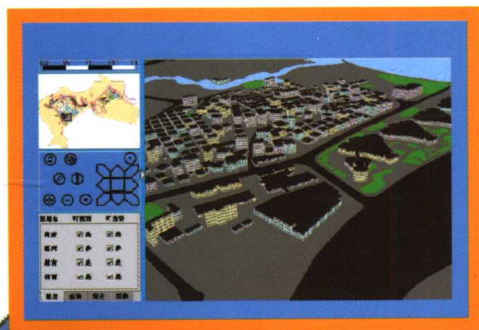


网络地理信息系统

颜辉武 吴 涛 王方雄 编著



测绘出版社

P208/83

2007

网络地理信息系统

颜辉武 吴 涛 王方雄 编著

测绘出版社

内 容 提 要

本书主要介绍网络地理信息系统的相关理论知识、技术应用及其发展前沿。全书共分为上、中、下三篇:上篇由七章组成,分别从定义、组成、分类、特征、功能与运用等方面介绍了网络地理信息系统的基础知识,并系统地阐述了网络地理信息系统的体系结构、构建技术及其实现的关键技术、分布式空间数据的管理与集成和网络空间数据可视化的基本知识,同时对移动地理信息系统的相关基础知识也进行了论述;中篇分四章,从各个视角较为全面地对当今主流网络地理信息系统软件进行了介绍,并按其开发方式所属类别的不同阐明了基于 Plug-In, ActiveX 和 Java Applet 此 3 类方式所开发的各类网络地理信息系统平台的功能、体系结构和详细设计,同时公开了其部分源代码,以供读者参考和调试;下篇共两章,系统地阐述了空间信息服务和网络空间信息服务的概念、体系结构、技术要点和实例。

本书可作为高等院校和科研机构地理信息系统专业及相关专业本科生和研究生教材,同时也可作为从事网络地理信息系统、移动地理信息系统和空间信息服务系统的设计、开发人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

网络地理信息系统/颜辉武,吴涛,王方雄编著. —北京:测绘出版社,2007.6

ISBN 978-7-5030-1705-6

I. 网… II. ①颜…②吴…③王… III. 计算机网络-应用-地理信息系统 IV. P208-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 086954 号

测 绘 出 版 社 出版发行

(地址:北京市白纸坊西街 3 号 邮编:100054)

湖北地矿印业有限公司印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:19.5 字数:500 千字

2007 年 6 月第 1 版 2007 年 6 月第 1 次印刷

印数:1-3000 册 定价:45.00 元

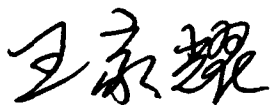
序

地球空间信息技术是当今世界上最为重要的三大新兴技术之一,作为其核心内容的地理信息系统是空间数据分析、集成和可视化最成功的技术。20世纪90年代以来,在信息技术日新月异、网络技术突飞猛进的同时,GIS在理论探索、行业应用和教育培训领域也都取得了飞速的发展。网络GIS作为GIS的网络化新发展,运行平台从集中式到分布式,从局域网到广域网,从Internet到移动Internet,改变着GIS的服务方式、应用规模和用户群体。网络GIS是GIS与网络技术融合发展的产物,历经十余年的发展,在体系结构、实现技术、数据管理、可视化、系统设计和应用等方面取得了一系列的研究与应用成果,但在基础理论与技术方面还有许多不尽如人意的地方,值得进一步探讨和研究。

颜辉武、吴涛、王方雄等几位同志结合多年的教学、科研和工程项目实践经验,以网络GIS的基础理论与技术为中心,系统地总结了当前国内外已取得的研究成果,紧跟当前国际最新研究动态,从实用的角度出发,编写了这部《网络地理信息系统》,非常令人欣喜和鼓舞。

纵观全书,它以网络GIS的理论、技术、应用及新进展为主线,内容丰富、体系完整、结构清晰。从基础理论上讲,该书系统地论述了网络GIS的概念、体系结构、构建技术、空间数据管理与集成技术、网络空间信息可视化技术以及空间数据仓库、空间数据压缩、数据库连接池、负载均衡与网络安全等关键技术;从应用实践上讲,本书以简要介绍当前主流的网络GIS软件平台为基础,系统地阐述了基于Flash的网络电子地图发布系统、基于ArcIMS的水质网络动态监控与查询信息系统、基于Java的网络电子地图与虚拟三维场景集成系统等三个网络GIS工程实例的系统功能、体系结构、系统设计与源码实现;从新进展上讲,本书独创性地论述了网络GIS的最新发展动态——基于Web服务的空间信息服务和基于网格计算的空间信息服务的概念、理论及应用示例,系统地阐述了空间信息服务的体系结构、服务框架、服务协议栈、关键技术等前沿性的研究内容。

