

Mc
Graw
Hill

Education

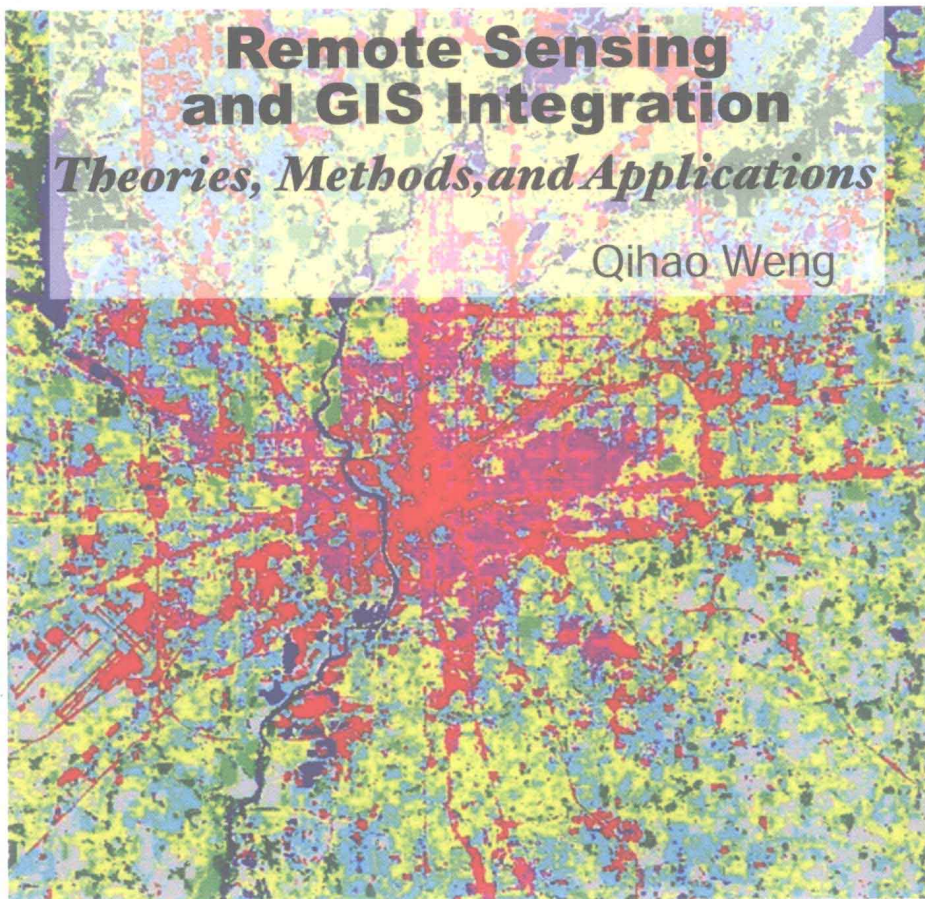
遥感与地理信息系统集成 ——理论、方法与应用

杜世宏 李培军 中文导读

Remote Sensing and GIS Integration

Theories, Methods, and Applications

Qihao Weng



科学出版社

遥感与地理信息系统集成

——理论、方法与应用

Qihao Weng

杜世宏 李培军 中文导读



科学出版社

北京

Qihao Weng

Remote Sensing and GIS Integration: Theories, Methods, and Applications

ISBN 978-0-07-160653-0

Copyright © 2010 by The McGraw-Hill Companies, Inc.

All Rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronic or mechanical, including without limitation photocopying, recording, taping, or any database, information or retrieval system, without the prior written permission of the publisher.

This authorized Bilingual edition is jointly published by McGraw-Hill Education (Asia) and Science Press. This edition is authorized for sale in the People's Republic of China only, excluding Hong Kong, Macao SAR and Taiwan.

