和应用的必然结果。

地理信息科学的研究内容,可以概括为理论、技术和应用三个层次。主要包括:如何概念化地理世界;地理世界的构成如何影响人们对地理空间的理解;如何获取(测量)地理概念、如何在野外或利用遥感信息来识别它们以及识别的精度和质量如何;在数字环境下,同一系统中具备的是不完全的信息和多种数据模型,以及同一现象可能具有不同的表示(多重表示)时,如何表达地理概念;在数据共享、文件传输和数据存取过程中,如何以尽可能少的信息损失来存储、存取、变换地理概念;如何应用恰当的分析方法,自然与人文处理模型来解释地理现象;地理信息技术在人文科学中如何帮助揭示和约束空间理解与解释;如何可视化地理概念;如何利用地理概念来推理地理现象、基于空间位置进行决策

以及谋求有关地理布局(格局)和现象的解释等。

地理信息服务是在地理信息系统的发展进入网络时代后产生的,地理信息服务的形式从地理信息分发、地理信息共享到分布式地理信息服务,其发展可归纳为三个阶段。

第一阶段为地理信息服务的初级阶段(1996年以前)。这一阶段的地理信息服务表现为地理信息发布,仅仅是单纯的地图服务。第二阶段为地理信息服务的发展阶段(1996年至2001年)。在这一阶段,网络技术迅猛发展,客户机和服务器体系进一步完善,地理信息服务表现为地理信息共享。各大GIS厂商将GIS与Web浏览器紧密结合在一起,推出了大量的地理信息共享平台软件。第三阶段为地理信息服务的迅猛发展阶段(2001年至今)。在这一阶段,随着Web服务概念及其软件架构(SOA)观念的兴起,地理信息服务实现了真正意义上的分布式地理信息服务。

1.2 地理信息服务的特点和要求

目前,地理信息应用正走向网络化、社会化,GIS正在从本专业技术领域走向社会化地理信息服务。GIS将与网络、通信和计算机相关的平台结合,与相关专业深入紧密结合,为需要地理位置信息者提供服务。地理信息技术应用的新特点主要有两个方面,一是专业应用,二是个体信息服务。

当前应用型GIS的建设,以管理和业务流程为核心,将GIS功能融入管理和业务之中,实现基于GIS业务和管理一体化,使空间信息和其他各类信息统一管理,更加方便专业应用。GIS与RS和GPS等的结合早已是业界的热门话题,而GIS与虚拟现实技术、语音控制、CAD以及室内定位技术等的结合,以及Internet GIS、微型嵌入式GIS和移动式GIS(Mobile GIS),将为GIS应用提供新的应用场景。如基于地理信息系统的工商企业信息服务中,将市场主体信息与电子地图进行叠加,实现了市场主体与电子地图的完美结合。借助地图丰富地理信息数据,将地图信息与市场主体的登记信息、信用信息进行了关联,在地图上除了能准确找到市场主体的位置(特别是先照后证改革后,有关监管部门可以精准确定监管对象的位置,及时开展事中事后监管),还能对市场主体的登记、信用信息进行关联展示,在地图上就可以了解市场主体的全部情况,具有很强的空间感和临场感。在电子地图上,工商信息系统可以多维度对市场主体的分布情况进行展示,系统提供了行业分类、投资规模、成立年限、经营范围、登记机关、信用状态等多种检索方式,可以方便地将任一区域的市场主体按照监管部门的分类需要在地图上进行展示。如安监局可以看到辖区内加油站的分布情况和详细信息,食药局则可以看到同时从事食品经营的加油站的分布情况和详细信息。监管部门通过这个功能可以全面清晰地了解市场主体的行业布局、监管对象的分布,对合理培育市场、制定监管计划、调配监管执法力量有非常好的帮助。

面向个体的信息服务,与以前的政府机构所拥有的信息有巨大的不同,这种信息服务更加多样化,也更加丰富。地理信息包括遥感、定位导航和地理信息服务。通过地理信息技术和物联网以及云计算技术的融合,以多通道(虚实结合)感知、多维动态表达、多方知识共享与协同工作为特点的虚拟地理环境,将成为新一代地理信息分析平台。这一新的发展趋势,也催生了诸多新的应用模式。如百度地图和高德地图具有二维地图、三维实景图

