

THEORY, METHODS AND APPLICATION FOR
DIGITAL SIMULATION OF EARTH SURFACE SPACE

叶泽田 赵文吉 著

地表空间数字模拟 理论方法及应用



测绘出版社

中国地质大学（北京）地质工程研究所 编
中国地质大学（北京）地质工程研究所 编

中国地质大学（北京）地质工程研究所 编

地表空间数字模拟 理论方法及应用

地表空间数字模拟 理论方法及应用

Theory, Methods and Application for
Digital Simulation of Earth Surface Space

叶泽田 赵文吉 著

测绘出版社

· 北京 ·

© 叶泽田 赵文吉 2010

所有权利(含信息网络传播权)保留,未经许可,不得以任何方式使用。

内 容 提 要

本书主要从数字模拟的角度出发,从定量化、定位化和可视化方面对基于遥感技术的地表空间数据获取及空间数据表达进行了研究探讨,进而以遥感信息加工处理为基础,研究利用数字模拟技术在计算机中建立一个可视、定位、定量的地表空间虚拟环境,并开发了基于空间信息的真3维虚拟现实系统。为反映近年来测绘遥感数据获取技术的发展趋势,特别是位置姿态传感器 POS 技术、激光扫描测量技术发展迅速的特点,本书结合作者的科研实践活动,还介绍了用于城市3维街景空间数据快速获取的车载多传感器集成直接定位测量系统的相关理论技术、方法与应用。

图书在版编目(CIP)数据

地表空间数字模拟理论方法及应用/叶泽田,赵文吉

著. —北京:测绘出版社,2010.4

ISBN 978-7-5030-2034-6

I. 地… II. ①叶…②赵… III. 测绘—遥感技术
IV. P237

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 053802 号

责任编辑 杨蓬莲 执行编辑 万茜婷 封面设计 李 伟 责任校对 董玉珍 李 艳

出版发行 测绘出版社

社 址 北京西城区三里河路 50 号 电 话 010-68531160(营销)

邮政编码 100045 010-68531609(门市)

电子信箱 smp@sinomaps.com 网 址 www.sinomaps.com

印 刷 北京金吉士印刷有限责任公司 经 销 新华书店

成品规格 169mm×239mm

印 张 10.25 字 数 200 千字

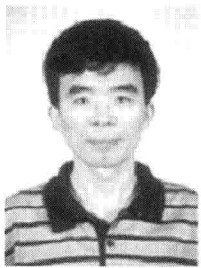
版 次 2010 年 4 月第 1 版 印 次 2010 年 4 月第 1 次印刷

印 数 0001-1000 定 价 28.00 元

书 号 ISBN 978-7-5030-2034-6/P·467

如有印装质量问题,请与我社发行部联系。

作者简介



叶泽田,博士、研究员、博士生导师。研究方向为数字摄影测量、定量遥感、3 维虚拟现实等,目前主要从事摄影测量与遥感方面的理论、方法、技术研究及新产品开发工作。

先后主持和参与 10 余项国家级、省部级的重点科研项目,横向委托开发项目和新产品开发项目;其中主要有航空摄影影像质量控制研究、DIPNET 遥感制图图像处理系统研制、地物频谱信息提取原理和方法探讨研究、利用遥感数据快速更新地图数据研究、彩色扫描仪与彩色 3 维正射影像库研究、数字化测绘技术体系关键技术集成及产业化研究、地学虚拟现实研究等。在《测绘学报》、《遥感学报》、《武汉大学学报(信息科学版)》(原《武汉测绘科技大学学报》)等刊物上发表论文 20 余篇。目前正主持国家“863”课题“车载多传感器集成关键技术研究”,并进行车载 3 维数据获取与处理系统的研究与开发工作。



赵文吉,博士、教授、博士生导师。1989 年考入长春地质学院,同年考取长春地质学院遥感地质专业研究生;1992 年毕业后留校从事“3S”教学与研究;1993 年被长春科技大学聘为讲师;1998 年博士毕业于长春科技大学地球探测与信息技术专业;同年进入北京遥感所地图学与地理信息系统博士后站;2000 年出站后在首都师范大学资源环境与旅游学院(地理信息系统北京市重点实验室)从事教学科研工作。目前主要从事遥感技术应用研究。

