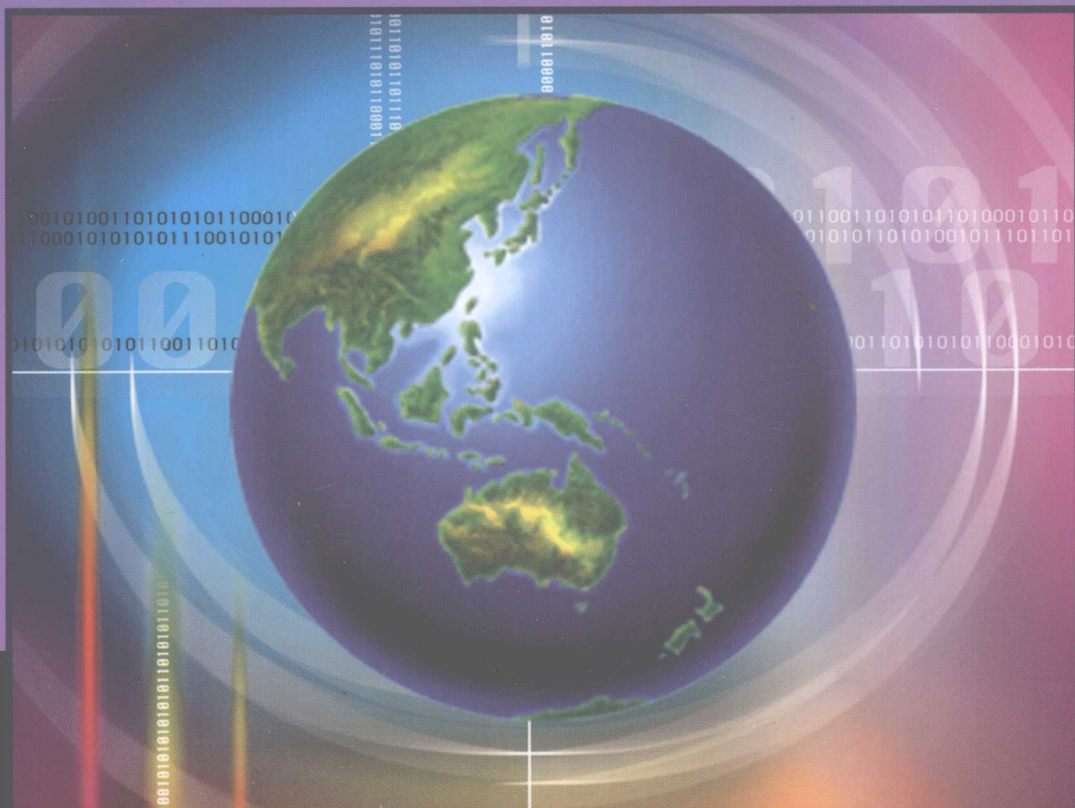




“3S”技术与集成

冯学智 王结臣 周 卫
都金康 王慧麟 等编著



商務印書館

“3S”技术与集成

冯学智 王结臣 周 卫
都金康 王慧麟 等编著

商 务 印 书 馆

2007 年 · 北京

图书在版编目(CIP)数据

“3S”技术与集成/冯学智等编著. —北京:商务印书馆, 2007

ISBN 978-7-100-05515-4

I. 3… II. ①冯… III. ①遥感技术②地理信息系统③全球定位系统(GPS) IV. TP79 P2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 084264 号

所有权利保留。

未经许可,不得以任何方式使用。

“3S”技术与集成

冯学智 王结臣 周 卫
都金康 王慧麟 等编著

商 务 印 书 馆 出 版

(北京王府井大街36号 邮政编码 100710)

商 务 印 书 馆 发 行

北 京 龙 兴 印 刷 厂 印 刷

ISBN 978-7-100-05515-4

2007年12月第1版

开本 787×1092 1/16

2007年12月北京第1次印刷

印张 21 ¼

定价:35.00元

内 容 简 介

《“3S”技术与集成》是南京大学“985 学科建设”项目的研究成果,同时也是南京大学地理教学丛书的组成部分。本书基于“3S”集成的基本原理,首先系统介绍了遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)的理论基础、技术方法及“3S”技术集成的基本内涵;然后根据“3S”集成的最新研究成果和应用实践,分别从“3S”参数的地学特征表达与时空特征的兼容性、技术方法的互补性及应用目标的一致性等方面论述了“3S”集成的学术思想与技术实践。内容共分九章,第一章介绍“3S”技术集成的概貌,第二章至第四章主要从地球信息的实时获取、定位导航及管理分析的角度论述与“3S”技术集成有关的专业基础知识,第五章至第九章则分别从“3S”参数集成、技术集成及系统集成的角度重点论述“3S”集成所涵盖的关键技术与实现过程。