片、街景地图、室内地图、卫星地图等多种表现形式,还可以将位置和实时路况结合起来,并据此开发出躲避拥堵功能,帮助用户走更畅通的道路。在2014年互联网产业年会上高德副总裁郄建军指出,地图不再是一个出行的工具,而是已经变成生活的助手。“我们日常生活中的吃喝玩乐、衣食住行等相关商业机构都在地图上,地图天然就是一个承载着各类生活服务的平台,所以地图从原来简单的导航工具,变成生活服务的助手,也是非常自然的过程。”

《全国基础测绘中长期规划纲要(2015—2030年)》,对地理信息服务进行了部署和安排,标志着测绘地理信息从传统的基础地理信息数据生产提供进入以综合地理信息服务为主要目标、由“幕后”走到“台前”的转型发展阶段。

1.3 地理信息服务发展趋势

我国地理信息产业正处在市场高速扩容的阶段,主要体现在市场不断扩大、公司不断涌现、新产品不断增加。现阶段,我国GIS市场具有两大特点:一是政府部门仍是今后相当长一段时间内GIS市场的应用主题,政府部门GIS应用和一系列鼓励发展高科技的政策将极大地推动GIS的发展;二是非传统GIS应用将成为市场新的增长点,GIS将向更多的新领域拓展。近年来,数字城市正在付诸实践,GIS作为一门空间处理技术,在数字城市、智慧城市建设中起着极其重要的作用。同时,在国家启动的电子政务建设中,GIS技术是其中的一项重要技术。随着智慧城市和电子政务工作的开展,地理信息产业将会快速发展。同时,国家的高新技术发展政策将极力推动地理信息产业的发展,发展GIS平台是863计划的重要工作,在“十二五”期间,国家大力扶持了GIS平台及相关软件和大型工程项目应用。GIS正在融入IT技术的主流,成为IT技术的重要组成部分,GIS为IT技术提供空间信息处理功能,将深化IT的应用,极大推动GIS的社会化和商业化应用。无论是城市规划、土地管理,还是交通管理,传统GIS都是以地图为核心的,而新型GIS的建设,则以管理为核心,将GIS功能融入OA之中,实现GIS与OA的一体化,使空间信息和其他各类信息统一管理,更加方便应用。GIS与虚拟现实技术、语音控制、CAD以及室内定位技术等结合,以及WebGIS、微型嵌入式GIS和移动式GIS(Mobile GIS),将为GIS应用提供新的应用环境。

由遥感技术、地理信息系统技术和全球定位系统技术为基础形成的地理信息产品已经在许多领域有了广泛应用的需求,培育着一个潜力巨大的地理信息市场,推动着地理信息产业的发展。地理信息产业的发展是信息时代新的经济增长点,也是国家实力的重要表现。其发展有助于将相应的科技成果向现实生产力转化,进而在自身得以系统持续发展的同时推动经济的增长。

当前,随着信息技术的发展,许多大型IT企业涉入地理信息市场,提供网络地理信息服务,其应用模式是将互联网地图作为搜索入口,提供位置和导航服务,通过位置链接其他出行、娱乐、购物、旅游、社交等有关商务信息。其商务模式是IT企业免费向公众提供地理信息服务,再通过游戏、广告、音乐服务等其他业务变现,地理信息通过其他商业信息间接实现价值。由于提供位置服务免费,涉入地理信息市场的企业多为实力雄厚的大型

IT 企业, 公众为潜在客户。大数据时代, 各类地理大数据的集成, 以及地理大数据与其他大数据的集成会更加紧密, 地理大数据的数据化将直接创造商业价值, 不需要通过其他业务变现, 可将更多的网络潜在客户直接变成客户, 市场规模将迅速扩大。不管是大数据提供商和服务商, 还是地理信息及技术和服务提供商都可以通过集成地理信息和其他大数据直接实现商业价值。

大数据时代, 地理大数据的数据化将产生巨大的市场价值。地理数据与其他数据不同, 不仅包含拓扑、距离、方向等空间信息, 还具有空间自相关性, 一旦与其他大数据集成, 可以揭示出许多具有价值的信息。维克托·迈尔-舍恩伯格指出, “位置信息一旦被数据化, 新的用途就犹如雨后春笋般涌现出来, 而新价值也会随之不断催生。”“实时位置信息在大数据时代将越来越多地被第三方用于提供新的服务。”“收集用户地理位置数据的能力已经变得极其具有价值。”“通过掌握大量的位置数据, 就可以根据手机用户所居住的地点和要去的地方的预测数据, 为用户提供定制广告。而且, 这些信息汇集起来可能会揭示事情的发展趋势。”大数据时代, 地理大数据的商业价值将迅速提升。据麦肯锡估计, 在个人位置信息方面, 大数据将为服务商带来超过 1 000 亿美元的收入, 为用户带来超过 7 000 亿美元的价值。