先后主持和参与科研项目 30 余项,其中主持“863”子课题 3 项,科技支撑项目 4 项,发改委项目 3 项,国土资源部项目 6 项;项目成果获北京市科技进步二等奖 2 项,北京市科技进步三等奖 2 项,获测绘科技进步一等奖 1 项。发表论文 30 余篇,出版著作 7 部。

前 言

如何从信息加工处理的角度对地表空间数据获取、数据处理及数据的可视化过程(地理空间信息处理过程)进行适当的描述,能否以现有的关于人类视觉、思维、理解等的研究成果为基础来探讨地理空间信息处理的过程,一直是困扰作者多年的问题。众所周知,人眼可看做是一个进行信息获取的传感器,而人的大脑则是一个精巧的空间信息处理系统。人的双眼得到的关于周围环境(物空间)的信息通过大脑的处理后,最终在大脑里形成了一个与周围环境相对应的“立体像”,即像空间。由于周围环境处于一个3维空间之中,因此大脑中的“立体像”也应在一个(虚拟)3维空间之中。换言之,人眼和大脑完成了从物空间到像空间的空间变换。地理空间信息处理过程类似于人眼和大脑的处理过程。基于空间变换的观点,本书从信息加工的思路出发,对地表反射、遥感辐射传输、遥感传感器响应、数据处理及3维可视化进行了探讨,并采用计算机数字模拟技术对其中的若干处理进行了定量分析和实验,是对前述问题的思考、探索和实验的总结整理,希望能对相关研究工作的进行有所帮助。

从认知科学的观点来看,从真实地球到数字地球是一个信息处理与认知的计算机模拟过程,它涉及地表信息的获取、加工处理、存储、传输与表达等方面的理论和技术,是一个复杂的系统工程。本书则主要从数字模拟的角度出发,从定量化、定位化和可视化方面对基于遥感技术的地表空间数据获取及空间数据表达进行了研究探讨,进而以遥感信息加工处理为基础,研究利用数字模拟技术在计算机中建立一个可视、定位、定量的地表空间虚拟环境,并开发了基于空间信息的真3维虚拟现实系统。

遥感数据获取既是地理空间信息处理过程的一个重要组成部分,也是地理空间信息应用的数据源基础。为反映近年来测绘遥感数据获取技术的发展趋势,特别是位置姿态测量传感器 POS 技术、激光扫描测量传感器技术发展迅速的特点,本书结合作者的科研实践活动,还介绍了基于车载多传感器集成的直接定位测量系统的相关理论技术和方法,并利用研制的车载移动测绘系统应用于建立城市3维街景的空间数据快速获取,实现了地表空间的快速数字模拟。

全书共分为9章。其中,第1章为概述;第2章为计算机数字模拟的基础理论

部分,引入并介绍了物理符号系统理论,并将该理论作为遥感信息加工处理的理论基础,按照信息加工处理的观点,探讨和描述了从物理空间到视像空间的空间变换过程;第3章至第5章主要介绍和讨论了遥感数据辐射信息的加工处理,探讨了遥感图像模拟技术;第6章、第7章探讨了遥感数据几何信息的加工处理,介绍了立体测量模型及投影表达的方式;第8章讨论了地表空间的表达方式,以及地表空间的虚拟现实表达与系统原型的实现;第9章介绍和探讨了基于多传感器集成的直接定位测量系统的相关理论方法,介绍了地面遥感系统——车载移动测绘系统的实现及初步应用。