该书不仅可以作为地理信息系统及相关专业的高年级本科生、研究生的教材,也可以作为GIS工程技术人员、企事业单位网络GIS应用系统设计与管理维护人员的参考用书。希望作者继续广泛收集国内外的相关资料,紧密跟踪网络GIS的新技术、新方法、新应用领域、新发展前沿,不断取得新的研究成果,在后续再版中不断地充实和完善该书的内容体系。我相信,该书将会成为GIS领域内优秀的教材和参考书。



二〇〇六年十一月

前言

地理信息系统(Geographic Information System, GIS)从产生至今四十多年来,已逐步建立起较为完善的理论框架和技术体系,在政治、经济、国防、城市规划、交通运输、环境保护与监测等重要领域得到了广泛应用,其用户群也从专业技术人员逐步扩展到政府部门、科研教育单位、企业用户甚至社会公众,并呈现出产业化和社会化的趋势,和人们的生活息息相关。

20世纪90年代以来,计算机网络技术的迅猛发展让人们见证了信息创造社会财富的可能性和可行性,各类信息的处理、共享、分发和利用已成为信息社会中的主旋律。与此同时,国民经济高速而持续的发展也对地理空间信息数据的共享和服务提出了更高的要求。空间信息作为信息的一种特殊形式,与其他网络中所传输的信息一样,有基本共性,但从自身构成、表现形式和功能特点上又有其特殊性。纵览网络地理信息系统十多年来的发展历程和现状可见,各类开发方式与技术层出不穷,新的发展方向不断涌现。鉴此,完全有必要在掌握充足资料的情形下从理论上进行整理与提升、归纳和总结,在技术上结合开发项目进行实例阐述,并且对新的发展方向进行表述,让读者从理论、应用和发展等方面对网络地理信息系统的内涵与外延进行全方位的把握。

全书共分十三章。第一章回顾了网络地理信息系统的发展历程,并就其定义进行了界定,同时从组成、特征、功能和应用等方面对网络地理信息系统的基础知识进行了阐述;第二章介绍了网络地理信息系统的体系负载分配与结构模式以及3类网络地理信息的分布式平台计算技术;第三章阐述了4类(CGI, Plug-In, ActiveX 和 Java Applet/Servlet)网络地理信息系统构建技术的相关知识;第四章阐述了空间信息数据库的发展、组织与管理以及分布式空间数据库的共享和互操作,同时对分布式空间数据库的相关知识进行了介绍;第五章对3种(GML, SVG 和 X3D)网络空间数据可视化技术进行了重点阐述;第六章对5类(空间数据仓库、空间数据压缩技术、数据库连接池技术、负载均衡技术和网络安全技术)网络地理信息系统开发的关键技术进行了论述;第七章介绍了移动地理信息系统的概念、关键技术、解决方案、应用模式和应用实例;第八章对当前主流的7种(ArcIMS, MapGuide, GeoMedia, MapXtreme, GeoSurf, GeoBeans 和 SuperMap IS)网络地理信息系统软件产品的体系结构、功能和特点进行了对比阐述;第九章介绍了基于Flash的网络电子地图发布系统的功能、体系结构、详细设计和部分系统源代码;第十章介绍了基于ArcIMS的水质网络动态监控与查询系统的功能、体系结构、详细设计和部分系统源代码;第十一章介绍了基于Java的网络电子地图与三维场景集成系统的功能、体系结构、详细设计和部分系统源代码;第十二章推介了空间信息服务的概念、体系结构、服务框架、服务协议栈及其应用实例;第十三章推介了网络空间信息服务的概念、体系结构、空间元数据目录服务、元服务框架和原型实例。