本书紧跟“3S”技术发展的步伐,内容新颖丰富,知识覆盖面广,概念清晰,结构合理。可作为大学相关专业本科生教材和研究生的主要参考书,也可供相关科技人员阅读参考。

编 撰 委 员 会

(以姓氏笔画为序)

- | | |
|-----|------------------|
| 冯学智 | 南京大学城市与资源学系 |
| 王结臣 | 南京大学城市与资源学系 |
| 周 卫 | 南京师范大学地理科学学院 |
| 都金康 | 南京大学城市与资源学系 |
| 王慧麟 | 南京大学城市与资源学系 |
| 马荣华 | 中国科学院南京地理与湖泊研究所 |
| 邓 敏 | 南京大学城市与资源学系 |
| 刘 波 | 南京大学城市与资源学系 |
| 安 如 | 河海大学水资源环境学院 |
| 宋拥军 | 南京大学城市与资源学系 |
| 张秀英 | 南京大学城市与资源学系 |
| 肖鹏峰 | 南京大学城市与资源学系 |
| 郑茂辉 | 南京大学城市与资源学系 |
| 赵书河 | 北京大学遥感与地理信息系统研究所 |
| 黄照强 | 南京大学城市与资源学系 |
| 谢士杰 | 南京市规划局 |
| 余江峰 | 南京大学城市与资源学系 |

前 言

“3S”是遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)的统称,作为对地观测系统的三大支撑技术,它们是当前资源环境利用规划、自然灾害监测乃至社会可持续发展的重要技术手段,也是地学研究走向量化的科学方法之一。其中,RS源于航空摄影测量,是一种利用地物反射或辐射电磁波的固有特性,通过观测电磁波,识别地物及其存在环境的技术。当前的遥感技术已经发展成为一种多平台、多波段、多分辨率和全天候的对地观测技术,并正朝着高空间分辨率、高光谱分辨率及高时间分辨率的方向发展。GIS源于机助制图,是随着地图学、应用数学及计算机技术的不断发展而逐渐完善起来的一种存储、管理、分析地学信息的新型综合技术。它以空间数据库为平台,以空间分析和地学应用模型为支撑,实现地学信息的模拟与综合分析,为地学应用提供辅助决策支持。GPS则是美国海陆空三军联合研制的新一代全球性、全天候和实时性的卫星导航及精密定位系统,它由空间星座、地面控制和用户接收机三个部分组成。

RS、GIS和GPS在空间信息获取、动态管理分析和综合评价应用等方面各有千秋、各具长短,相互间的渗透、集成是必然的过程。将RS、GIS和GPS三种空间信息技术以及其他相关高新技术有机地集成起来,构成一个完整、实时、动态的对地观测、综合分析及决策应用的运行系统,将极大地提高人类认知地球的能力,为解决区域范围更广、复杂性更高的现代地学问题提供有力的技术保证。“3S”技术及其集成已经成为空间信息技术一个重要发展方向,是地球信息科学技术体系的核心组成,同时也是“数字地球”的技术关键。“3S”技术集成可以在不同技术水平上实现,可基于硬件或软件集成,但核心目标就是实现多时相、多尺度、多类型的多源空间信息在同一坐标参考体系下的动态管理、分析及应用。

《“3S”技术与集成》一书是南京大学“985 学科建设”项目的研究成果之一,同时也是南京大学地理教学丛书的组成部分。作者总结多年的研究实践以及丰富的教学经验,综合分析最新研究成果,力图以“3S”地学参数的集成为基点,从“3S”时空特征的兼容性、技术方法的互补性、应用目标的一致性等多个方面着力论述“3S”技术集成的学术思路、关键技术及其实现过程。全书共分九章。第一章是对“3S”技术集成的概述;第二、三、四章分别从地球信息的获取、定位、导航及管理分析的角度介绍了