本书可作为摄影测量与遥感、地图学与地理信息系统方向的高年级学生及研究生的参考书,也可作为从事相关研究工作者的参考用书。

作者

2009年9月

目 录

第 1 章 概述	1
§ 1.1 研究背景	1
§ 1.2 国内外相关研究进展	2
§ 1.3 地表空间数字模拟技术简介	5
第 2 章 计算机模拟与空间变换的理论基础	7
§ 2.1 计算机模拟	7
§ 2.2 地表空间与视像空间	11
§ 2.3 空间变换	16
第 3 章 大气效应与遥感图像模拟	22
§ 3.1 从空间信息变换的角度看遥感成像	22
§ 3.2 遥感成像过程与大气效应	25
§ 3.3 遥感辐射传输模型	32
§ 3.4 遥感图像模拟的原理与方法	33
§ 3.5 遥感图像模拟的实验与分析	36
第 4 章 地物波谱与传感器性能的数字模拟	40
§ 4.1 地物波谱的概念	40
§ 4.2 地表反射率与地物反射光谱特性	43
§ 4.3 传感器性能	46
§ 4.4 传感器光谱性能的数字模拟	49
§ 4.5 传感器光谱性能模拟的实验与分析	52
第 5 章 地物反射模型与视角辐射误差改正	56
§ 5.1 电磁辐射的定量描述	56
§ 5.2 地物反射的理论模型	59
§ 5.3 视角辐射误差改正	62
§ 5.4 视角辐射误差改正的实验与分析	67
第 6 章 几何空间变换与几何数据模型	70
§ 6.1 几何空间变换的概念	70
§ 6.2 几何空间数据模型	74
§ 6.3 数字地面模型	82
§ 6.4 基于影像相关生成数字高程模型时粗差的处理	83

第 7 章 空间数据的立体测量模型与正射投影表达	87
§ 7.1 空间数据的立体测量模型	87
§ 7.2 空间数据的表达模型	89
§ 7.3 地表地形的正射投影表达	91
第 8 章 地表空间的虚拟现实表达	98
§ 8.1 地表空间的表达模型	98
§ 8.2 地图投影与几何投影	99
§ 8.3 地表空间模拟与虚拟现实	104
§ 8.4 基于数字模拟技术的地表空间重建	109
§ 8.5 空间信息 3 维虚拟现实系统	117
第 9 章 车载多传感器集成 3 维空间数据获取与处理系统	120
§ 9.1 位置姿态测量系统	120
§ 9.2 激光扫描测量系统	127
§ 9.3 多传感器集成与数据融合	134
§ 9.4 车载式遥感数据获取系统在城市 3 维街景建立中的应用	144
参考文献	149
致谢	154

CONTENTS

Chapter 1	Introduction	1
§ 1.1	Research Background	1
§ 1.2	Advances of Foreign and Domestic Researches	2
§ 1.3	Brief Introduction for Digital Simulation of Earth Surface Space	5
Chapter 2	Computer Simulation and Fundamentals of Spatial Transformation	7
§ 2.1	Computer Simulation	7
§ 2.2	Earth Surface Space and Visual Image Space	11
§ 2.3	Spatial Transformation	16
Chapter 3	The Atmospheric Effect and Remote Sensing Image Simulation	22
§ 3.1	Understanding Remote Sensing Imaging from Spatial Information Transformation	22
§ 3.2	Remote Sensing Imaging Procedure and Atmospheric Effect	25
§ 3.3	Transmission Model of Atmospheric Radiation in Remote Sensing	32
§ 3.4	Fundamentals and Methods of Remote Sensing Image Simulation	33
§ 3.5	Experiments of Remote Sensing Image Simulation and Analysis	36
Chapter 4	Ground Object Spectrum and Digital Simulation of Sensor Characteristics	40
§ 4.1	Concept of Ground Object Spectrum	40
§ 4.2	Ground Reflectance and Reflection Spectra of Ground Objects	43
§ 4.3	Sensor Characteristics	46
§ 4.4	Digital Simulation of Sensor Spectrum Characteristics	49
§ 4.5	Experiments of Sensor Spectrum Characteristics Simulation and Analysis	52

Chapter 5	Reflection Model of Ground Objects and Correction of Radiant Viewing Angle Errors	56
§ 5.1	Quantitative Description of Electromagnetic Radiation	56
§ 5.2	Theoretical Models for Ground Object Reflection	59
§ 5.3	Correction of Radiant Viewing Angle Error	62
§ 5.4	Experiments of Radiant Viewing Angle Error Correction and Analysis	67
Chapter 6	Geometric Space Transformation and Geometric Data Models	70
§ 6.1	Concept of Geometric Space Transformation	70
§ 6.2	Geometric Models of Spatial Data	74
§ 6.3	Digital Terrain Model	82
§ 6.4	Gross Error Processing of DEM Generation Based on Image Correlation	83
Chapter 7	Stereometric Models and Orthographic Projection Representation of Spatial Data	87
§ 7.1	Stereometric Models of Spatial Data	87
§ 7.2	Representation Models of Spatial Data	89
§ 7.3	Orthographic Projection Representation of Terrain	91
Chapter 8	Virtual Reality Representation of Earth Surface Space	98
§ 8.1	Representation Model of Earth Surface Space	98
§ 8.2	Map Projection and Geometric Projection	99
§ 8.3	Earth Surface Space Simulation and Virtual Reality	104
§ 8.4	Earth Surface Space Reconstruction Based on Digital Simulation	109
§ 8.5	3D Virtual Reality System of Spatial Information	117
Chapter 9	3D Spatial Data Acquisition and Process System Based on Vehicle-borne Multisensor Integration	120
§ 9.1	Positioning and Orientation System	120
§ 9.2	Laser Scanning Surveying System	127
§ 9.3	Multisensor Integration and Data Fusion	134
§ 9.4	Application of Vehicle-borne Remote Sensing Data Acquisition System in 3D City Street Modeling	144
References		149
Acknowledgement		154