本书由颜辉武、吴涛、王方雄编著,参加编写的人员还有:冯艳杰、单玉红、李程、杨鹏、王紫、侯英姿,全书由吴涛、王方雄审稿,并由颜辉武统稿、修订;书中的文字校订由朱玉娟和黄柳燕完成,插图由汪英武和计伟绘制完成。在此书的编写过程中,解放军信息工程大学王家耀院士提出了许多宝贵的建议,同时还得到武汉大学资源与环境科学学院的费立凡教授和马晨

燕老师的大力帮助,清华大学深圳研究生院的戚铭尧老师也给予了大力支持,在此表示由衷的感谢。在编写的过程中,我们参考且引用了其他作者的思想,在此对相关作者表示衷心的感谢。

由于网络地理信息系统理论与技术更新发展迅速,加之作者学识水平有限,书中尚存许多不足之处,敬请同行专家和读者批评指正。

作 者
二〇〇六年六月

目 录

◇ 上篇 网络地理信息系统基础

第一章 网络地理信息系统概述	1
1.1 网络地理信息系统的发展	1
1.1.1 网络地理信息系统的产生	1
1.1.2 网络地理信息系统的发展现状	6
1.1.3 网络地理信息系统的发展趋势	11
1.2 网络地理信息系统的定义	18
1.3 网络地理信息系统的组成	19
1.4 网络地理信息系统的分类	21
1.5 网络地理信息系统的特征	24
1.6 网络地理信息系统的功能	25
1.7 网络地理信息系统的应用	26
1.7.1 政府应用	26
1.7.2 企业应用	27
1.7.3 公众应用	27
第二章 网络地理信息系统的体系结构	29
2.1 网络 GIS 体系的负载分配和结构模式	30
2.1.1 网络 GIS 体系的负载分配模式	30
2.1.2 网络 GIS 的体系结构	31
2.2 网络地理信息的分布式平台计算技术	36
2.2.1 OMG 的 CORBA 体系	37
2.2.2 微软公司的 DNA	39
2.2.3 基于 J2EE 的分布式网络 GIS 体系结构	40
2.2.4 3 种分布式平台计算技术比较	42
第三章 网络地理信息系统的构建技术	45
3.1 网络 GIS 的实现技术概述	45
3.1.1 客户端实现技术	45
3.1.2 服务器端实现技术	46
3.2 CGI 技术和 Server API 方法	47
3.2.1 CGI 技术	47
3.2.2 Server API 方法	49

3.2.3 CGI 技术和 Server API 方法的不足	49
3.3 插件(Plug-In)方式	50
3.3.1 Plug-In 概述	50
3.3.2 GIS 插件的工作原理与模式	50
3.3.3 GIS 插件方式的优缺点	51
3.3.4 基于插件方式的网络 GIS 软件示例	52
3.4 ActiveX 技术	52
3.4.1 ActiveX 技术概述	53
3.4.2 ActiveX 技术与 GIS 控件	54
3.4.3 基于 ActiveX 组件的网络 GIS 服务器	54
3.4.4 客户端 GIS ActiveX 控件技术	56
3.5 Java Applet/Servlet 方法	58
3.5.1 基于 Java 平台的网络 GIS 架构	59
3.5.2 Java Applet 技术	60
3.5.3 Java Servlet 技术(基于 Java 的网络 GIS 服务器)	63
3.5.4 基于 Java 的网络 GIS 软件	64
3.6 4 种方式的比较	64
第四章 分布式空间数据的管理与集成	68
4.1 空间数据管理技术的发展	68
4.1.1 文件管理模式	69
4.1.2 文件/关系型数据库管理模式	69
4.1.3 全关系型数据库管理模式	70
4.1.4 面向对象空间数据库管理模式	70
4.2 空间数据库的组织与管理	71
4.2.1 空间数据库	71
4.2.2 空间数据模型	73
4.2.3 矢量空间数据库	74
4.2.4 栅格空间数据库	75
4.3 分布式空间数据的共享与互操作	77
4.3.1 分布式空间数据的特点	77
4.3.2 空间数据的共享与互操作	78
4.4 分布式空间数据库	80
4.4.1 分布式空间数据库的特点	80
4.4.2 分布式空间数据库的体系结构	82
4.4.3 基于分布式空间数据库的空间数据管理	82
4.4.4 分布式空间数据库的集成模型	84
4.4.5 分布式异构海量数据集成的关键技术	84
第五章 网络空间信息可视化	88
5.1 空间信息可视化	88
5.1.1 基本概念	88