遥感(RS)、地理信息系统(GIS)和全球定位系统(GPS)的基础理论及专业知识;第五章至第九章是本书的核心内容,着重从“3S”参数集成、技术集成及系统集成的角度论述“3S”集成所涵盖的关键技术与实现过程。

全书以“3S”技术的“基础理论—集成原理—集成模式—技术实现”为线索,深入浅出,内容上力求“新、广、深”,即不仅要有一定的深度和广度,还要反映本学科的新动向、新问题,介绍学科前沿的新成果和新内容。读者在使用本书前要求具备相关的理论基础和专业知识。限于篇幅,有关遥感、地理信息系统和全球定位系统等更详细、更全面的内容,读者亦可参阅相关书目。

《“3S”技术与集成》是南京大学城市与资源学系地理信息系统与遥感实验室全体人员共同努力的成果。全书由冯学智教授、王结臣副教授、周卫副教授、都金康副教授、王慧麟副教授设计大纲并主持撰写。第一章由冯学智、刘波、王结臣执笔,第二章由冯学智、张秀英、阮仁宗执笔,第三章由都金康、郑茂辉执笔,第四章由王慧麟、安如执笔,第五章由赵书河、马荣华执笔,第六章由谢士杰、宋拥军执笔,第七章由周卫、郑茂辉执笔,第八章由肖鹏峰、邓敏、余江峰执笔,第九章由王结臣、黄照强执笔。最后由冯学智负责全书的审阅统稿,郑茂辉、肖鹏峰、王得玉参与部分统稿工作,冯莉、刘伟、郑石平等协助文稿的整理和打印。

本书在编写初期,承蒙童庆禧和吴传钧两位院士审阅大纲并予以指导,在编写过程中得到校、系有关领导的关心和支持。赵锐研究员、黄杏元教授、李满春教授在本书撰写过程中给予指导和帮助,王周龙博士、康国定博士、邱新法博士、林广发博士、赵萍博士、张友水博士等提供了相关素材,为本书的完稿做了有益的工作。在本书即将脱稿时,一些先生建议增删一些内容,将书名定为《地理信息技术与集成》,但考虑到篇幅和内容的局限,在集大家之长、优化部分章节后,书名还是保持了原貌。抛砖引玉,以飨读者。对先生和同行给予的关心、关注、指导和帮助,谨此铭志衷心的感谢!

作者在书中阐述的某些学术观点,可能仅为一家之言,欢迎读者争鸣。此外,限于作者的水平和经验,书中错谬之处在所难免,恳请专家和读者批评指正!

作 者

2005年5月

目 录

第一章 绪论	1
§ 1.1 “3S”技术的最新进展	1
1.1.1 RS 的最新发展	2
1.1.2 GPS 的最新发展	4
1.1.3 GIS 的最新发展	4
§ 1.2 技术集成的基本内涵与模式	5
1.2.1 “3S”参数的主要特征	5
1.2.2 “3S”技术的集成模式	8
§ 1.3 “3S”集成关键技术与学科交互	10
1.3.1 “3S”集成的关键技术	10
1.3.2 “3S”集成的学科交互	14
§ 1.4 数据集成的理论依据与研究现状	16
1.4.1 数据集成的理论依据	16
1.4.2 数据集成的空间框架	20
1.4.3 数据集成的研究现状	25
参考文献	28
第二章 对地观测与信息获取技术——RS	30
§ 2.1 电磁波与地物光谱特性	30
2.1.1 地表的热辐射特性	32
2.1.2 地物的反射波谱特性	32
§ 2.2 传感器与地表信息的获取	38
2.2.1 传感器的主要类型	38
2.2.2 遥感图像的分辨率	40
2.2.3 常用传感器与对地观测	43
§ 2.3 遥感图像与地表信息特征	48
2.3.1 遥感图像的数学表示	48
2.3.2 图像的采样和量化	50