第1章 概述

地球空间信息的处理涉及信息的获取、加工、表达、认知等过程。从信息论的角度来看,它是一个有关地球的复杂的信息处理加工过程。人类对地球的探索,经历了靠目视估计徒手草绘地图、地面仪器辅助测绘地图、航空测绘地图到航天测绘地图的过程,说明人类观察地球的视野在不断扩大;从实物模拟地图、数字地图、地理信息系统(Geographic Information System, GIS)到数字地球,标志着人类认识地球的表达方式和分析手段均发生了质的变化。这些都离不开科学技术的进步。科学技术的进步深化了人类对地球的认识,增强了人类控制自然环境、改造地球的能力。

地球空间信息在人类对地球的认知中具有重要的意义。这可从两个层次上来考虑:首先,地球空间信息是描述地球状况的信息,是人类认识地球的源泉;其次,地球空间信息的表现方式对认知、理解程度具有影响,因为人们对地球的认知在很大程度上取决于对地球空间信息的接受和理解。

§ 1.1 研究背景

空间信息是人类认识地球的媒介和基础。人是基于空间信息认知地球的,而人的认知又是在大脑中产生的。因此,人类对地球(包括地球环境)产生认知的过程可分为3个阶段:

- (1)获取空间信息;
- (2)传递有关的空间信息到大脑(包括空间信息过滤);
- (3)大脑进行信息处理,并产生认知。

在地图出现之前,人们主要靠眼睛(视觉)来获取空间信息,此时关于地球认知的信息来自视觉,这些信息只能由每个人的大脑进行加工。如果将地球表面定义为一个信息场,那么从遥感获取、计算机制图到GIS系统都可看做是信息的加工或信息变换。从认知科学的角度来看,人类的思维也是一个信息加工处理的过程,因此人类对地球的认知同样是一种信息加工处理。人们头脑中的地球实质上是从地表信息场到人脑信息场的信息变换。

人与地球之间、人与计算机之间均存在交互的关系,即存在双向的信息流向。人、地、计算机之间的信息流形成了闭环。人们不仅可直接与地球进行信息交换,而且也可以通过计算机来获取地球的信息。如果将地球信息场完整地变换到计算机中,形成一个“等价的”地球信息场——计算机模拟信息场,那么人们也可以与这

个计算机模拟信息场实现双向的信息交换。认知科学的研究表明,人类对外界产生认知的信息是通过人的感官获取的,而人对外界的信息反馈是通过人的行为来实现的。人类经过长期进化与外界形成的这种信息交换关系在一定程度上体现了人与自然的和谐,一种信息交换意义上的和谐。因此,在人通过计算机认识地球时,保持这种和谐关系是非常重要的。

从地球信息场到人脑信息场的信息变换及其相互关系可以通过计算机模拟来描述。任何通过计算机进行的信息处理都可看做一个计算机模拟过程。计算机模拟可分为计算模拟、可视模拟等。计算模拟可用来模拟信息的变换或状态的变化;可视模拟可用来进行信息或状态的可视输出。可视模拟的结果是通过视觉进行信息交换的载体,信息依附于载体之上。事实上,可视化就是一种可视模拟,而地学可视化就是对地学数据进行可视模拟。地学可视化包括地图可视化、地理可视化和GIS可视化。在信息系统中,人的认知程度在一定程度上取决于对数据(信息)可视化的优劣。可视化是信息处理系统中非常重要的一个环节。可视化的表现形式主要包括人类视觉可接受的图形、图像。传统地图正是将若干地学数据进行图形可视化的结果。目前市场上大部分的商品化GIS系统也主要是采用图形可视化的方法。应该说,图形可视化能更逼真地表达地球空间信息,是地学可视化的发展趋势。