大数据时代, 地理信息市场将迅速扩大。地理大数据将融入到其他众多领域的大数据中, 从事地理大数据收集、管理、分析和挖掘的企业数量将不断增多。地理信息应用领域会迅速扩展, 除了与空间位置直接相关的交通出行、旅游、规划等应用, 与空间位置间接相关的应用, 如基于空间位置的保险收费、商业选址、客户行为分析等领域, 都将得到迅速扩展。目前, 基于地理信息大数据的商业分析在发达经济体已经非常普及, 宜家家居、麦当劳、星巴克等大型企业专门成立了商业地理分析团队, 指导其在中国的店铺选址。基于地理大数据的各种应用层出不穷, 将为地理信息市场迎来新的空间。

1.4 地理信息服务开发：软件 and 平台

长期以来测绘地理部门主要以离线方式向广大用户提供纸质地图和基础地理数据, 无法满足防灾减灾、突发事件处置等应用对地理信息快速获取与集成应用的需求。此外, 以往不少政府机构、专业部门、企业在获取基础地理信息数据之后, 还要进行较为复杂的集成处理, 致使其业务化应用系统建设的周期长、成本高、技术复杂。为此, 越来越多的用户希望测绘部门转变传统的地理信息服务方式, 提供“一站式”在线地理信息服务和便捷高效的二次开发接口, 以切实地加快跨区域多尺度地理信息集成服务能力, 降低专业应用系统构建的技术难度与经济成本, 有效地提高地理信息应用的能力和水平, 促进地理信息更加深入广泛地应用。

地理信息服务包括向政府、公众提供地图浏览、地名查询定位、专题信息加载、空间分析等服务, 并向专业部门和企业提供标准服务接口, 支持其基于平台资源开发专业应用系统。按照面向服务架构(SOA) 的基本思想和方法, 地理信息服务设计需要考虑服务使用方、服务提供方和服务中介三个基本角色。服务使用方是指直接使用在线地理信息服务的各类普通用户和通过标准接口调用服务的各类专业系统开发人员; 服务提供方是参与平台

建设并提供在线服务的各类地理信息服务机构，负责处理各类地理信息数据资源并建立和运行各类具有标准接口的在线服务系统；服务中介是负责服务注册中心和门户网站的部署、运行和维护的机构，由平台的运行管理机构担当。地理信息服务系统一般由 4 个主要部分组成，包括门户网站系统、支持系列互操作接口规范的地理信息服务基础软件、平台管理软件及二次开发接口库，如图 1.1 所示。

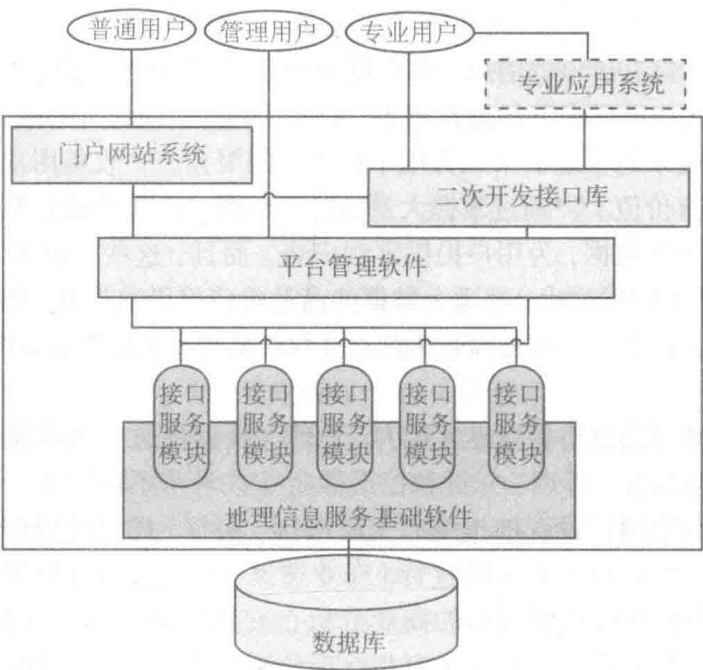


图 1.1 地理信息服务架构

- (1) 门户网站系统：为不同角色用户提供访问平台功能的入口，实现包括地图浏览、地名查找、地址定位、地名标绘、空间查询、数据查询选取、数据提取与下载等功能。
- (2) 二次开发接口库：为专业用户提供调用平台各类服务的浏览器端/客户端的二次开发函数库，实现对地理信息服务基础软件各类功能的封装。
- (3) 地理信息服务基础软件：实现地理信息数据的组织管理、符号化处理、地理信息查询分析、数据提取等功能，并可通过符合 OGC 规范的互操作接口进行调用。
- (4) 平台管理软件：实现服务的注册、查询、组合、状态监测、评价，以及对用户认证、授权管理。