2.3.3 遥感图像的信息特征	51
§ 2.4 图像处理与技术应用	54
2.4.1 遥感图像的处理	54
2.4.2 遥感技术的应用	61
参考文献	71
第三章 信息管理与综合分析技术——GIS	73
§ 3.1 地理信息的描述与表达	73
3.1.1 地理空间与空间对象	73
3.1.2 矢量结构的地理信息表达	76
3.1.3 栅格结构的地理信息表达	78
§ 3.2 地理信息的组织与管理	81
3.2.1 GIS 与空间数据库	81
3.2.2 空间数据的组织	84
3.2.3 空间数据的管理	89
§ 3.3 地理信息分析与应用模型	91
3.3.1 空间分析的概念	91
3.3.2 空间分析的基本功能	93
3.3.3 应用模型简介	99
§ 3.4 地理信息可视化与虚拟再现	102
3.4.1 地理信息的可视化	102
3.4.2 地理信息的虚拟再现	108
3.4.3 GIS 环境中空间数据的多尺度显示	111
参考文献	114
第四章 空间定位与导航技术——GPS	115
§ 4.1 GPS 的构成	115
4.1.1 卫星运行系统	115
4.1.2 地面控制系统	117
4.1.3 GPS 接收机	118
4.1.4 应用特点	120
§ 4.2 空间定位与导航	121
4.2.1 GPS 参数描述	121
4.2.2 GPS 定位原理	126
4.2.3 GPS 基线向量网平差	132

4.2.4 GPS 测时、测速与测高	137
§ 4.3 GPS 误差分析	142
4.3.1 与卫星有关的误差	142
4.3.2 信号传播的误差	144
4.3.3 观测与接收设备的误差	145
4.3.4 野外工作失误	145
参考文献	146
第五章 “3S”集成的基本原理	147
§ 5.1 “3S”参数的地学特征	147
5.1.1 空间参数	148
5.1.2 时间参数	153
§ 5.2 时空表达与兼容性	155
5.2.1 时空理解与表达	155
5.2.2 时空参数的一体化	156
§ 5.3 技术方法的互补性	157
5.3.1 RS 与 GIS 的互补	157
5.3.2 GPS 与 RS 的互补	162
5.3.3 GIS 与 GPS 的互补	163
§ 5.4 应用目标的一致性	165
5.4.1 RS 的应用目标	165
5.4.2 GIS 的应用目标	166
5.4.3 GPS 的应用目标	167
§ 5.5 技术集成的可行性	167
5.5.1 数据结构的兼容	168
5.5.2 数据库技术的支撑	170
参考文献	174
第六章 GPS 与 RS 的集成	176
§ 6.1 惯性导航系统	176
6.1.1 基本原理	176
6.1.2 导航参数状态空间模型	178
6.1.3 GPS 与 INS 的组合模式	182
§ 6.2 激光扫描技术	186
6.2.1 激光扫描	186

6.2.2 激光测距	191
§ 6.3 对地观测的直接定位	195
6.3.1 三维遥感直接对地定位的方法	196
6.3.2 机载三维遥感的 GPS 定位	199
§ 6.4 机载三维测量与 DSM 的自动生成	203
6.4.1 机载激光三维测量系统的工作原理	204
6.4.2 数字地面模型的生成	206
6.4.3 地学编码影像的生成	208
参考文献	210
第七章 GPS 与 GIS 的集成	211
§ 7.1 GIS 数据的空间参考系统	211
7.1.1 坐标系和高程基准	211
7.1.2 参考系统间的坐标转换	216
§ 7.2 多尺度空间数据库	220
7.2.1 多尺度空间数据的综合	220
7.2.2 多尺度空间数据的组织	224
§ 7.3 GIS 数据库维护与更新	226
7.3.1 数据更新手段	227
7.3.2 实时更新技术	228
7.3.3 数据库更新操作	231
§ 7.4 GPS 在智能交通中的应用	235
7.4.1 车载导航的组件结构	236
7.4.2 车载导航的数据组织	238
7.4.3 应用实例	242
参考文献	245
第八章 RS 与 GIS 的集成	246
§ 8.1 三库一体化的时空数据库系统	247
8.1.1 时空数据模型	247
8.1.2 一体化数据结构	259
8.1.3 数据库管理	267
§ 8.2 RS 支持下的 GIS 数据库更新	270
8.2.1 遥感信息的实时获取	270
8.2.2 变化信息的自动检测	274