§ 1.2 国内外相关研究进展

地球表面是一个3维空间(物空间),地表信息场是一个关于3维空间的信息场。事实上人们通过视觉直接观察地表时,能够感知到一个3维空间的存在。很显然,在地表空间与人脑之间存在一种映射。同样地,地图也是地球表面的一个映射,只不过这时3维的物空间被映射到了2维的地图(像)平面上。但人们观察地图时,难以感知到该地图所表达的物空间的3维像。从感知的角度来说,这就是一种信息损失。它影响到人机之间的关系和谐,不利于人们对空间信息的认知。

对地表空间进行研究的主要目的在于认识地表空间和应用地表空间资源。因此,地表空间研究首先涉及地表信息的获取、处理与表达。地表空间信息的表达既是对地表空间认识结果的描述,同时它也是有效利用地表空间资源的基础。地表空间表达是地表空间研究中的重要环节。从目前国内外的研究来看,地表空间表达的研究正在朝着数字化、可视化、定位化(几何)、量化(属性)与全球化的方向发展,这与人类社会的信息化进程是一致的。国内外在这些方面的相关研究呈现出不同的特点。

1.2.1 遥感数据获取技术

遥感数据获取技术的发展特点主要表现在以下几个方面。

1. 遥感数据获取手段的多样化及数据获取目的的具体化

从卫星遥感、航空遥感、气球遥感到地面遥感组成了立体的获取平台;从光谱遥感到雷达遥感,利用了更广泛的电磁波谱段;从常规卫星遥感到小卫星系列的机动遥感,使全球遥感与局域遥感相结合;从气象卫星、地球资源卫星到海洋卫星及其他用以获取专门数据的卫星,使得遥感获取的数据更具针对性和专业性。

2. 遥感数据的空间分辨率、光谱分辨率和时间分辨率得到进一步提高

由于空间分析和空间定位的需要,遥感数据的空间分辨率越来越高,从气象卫星 1 km 的空间分辨率、MSS 的 80 m 空间分辨率、TM 的 30 m 空间分辨率、SPOT 的 10 m 空间分辨率到 IKONOS 的 1 m 空间分辨率,遥感数据获取呈金字塔分布之势,便于进行各种空间尺度的分析。

由于数据分析的需要,遥感数据的光谱分辨率越来越高。从过去的单光谱遥感、多光谱遥感、高光谱遥感到目前的超光谱遥感,光谱波段的带宽逐渐变窄,光谱波段数多达几百个,便于进行地物光谱的精细分析。

由于动态分析的需要,遥感数据的时间分辨率也呈现多级分布,多种时间分辨率的遥感数据同时并存,便于对不同时间周期的地学现象进行分析与研究。

3. 遥感从多平台、多分辨率、多光谱和多时相遥感发展到多角度遥感

由于遥感应用已从过去的定性分析应用逐步向定量分析应用发展,原来的单角度遥感已不能适应定量遥感的需求,因而需要发展多角度遥感系统,以便利用遥感数据来反演地表的生物物理数据场,这是光学遥感发展的一个新趋势。

1.2.2 空间信息适于理解的可视化表达

在很多地学应用中均强调了空间信息的可视化(Fuhrmann, 2000; Oberholzer et al, 2000; Pundt et al, 2000)。可视化可以作为认识和理解视觉模式的一种工具,以增强人们对现实世界状况的理解。传统的可视化概念被用来描述以图形的方式来传递和表达最终结果的过程。此时,可视化是一个任务处理系列的最后一个步骤。计算机是信息的提供者,而用户是信息的消费者。Blaser 等人(2000)认为,上述对可视化的理解是不全面的,它仅考虑了人机交互的最后一步,是信息流的单向流动。可视化的原始定义是建立某物的“心理意象”(mental image),而不仅仅是在计算机屏幕上显示图形结果。可视化是人机之间的一个交流和理解过程。因此,适于交流和理解的可视化对 GIS 领域中的应用是非常有利的。