5.1.2 基于 XML 的空间信息可视化	89
5.2 GML 编码	90
5.2.1 GML 编码概述	90
5.2.2 GML 编码的体系结构	92
5.2.3 基于 GML 编码的空间信息表达	95
5.3 SVG 规范	100
5.3.1 SVG 规范概述	100
5.3.2 基于 SVG 规范的可视化表达	103
5.4 X3D 标准	109
5.4.1 X3D 标准概述	109
5.4.2 基于 X3D 标准的可视化表达	112
5.4.3 X3D 标准的发展展望	112
第六章 网络地理信息系统的关键技术	114
6.1 空间数据仓库	114
6.1.1 空间数据仓库的概念	114
6.1.2 空间数据仓库的特征	115
6.1.3 空间数据分布策略	116
6.2 空间数据压缩技术	117
6.2.1 栅格数据压缩	117
6.2.2 矢量数据压缩	119
6.3 数据库连接池技术	121
6.3.1 数据库连接池技术概述	121
6.3.2 静态连接池技术与动态连接池技术	122
6.3.3 基于 JDBC 的连接池实现技术	123
6.4 负载均衡技术	124
6.4.1 负载均衡的分类	125
6.4.2 影响负载均衡的因素	125
6.4.3 负载均衡的方法	126
6.4.4 负载均衡的产品	128
6.5 网络安全技术	131
6.5.1 Internet 中存在的威胁	131
6.5.2 密码学及公开密钥基础设施	131
6.5.3 网络安全服务	134
6.5.4 网络安全机制	135
6.5.5 系统安全	135
6.5.6 Web 安全	136
第七章 移动地理信息系统	138
7.1 移动地理信息系统概述	138
7.1.1 移动地理信息系统的概念	139
7.1.2 移动地理信息系统的发展历程	139

7.1.3 移动地理信息系统的体系结构	141
7.1.4 移动地理信息系统的主要特点	143
7.1.5 移动地理信息系统的应用领域	144
7.2 移动地理信息系统的关键技术	147
7.2.1 移动接入技术	147
7.2.2 移动访问技术	149
7.2.3 移动定位技术	153
7.3 解决方案	158
7.3.1 OpenLS	158
7.3.2 ArcLocation	161
7.3.3 Oracle9iAS Wireless	162
7.4 应用模式	164
7.4.1 基于 SMS/MMS 的应用模式	164
7.4.2 基于 WAP 的应用模式	165
7.4.3 基于移动 IP 的应用模式	165
7.4.4 基于终端的应用模式	166
7.5 应用实例	167
7.5.1 智能交通系统的体系结构	167
7.5.2 智能交通系统的功能	168

◇ 中篇 网络地理信息系统应用实例

第八章 主流网络地理信息系统软件产品介绍	171
8.1 ArcIMS	171
8.1.1 ArcIMS 的体系结构	171
8.1.2 ArcIMS 的主要功能	172
8.1.3 ArcIMS 的特点	173
8.2 MapGuide	173
8.2.1 MapGuide 的体系结构	173
8.2.2 MapGuide 的主要功能	174
8.2.3 MapGuide 的主要特点	174
8.3 GeoMedia WebMap	175
8.3.1 WebMap 的主要功能	175
8.3.2 WebMap 的主要特点	176
8.4 MapXtreme	176
8.4.1 MapXtreme 的体系结构	176
8.4.2 MapXtreme 的主要功能	177
8.4.3 MapXtreme 的主要特点	177
8.5 GeoSurf	178
8.5.1 GeoSurf 的体系结构	178