8.2.3 GIS 数据库的动态更新	278
§ 8.3 GIS 辅助的遥感图像分析	280
8.3.1 空间数据挖掘	280
8.3.2 知识发现的方法	286
8.3.3 基于知识的遥感图像分析	294
参考文献	297
第九章 “3S”集成的技术实现	300
§ 9.1 多源信息集成	300
9.1.1 多源信息集成的目的和意义	300
9.1.2 地学数据集成的系统结构	302
9.1.3 多源数据的无缝集成	303
§ 9.2 应用模型集成	306
9.2.1 基于 COM 的 GIS 模型库	306
9.2.2 应用模型与 GIS 集成的现状	309
9.2.3 应用模型的集成方式	314
9.2.4 基于 GIS 的应用模型集成	316
§ 9.3 “3S”与通信技术的集成	320
9.3.1 集成的可行性	320
9.3.2 集成的基本模式	321
9.3.3 集成的若干问题	323
§ 9.4 技术集成的典型应用	324
9.4.1 精准农业的应用	324
9.4.2 急救系统的应用	328
参考文献	332

第一章 绪论

作为本书的绪论,本章主要从遥感(Remote Sensing, RS)、全球定位系统(Global Position System, GPS)和地理信息系统(Geographical Information System, GIS)(以下简称“3S”技术)的最新进展与应用实践,简要阐述了“3S”集成的基本内涵、理论依据及在技术集成中所涉及的关键技术。

本章共分四节,其中,第一节简要介绍了“3S”技术的一些最新的发展动向;第二节基于“3S”参数的主要特征,简要论述了技术集成的基本内涵与目前所能涉及的一些主要集成模式;第三节基于“3S”集成的关键技术,简要地论述了它所涉及的一些学科及学科间的交互问题;第四节则简要论述了数据集成的有关理论依据与空间框架。同时,对数据集成的一些研究现状也作了简要的分析与介绍,使读者对本书的内容有一个概要的了解与认识。

§ 1.1 “3S”技术的最新进展

“3S”技术是遥感(Remote Sensing, RS)、全球定位系统(Global Position System, GPS)与地理信息系统(Geographical Information System, GIS)技术的简称。由于其英文名称均含“S”,故已形成较为通用的专业术语。

在“3S”技术中,RS是从以军事为目的的空对地观测技术逐渐演化为民用的一种高新技术。RS源于航空摄影测量,历史悠久。1839年摄影相机问世,1914年,机载摄影机研制成功。从1959年前苏联宇宙飞船“月球3号”拍摄了第一批月球相片到20世纪60年代美国海军研究局伊·普鲁伊特(Eretyn Pruitt)教授第一次提出“遥感”这个术语,RS已经形成一套较为完整的“应用卫星和卫星应用”的理论体系,技术方法也不断完善,并逐步向“遥感科学”过渡。其主体是将不同性能的观测器(Sensors)用不同的载体送入距地球一定的高度,先对地表的空对地观测,并将观测结果实时发送到地面,通过地面接收、解码与分析系统的处理、认知,获取观测信息,为进一步认知地球、合理开发和利用地球资源与环境整合提供强有力的技术支撑和手段。

GPS 是美国国防部研制的用于军事目的的全全球、全天候和实时性导航、定位系统。GPS 由卫星系统、地面控制系统和用户接收机三个部分组成,它的主体是美国发射的在 6 个轨道上运行的 24 颗人造卫星及地面接收机。由 24 颗卫星发出的信号可覆盖全球,无论在地球的任何位置,接收机都能收到 3 颗以上卫星发出的信号,从而确定接收机所处的位置,并计算出该位置所处的高度。GPS 的研制始于 1973 年,经过 20 世纪 80 年代的试运行,到 90 年代,其应用已趋于成熟。

GIS 源于机助制图。1956 年,奥地利土地测绘部门用计算机管理地籍信息的实践可以说是 GIS 应用研究的萌芽。1960 年,加拿大地理学家 R. F. 汤姆林森(R. F. Tomlinson)提出了 GIS 的概念,并组织完成了世界上第一套地理信息系统——加拿大地理信息系统(CGIS)。到 20 世纪 80 年代,随着计算机硬件性价比大幅度提高,一大批成熟的商用 GIS 软件平台相应出台,GIS 用户已呈几何级数攀升,“地理信息系统”已作为专业人才教育专业,陆续在一些高等院校设立。目前 GIS 已成为以空间分析操作为工具的对地球信息进行动态管理、综合分析与空间模拟的高新技术。