在很多 GIS 系统和 GIS 应用软件中,可视化已经成为一个不可缺少的部分。在虚拟空间中,对于空间对象的直接操作来说,3 维交互的功能是很重要的。图 1-1(Dollner et al, 2000)表示了一个 3 维交互的 GIS 系统支持空间对象与其可视表达之间的交互处理。

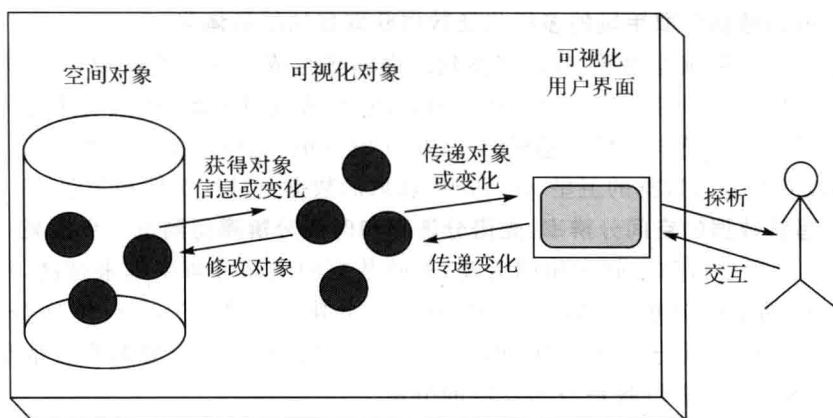


图 1-1 空间对象与其可视表达之间的交互

探索高维数据空间以及研究地学过程的本质都需要应用合适的工具(Uhlenkuken et al, 2000)。对于原始数据而言,如果它们以一种不可用的形式存在,则原始数据毫无意义。为了使原始数据变得有意义,需要对其进行适当的变换操作,以便提取人们感兴趣的相关信息,并根据处理数据的特点,选取合适的可视化方法进行表达,使得人们能够更容易区分可视目标之间的关系。采用基于 3 维虚拟景观表达与其他可视化方法的集成来研究多维数据的可视化表达,可以描述多维数据在空间和时间上的关系(Kreuseler, 2000)。

近几年来,3 维地理信息系统(3D GIS)及其应用得到了很大的发展,已经开发了许多的商用系统,如 ArcView, Intergraph 和 GRASS。ArcView, Intergraph 的新版本都支持对目标的 3 维建模及可视化,在建模区域内支持不同视点的观察,支持表面积、体积的计算等。这些功能在 3D GIS 中起着重要的作用(Sirakov et al, 2001)。

1.2.3 空间信息的 3 维定位表达

空间信息应用要求对空间数据进行空间定位表达。空间数据的 3 维表达是很重要的(Zribi et al, 2000),如土壤表面断面的 1 维表达就难以表示土壤结构的 3 维特性。空间数据的复杂性使得在现阶段应用计算机全自动地处理空间数据还存在一些问题。地表空间实体的特性往往与它的空间位置相关,因此在地表空间中描述和定位 3 维物体是 3D GIS 中的一个基本的问题,是人们通过计算机来认识和解决地表空间问题的基础。空间数据的 3 维可视化实际上是空间数据的可视化与定位化的结合。

1.2.4 空间信息的定量改正与定量应用

空间信息的应用正从定性分析应用逐步发展到定量分析应用阶段。就全球变

化研究而言,由于地表参数的全球尺度特性及其时空变化,使得遥感成为唯一实用和经济的方法。为了提高遥感数据的应用精度,需要对各种影响因素进行定量化的改正(Coops et al, 2000; Fraser Gemmell, 2000; Hu et al, 2000; Roujean, 2000)。在定量遥感中,人们对地表的反射率模型(Kuusk et al, 2000),归一化植被指数 NDVI、大气改正技术(McGwire et al, 2000)等进行了研究。

近年来,对双向反射率分布函数(Bidirectional Reflectance Distribution Function, BRDF)的研究很多,这说明了在定量遥感分析中,人们已经开始重视角度误差的影响(Lucht et al, 2000)。在遥感数据的处理中,大气改正和方向改正是很重要的(Shepherd et al, 2000)。如在遥感定量分析用于沙漠化监测应用中,为了从亮度温度中提取高精度的地表温度,必须对大气的影、地形的坡度、坡向以及阴影的影响加以改正(Schadlich et al, 2001)。