最近 10 多年来，在国家高新技术研究与发展计划、国家重大基础研究计划、国家自然科学基金、科技支撑、基础条件平台等国家科研与产业化计划的支持下，我国地理信息科学与技术取得了长足的发展，地理信息科学理论与方法不断深化，GIS 基础软件与应用软件蓬勃发展，GIS 应用不断拓展，地理信息服务蒸蒸日上。我国 GIS 整体发展已进入国际先进行列。GIS 软件是现代地理信息产业的重要组成和核心基础软件。早在 20 世纪 80 年代，国际上有 20 多款 GIS 的基础软件，但经过 50 多年的发展，ArcGIS 成为国际上处于垄断地位的基础软件。最近 20 年，我国的 GIS 技术得到巨大发展，研发出 SuperMap、

MapGIS、BeyonDB、GeoBean、GeoGlobe、Titan 等自主品牌的基础软件,国内市场占有率超过 60%, SuperMap 和 MapGIS 也开始进入国际市场,形成了与国际品牌软件竞争的新态势。新一代 GIS 软件的核心技术得到突破,网格 GIS、三维 GIS 等核心技术取得突破。开源软件中 QGIS,是开源类 GIS 集大成者,几乎主流的 GIS 类开源模块都被吸纳其中,功能全面。

1.5 地理信息服务对 GIS 开发人员的知识技能要求

地理信息服务向综合化发展,使地理信息产业人才不可避免地向复合型发展,地理信息服务方在提供整体解决方案的过程中,会涉及多方面的技术,这些技术之间相互交叉,需要全面熟悉包括测绘、遥感、GIS、GNSS 等地理信息技术并同时掌握物联网、云计算、大数据等相关技术的综合型技术人才。比如,随着遥感技术的快速发展,原来从事传统野外测绘的技术人员,现在还需要掌握遥感数据处理技能,今后还将掌握更多基于物联网、云计算、互联网技术的地理信息服务技术。随着大数据时代地理信息应用的深入,各类应用型人才亟须增加,需要熟悉行业特性,了解行业应用模型,能够发掘并提供行业深度需求的人才。此外,创意型人才也将成为重要需求。当前乃至未来一段时间,地理信息应用将只受想象力限制,创意型人才才能创造需求,开辟市场,将成为地理大数据时代的弄潮儿!

由于行业发展的历史原因,国外顶尖的计算机人才很少从事地理信息行业,这是地理信息行业发展比较缓慢的原因之一。而在中国,按照目前的教育专业设置和学科对地理信息的认识程度,实现跨学科人才培养也存在一定的难度。我国地理信息科技人才培养中的结构性问题,制约了我国地理信息产业的发展。其主要原因主要表现在我们教学内容的缺失与训练方式的偏差上。

一方面,在我国不少高校的地理信息专业的教学中,“地理”知识缺乏,学生无法联系地理知识去采用地理信息技术检测地理环境的变化,而学过 GIS 课程的学生,不知道如何去设计有关的 GIS 应用平台,造成他们到政府部门和有关地理信息服务公司参加工作时起步困难。而另一方面,我国自上而下的专业设置有可能发挥优势。只要在顶尖的计算机、通信、自动化学科适当开设地理信息相关的课程,通过市场机制引导一部分最优秀的技术和管理人才进入该行业,我国就有可能领先世界。

此外,完善高校测绘和地理信息相关专业的课程设置,在突出专业特色的同时,全面开设测绘、GIS、遥感和卫星导航定位等有关课程,同时增加地统计分析、经济地理、人文地理等课程设置,提升专业技术人才的地理数据分析和挖掘能力,培养专业型技术人才。鼓励测绘与地理信息有关专业的学生选修大数据处理、挖掘技术、时空分析、地理信息服务开发等有关课程。鼓励地理信息服务开发、各行业应用有关专业的学生选修测绘和地理信息专业有关的课程,不断加强学科之间、专业之间的交叉融合。促进地理信息领域与相关领域的人才交流。鼓励测绘地理信息类重点实验室、工程技术研究中心、企业等开展有关地理信息服务应用的有关项目研究和人才培养。鼓励平台型企业开展地理服务应用有关的大学生比赛,促进人才成长。