“3S”技术的最新发展趋势可以从以下几个方面论述。

1.1.1 RS 的最新发展

从遥感的信息接收、分析处理和技术应用的角度,其研究内容和发展趋势可涵盖以下几个方面。

1. 应用卫星的发展

应用卫星的发展主要包括遥感的多平台、多传感器和多角度。目前,遥感的多平台已逐步形成从不同空间高度对地进行观测的立体观测网,从地球同步轨道卫星的 35 000km 高空,太空飞船、航天飞机的 200~350km 的高度,到中低空飞机、升空气球的 10km 高度,这种立体观测网还在进一步加密。遥感的多传感器从框幅式光学相机、全景相机到光电扫描仪、CCD 扫描仪直至微波散射计、激光扫描仪和合成孔径雷达,几乎覆盖了可透过大气窗口的所有电磁波段。遥感的多角度则从三行的 CCD 阵列同时得到三个角度的扫描成像到 EOS Terra 卫星上的 MISR 同时从九个角度对地成像,使多星种、多尺度的对地观测信息获取成为可能。

2. 传感器分辨率的发展

传感器分辨率的发展主要包括空间分辨率、时间分辨率和波谱分辨率。如果按低(1 000m 左右)、中(100~20m)和高(小于 20m)三个空间分辨率来划分卫星对地观测可识别的最小单元的话,除 NOAA/AVHRR 气象卫星 1 000m 左右的空间分辨

率用于它固有的应用目的之外,陆地卫星(如 TM 和 SPOT)则基本完成了从中分辨率到高分辨率的改进,IKONOS 和 QuickBird 的空间分辨率已达到 m 级。小于 m 级的空间分辨率将是未来主要的发展趋势。时间分辨率已从单星 30 天左右的重复观测周期提高到 4~1/4 天的多星往返过程的补充。小卫星系列的发展,其时间分辨率还会有所提高。

波谱分辨率则主要反映在由可见光、近红外向微波波段的进一步延伸,由多光谱向高光谱波段的进一步细化,在轨的 EOS AM-1(Terra)和 EOS DM-1(Aqua)卫星上的 MODIS 传感器已具有 36 个波段的中分辨率成像光谱仪,EOS-1 高光谱遥感卫星已具有 220 个波段。这一发展,使得全天候、多极化的卫星探测信息业形成成为可能,它不仅可直接获得地表的几何形态信息,还可间接获得地表的物化参数信息。全色波段的完善还可以获得地表的真三维信息。

3. 分析处理技术的发展

分析技术的发展主要包括对地定位和智能化分析两方面。在全自动空中三角测量的基础上,利用 DGPS 和 INS 惯性导航系统的组合,可实现摄影成像和无地面控制的高精度对地直接定位,其精度可达到 m 级。该技术进一步推广应用,将改变目前摄影测量和遥感作业的工作流程,实现实时测度和数据库的更新。若与高精度激光扫描技术集成,可实现实时的三维测量(LIDAR),自动生成数字表面模型(DSM),并推算出数字高程模型(DEM)。在图像匹配的基础上,图像的自动识别功能将主要集中在图像数据的融合及基于统计和结构的目标识别与分类技术,随着遥感数据量的进一步增大和数据融合技术的逐渐成熟,快速的图像数据压缩技术将逐步趋向商业化。

4. 应用卫星的发展

应用卫星的发展将逐步从静态、二维信息获取向三维动态方向演化,定性描述将逐步向定量的表达过渡,资源探测的应用将逐渐转向环境研究的实践。随着各类空间数据库的建立和大量新的遥感数据的出现,实时的自动化监测已成为研究的热点。若将图像目标的三维重建与变化监测同步进行,可实现三维变化监测和数据库的自动更新。进一步的发展是利用智能化传感器,将数据处理在轨完成,并直接发送对地观测信息,为数字正射影像(DOM)、数字高程模型(DEM)、数字线划图(DLG)和控制点(CP)数据库直接提供所需的信息源。通过对地表的遥感和全定量化遥感技术的反演,可获得有关地物目标的几何与物化特性。随着成像机理、波谱特征和大气模型研究的进一步深入,几何与物理方程式的全定量化遥感方法正逐步从理论研究走