1.2.5 空间信息的全球化处理

由于经济、地球环境变化的全球化,人们需要处理关于整个地球的空间信息。数字地球的概念就是在这种背景下提出来的。数字地球需要关于整个地球真3维的、多级分辨率的可视表达。数字地球的建立是一个需要处理地球信息获取、信息加工、海量信息存储、信息标准、信息共享、信息传输以及信息表达等的复杂系统工程。

国内在数字地球(陈述彭, 1999a; 李琦等, 1999b)、遥感的量化分析(闵祥军等, 1997; 田庆久等, 1997; 田庆久等, 1998; 叶泽田等, 2000a)、空间数据的可视化(朱庆, 1998; 龚建华等, 1999; 朱庆等, 2001)、3D GIS(龚健雅, 1998; 郭达志等, 2000)以及虚拟环境的建立(张华军, 1997; 刘学慧, 1998)等方面进行了研究。

从认知的角度来看,数字地球中的空间信息处理是一个关于从物空间到像空间的信息流及信息变换过程。从计算机模拟的角度来看,就是要进行地表空间模拟,在计算机中生成一个模拟的地球即数字地球,以便利用全数字的方式来支持对地球空间数据的各种应用。

§ 1.3 地表空间数字模拟技术简介

1.3.1 研究目标

本书中关于地表空间数字模拟技术的研究,旨在通过对一系列相关的理论、方法和技术的探讨,研究如何利用计算机建立一个真3维的数字地表,从而在计算机中真实再现地表空间。该数字地表不仅能够实现与真实地表有关的几何信息的量化与可视化,而且也能够实现与真实地表有关的辐射信息的量化与可视化。

1.3.2 研究内容

本书从计算机模拟的角度出发,对空间及空间变换进行了分析,将地表空间模拟置于空间变换的基础上来进行研究;探讨了遥感成像仿真的方法,模拟了将实际地表空间变换至2维图像空间的过程;接着采用分解的方法,利用2维图像分别提取空间目标的属性信息和几何信息;通过对空间信息的数据模型的探讨,研究了空间信息的虚拟现实表达;最后基于空间信息,利用几何信息和属性信息的数据融合在视像空间虚拟了相应的物空间,实现了地表空间的真3维模拟。

1.3.3 本书结构

通过遥感对真实地表空间进行数字化之后,将地表空间变换到遥感图像空间。在遥感图像空间中,包含有两种类型的数据:一种是带有误差的辐射数据,一种是带有误差的几何数据。通过分别对这两种数据进行辐射改正和几何改正,可得到正确反映地表的辐射信息和几何信息。辐射信息和几何信息组成了不可见的数字地表空间。通过可视化表达处理,可在视像空间中形成一个与真实地表空间相对应的可视地表。

因此,围绕地表空间模拟这个主题,本书全文共分为9章,分别按概述、地表空间数字模拟的理论基础、辐射空间信息处理、几何空间信息处理、地表空间信息表达、车载多传感器集成系统等6个部分来进行组织。

(1)第一部分为第1章。这一部分首先简要地介绍了与地球空间信息科学有关的背景,回顾了国内外在地表空间模拟方面的研究现状和发展趋势。

(2)第二部分为第2章,是地表空间数字模拟的理论基础,阐述了从物理的地表空间变换到视像空间所涉及的主要内容,也是本书进行其他工作的理论框架。

(3)第三部分包括第3章至第5章的内容。这一部分详细介绍了作者在基于遥感的辐射空间信息处理方面所做的工作,涉及遥感图像模拟、模拟图像应用及遥感成像辐射误差改正。

(4)第四部分为第6章,讨论和介绍了基于遥感的几何空间信息处理方面的内容及作者在几何空间信息处理方面的工作。

(5)第五部分包括第7章和第8章,研究内容涉及地表空间信息的表达。其中第7章讨论和研究了地表空间的正射投影表达;第8章研究了地表空间的虚拟现实表达,并对研究的系统原型SMVR进行了介绍。

(6)第六部分为第9章,讨论和介绍了基于多传感器集成的直接定位测量系统,该系统是对地表进行快速数字模拟的地面遥感数据获取与处理系统,并对系统原型MSMP进行了介绍。