8.5.2 GeoSurf 的主要功能与特点	179
8.6 GeoBeans	180
8.6.1 GeoBeans 的体系结构	180
8.6.2 GeoBeans 的主要功能与特点	180
8.7 SuperMap IS	181
8.7.1 SuperMap IS 的主要功能	181
8.7.2 SuperMap IS 的主要特点	182
第九章 基于 Flash 的网络电子地图发布系统	184
9.1 系统功能	185
9.2 系统体系结构	185
9.3 系统设计	186
9.3.1 界面设计	186
9.3.2 功能设计	187
9.3.3 系统数据集成	188
9.4 部分源代码清单	193
9.4.1 要素定义代码	193
9.4.2 部分函数实体代码	194
第十章 基于 ArcIMS 的水质网络动态监控与查询信息系统	200
10.1 系统功能	200
10.2 系统体系结构	201
10.3 系统设计	202
10.3.1 界面设计	202
10.3.2 数据库设计	202
10.3.3 详细模块设计	203
10.4 部分源代码清单	205
10.4.1 界面显示框架源代码(文件 Viewer.asp)	205
10.4.2 地图页面源代码(文件 MapFrame.asp)	206
第十一章 基于 Java 的网络电子地图与虚拟三维场景集成系统	213
11.1 系统功能	213
11.2 系统体系结构	214
11.3 系统设计	216
11.3.1 界面设计	216
11.3.2 二维电子地图与三维虚拟场景集成方案设计	217
11.3.3 网络传输瓶颈及解决方案设计	219
11.3.4 模块间通信方案设计	222
11.4 部分源代码清单	224
11.4.1 要素类部分代码	224
11.4.2 显示部分代码	226

◇ 下篇 网络地理信息系统新进展

第十二章 空间信息服务	231
12.1 从 GISystem 到 GIService	231
12.1.1 必要性	232
12.1.2 可行性	235
12.2 Web 服务概述	237
12.2.1 Web 服务的体系结构	237
12.2.2 Web 服务的协议栈	238
12.2.3 Web 服务的特征	240
12.3 GIService 的概念与体系结构	240
12.3.1 GIService 的发展	240
12.3.2 GIService 的概念	242
12.3.3 GIService 的体系结构	243
12.4 GIService 的服务框架	245
12.4.1 客户服务	246
12.4.2 注册服务	246
12.4.3 处理服务	246
12.4.4 描绘服务	248
12.4.5 数据服务	248
12.4.6 编码	249
12.5 GIService 的服务协议栈	250
12.6 应用实例	251
12.6.1 系统框架	251
12.6.2 空间 Web 服务实现	253
12.6.3 系统功能	255
第十三章 网格空间信息服务	258
13.1 网格计算概述	258
13.1.1 网格计算的研究现状	258
13.1.2 开放网格服务体系结构	260
13.2 从网络 GIService 到网格 GIService	265
13.2.1 网格计算对 GIS 的影响	265
13.2.2 网格 GIService 的研究现状	267
13.3 网格 GIService 的概念与体系结构	268
13.3.1 网格 GIService 的概念	269
13.3.2 网格 GIService 的体系结构	270
13.4 空间元数据目录服务	272
13.4.1 空间元数据	272
13.4.2 空间元数据目录结构	273

13.4.3 空间元数据模式	274
13.5 元服务框架	277
13.5.1 元服务概述	277
13.5.2 服务域技术	279
13.5.3 元服务框架的设计	281
13.5.4 元服务框架的实现	282
13.6 原型实例	284
13.6.1 Globus Toolkit 简介	284
13.6.2 体系结构	285
13.6.3 系统功能	285
参考文献	288

Contents

◇ *PART I Introduction of WebGIS*

Chapter 1	Background of WebGIS	1
1.1	Development of WebGIS	1
1.2	Definition of WebGIS	18
1.3	Elements of WebGIS	19
1.4	Sorts of WebGIS	21
1.5	Characters of WebGIS	24
1.6	Functions of WebGIS	25
1.7	Applications of WebGIS	26
Chapter 2	Structure of WebGIS system	29
2.1	Allotting load and structural pattern of WebGIS system	30
2.2	Distributed platform computing techniques of WebGIS system	36
Chapter 3	Constructive techniques of WebGIS	45
3.1	Realization techniques of WebGIS	45
3.2	Methods of CGI and Server API	47
3.3	Method of Plug-In	50
3.4	Method of ActiveX	52
3.5	Method of Java Applet/Servlet	58
3.6	Compare of four methods	64
Chapter 4	Management and integration of the distributed spatial data	68
4.1	Development of spatial data management techniques	68
4.2	Framework and management of spatial data base	71
4.3	Sharing and mutual operating of distributed spatial data base	77
4.4	Distributed spatial data base	80
Chapter 5	Visualization of Web spatial data	88
5.1	Visualization of spatial data	88
5.2	GML	90