向实用化。

1.1.2 GPS 的最新发展

由于 GPS 是利用空中三角测量的原理,通过卫星系统和地面接收机而实现定位和导航的,利用 GPS 接收机,人们总可以得到该机所处地域在任一时间的空间位置参数。与其他定位技术相比,GPS 具有全天候、全球覆盖、高精度、多用途、定位速度快、自动化程度高和抗干扰性能好等方面的特点,因此,其发展趋势可包括以下几个方面:一是卫星系统和接收机性能将得到进一步的改进,定位精度将有进一步的提高;二是导航定位方法和卫星导航、定位与通信一体化的技术将进一步得到完善,静态与事后处理的分析过程将逐步实现向动态与实时的导航、定位过渡;三是用 GPS 同时测定三维坐标的方法可将测绘定位技术从陆地与近海向整个海洋和外层空间扩展。GPS 的进一步应用将加速促进地理信息产业化的实现。

1.1.3 GIS 的最新发展

GIS 是管理和分析地学空间数据的一门综合技术,它涉及地学数据的输入编辑、存储管理、分析和输出的一整套完整过程。其核心的内容还包括空间信息的表达和技术应用等诸方面,其发展趋势可以从以下几个方面简述。

1. 空间数据库趋向“三库”一体化

随着高分辨率卫星遥感数据量的增长和数字地球的需求,面向对象的数据模型及图形矢量库、影像栅格库和 DEM 格网库“三库”一体化的数据结构逐步形成,这样的数据库结构使 GIS 的发展更加趋向自然化、逼真化,更加贴近用户。同时,以面向应用的 GIS 软件为前台、大型关系数据库为后台的数据库管理已成为当前 GIS 技术的主流。

2. 空间数据表达趋向多尺度

金字塔和 LOD(Level Of Detail)技术的多比例尺空间数据库已成为空间数据表达的主要趋势,真四维的时空 GIS 将有望从理论研究转入实用阶段。基于虚拟现实技术的真三维 GIS 将使人们在现实空间外可以同时拥有一个 Cyber 空间。

3. 数据挖掘技术可发现更多的知识

随着各类数据库的建立,从数据库中挖掘知识已成为广为关注的课题。从 GIS 空间数据库中发现知识可有效支持遥感图像解译,解决“同物异谱”和“同谱异物”的

问题。从 GIS 属性数据库中挖掘知识具有优化资源配置等空间分析的功能。随着数据库容量的快速增大和对数据挖掘工具的深入研究,其应用前景是不可估量的。

4. 互联网推进互操作及地学信息服务业

联邦数据库和互操作(Federal Databases & Interoperability)成为当前国际 GIS 联合研究的热点。GIS 已成为网上的分布式异构系统, GIS 应用将为地学信息服务。互操作意味着数据库数据的直接共享,目前已兴起的 LBS 和 MLS,使 GIS 成为未来全社会的信息服务工具。

5. 将形成较完整的理论框架体系

主要包括:地球空间信息的基准(几何基准、物理基准和时间基准);地球空间信息的标准(空间数据采集、存储与交换标准、空间数据精度与质量标准、空间信息的分类与代码标准、空间信息的安全、保密及技术服务标准以及元数据标准等);地球空间信息的时空变化理论(时空变化发现的方法和对时空变化特征和规律的研究);地球空间信息的认知,主要通过各目标各要素的位置、结构形态、相互关联等,基于静态形态分析、发生成因分析、动态过程分析、演化力学分析以及时态演化分析达到对地球空间的客观认知;地球空间信息的不确定性(类型的不确定性、空间位置的不确定性、空间关系的不确定性、逻辑的不一致性和信息的不完备性);地球空间信息的解译与反演(定性解译和定量反演,贯穿在信息获取、信息处理和认知过程中);地球空间信息的表达与可视化,涉及空间数据库多分辨率表示、数字地图自动综合、图形可视化、动态仿真和虚拟现实等。

§ 1.2 技术集成的基本内涵与模式

1.2.1 “3S”参数的主要特征

由于 RS 是利用地物的光谱反射和辐射特性,通过卫星传感器和地面接收、处理系统而实现对地观测的,所获取的地物信息可用下式表示,即:

$$R. S. IMAGE = f(x, y, z, \lambda, t_R) \quad (1-1)$$

式中:

(x, y) 为空间位置参数;

z 为对应于 (x, y) 的观测值(与空间分辨率有关);

λ 为所使用的电磁波段(与光谱分辨率有关);