5.3	SVG	100
5.4	X3D	109
Chapter 6	Key techniques of WebGIS	114
6.1	Warehouse of spatial data	114
6.2	Compression technique of spatial data	117
6.3	Connection pool technique of database	121
6.4	Technique of balance of load	124
6.5	Technique of safety of network	131
Chapter 7	Mobile geospatial information system	138
7.1	Introduction of mobile geospatial information system	138
7.2	Key techniques of mobile geospatial information system	147
7.3	Solving schemes	158
7.4	Applying patterns	164
7.5	Applying examples in practice	167

◇ *PART II Applying Examples in Practice of WebGIS*

Chapter 8	Introduction of mainstream software of WebGIS	171
8.1	ArcIMS	171
8.2	MapGuide	173
8.3	GeoMedia WebMap	175
8.4	MapXtreme	176
8.5	GeoSurf	178
8.6	GeoBeans	180
8.7	SuperMap IS	181
Chapter 9	Network digital map issuing system on Flash technique	184
9.1	Function of the system	185
9.2	Framework of the system	185
9.3	Designing of the system	186
9.4	Partial list of source code	193
Chapter 10	Dynamical monitoring and network information issuing system for the water quality on ArcIMS technique	200
10.1	Function of the system	200
10.2	Framework of the system	201

10.3	Designing of the system	202
10.4	Partial list of source code	205
Chapter 11 Network digital map and virtual system of 3D integrated scene basing on Java technique		
11.1	Function of the system	213
11.2	Framework of the system	214
11.3	Designing of the system	216
11.4	Partial list of source code	224

◇ PART III Further Development of WebGIS

Chapter 12	Service of spatial information	231
12.1	From GISystem to GIService	231
12.2	Summarization of Web service	237
12.3	Definition and framework of GIService	240
12.4	Servicing structure of GIService	245
12.5	Servicing protocol stack of GIService	250
12.6	Applying examples in practice	251
Chapter 13	Grid spatial information service	258
13.1	Introduction	258
13.2	From GIService to grid GIService	265
13.3	Definition and framework of grid GIService	268
13.4	Catalog service of spatial metadata	272
13.5	Framework of GIService	277
13.6	Prototype in practice	284
Reference		288

◇ 第一章

网络地理信息系统概述

1.1 网络地理信息系统的发展

当今世界,人类正以前所未有的速度步入以计算机、通信和信息为支撑的信息网络时代。信息网络时代的信息化、数字化、网络化、智能化和可视化特征,极大地改变着人们获取信息及生产、生活的方式。地理信息是人类实践活动所认知和获取的地球空间自然和人造目标定位和属性的信息,是指有关地球实体的性质、特征和状态的表征。它具有区域空间的分布性这一本质特征,同时也具有客观存在性、抽象性、综合性、可存储性与可传输性等重要特征,是人类生存和社会发展的基本信息。作为地理信息科学与计算机技术相结合的产物,地理信息系统(GIS)已经成为信息技术(Information Technology, IT)的重要组成部分。

地理信息以数字形式被收集和获取已有四十余年的历史,伴随着技术的进步,其获取的速度、数量及精度正逐年提高。近三十年来,虽然人们已经开发了多种获取、存储、处理、分析及显示地理数据的方法,然而它们彼此间大都是互相独立的,出于地理信息使用的个人、组织和学科领域在其高层的描述、习惯和规则等方面的复杂原因,此状况的存在不利于人们进行地理信息的共享、综合和发展。为了有效地利用和访问现有各类异构系统内的地理数据和资源,并将它们集成起来进行分析,其主要的策略就是使地理数据及其处理更加开放,实现地理信息的有效集成与共享。

全球性信息基础设施建设的不断完善和发展为地理信息的广泛应用提供了基础,使地理信息为全社会提供更为广泛的应用成为可能。以计算机网络为依托,引入最新的信息技术来进行数据整合和应用整合,从而打破过去 GIS 存在的封闭性,走开放式道路便成为今后 GIS 发展的主要方向。

1.1.1 网络地理信息系统的产生

GIS 是技术变革与应用变化非常快的领域,同时也是一个以计算机技术的发展为主要推动力的年轻领域。早期 GIS 的发展直接得益于计算机硬件的