Copyright © 2011 by McGraw-Hill Education (Asia), a division of the Singapore Branch of The McGraw-Hill Companies, Inc. and Science Press

版权所有。未经出版人事先书面许可，对本出版物的任何部分不得以任何方式或途径复制或传播，包括但不限于复印、录制、录音，或通过任何数据库、信息或可检索的系统。

本授权双语版由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司和科学出版社合作出版。此版本经授权仅限在中华人民共和国境内（不包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾）销售。

版权© 2011 由麦格劳-希尔（亚洲）教育出版公司与科学出版社所有。

本书封面贴有 McGraw-Hill 公司防伪标签，无标签者不得销售。

北京市版权局著作权合同登记号：01-2011-3629

本书可作为高等学校遥感、地理信息系统、城市科学、环境科学、生态学等专业高年级本科生和研究生教材，同时也可作为相关领域研究人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

遥感与地理信息系统集成——理论、方法与应用/ (美) 翁齐浩著; 杜世宏, 李培军中文导读. —北京: 科学出版社, 2011

ISBN 978-7-03-032327-9

I. ①遥… II. ①翁…②杜…③李… III. ①遥感技术-研究②地理信息系统-研究 IV. ①TP7②2008

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 185545 号

· 责任编辑: 韩 鹏 朱海燕/责任校对: 包志虹

责任印制: 钱玉芬/封面设计: 陈 敬

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

新 蕾 印 刷 厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2011 年 9 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)

2011 年 9 月第一次印刷 印张: 30 3/4 插页: 8

印数: 1-3 000 字数: 500 000

定价: 79.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

中文导读版序言

由翁齐浩教授撰写的著作 *Remote sensing and GIS integration: theories, methods, and applications* (中文译名: 遥感与地理信息系统集成——理论、方法与应用), 英文版由美国麦克劳·希尔公司于 2010 年出版, 中文导读版将由科学出版社出版。翁齐浩博士现为美国印第安纳州州立大学地理学教授及城市与环境变化中心主任, 长期从事遥感与 GIS 集成理论方法及其在城市生态环境分析、土地覆盖和土地利用制图及变化等方面的应用研究, 是城市遥感方面的国际知名学者。本书全面总结了遥感与 GIS 集成方法的最新进展, 是对作者多年研究成果的浓缩, 特色在于理论方法与实际应用的紧密结合, 以理论指导实际应用, 并通过应用实例进一步对理论方法进行阐述和分析。

能有幸拜读并进行中文导读翻译, 使我们从中获益匪浅。我们相信, 中文导读版在我国的出版发行, 势必引起广大读者的兴趣, 并带动相关研究的进步。

参加本书中文导读翻译的研究生有冯昕、宋本钦、张俊、张西雅、王雪艳。在此对他们的辛勤工作表示感谢。

由于译者水平所限以及疏漏, 翻译不当在所难免, 敬请不吝赐教, 以便再版时改进。

杜世宏 李培军

2011 年 8 月

序

当翁齐浩 (Qihao Weng) 邀请我为他的著作写序的时候, 我立刻涌起了两个念头。首先, 能得到他的邀请, 我感到非常高兴也非常荣耀。除却高兴, 当我进一步通读他的信时, 我忽然惊讶地意识到距我和 Geoffrey Edwards、Yvan Bédard 在 *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* (PE&RS) 杂志上发表关于遥感和 GIS 集成论文已经整整 20 年了。对于一个专注于地理空间数据采集、管理、分析和发布, 且发展迅速的领域而言, 20 年是一段非常长的时间。我非常高兴翁齐浩能够有热情、有耐心, 最重要的是贡献了许多时间, 来为遥感和 GIS 集成方面的发展现状做一个全面的综述。

当我和 Geoff、Yvan 共同撰写我们的论文时, 这不仅是第一篇集成两个独立技术的偏重理论类的文章, 而且这也成为了美国国家地理信息与分析中心 (NCGIA) 即将发布的倡议 12——遥感与 GIS 集成的一个宣言。提出遥感与 GIS 集成这项倡议的主要科学家 Jack Estes、Dave Simonett、Jeff Star 和 Frank Davis 都来自加利福尼亚大学圣巴巴拉分校的 NCGIA 中心, 因此我曾认为我们需要做些事情来证明我们对这个科学团队的价值。让我感到欣慰的是, 我们实现了期望的结果。

事实上, 这篇论文的撰写在一定程度上始于一个偶然的機會。当时, Geoff Edwards 发现我和他各自向即将在渥太华召开的 GIS 国家会议提交了题目和内容都很相似的文章。他问我能否将我们的成果合并在一起。我立即同意了他的建议, 而且希望在即将出版的 *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 杂志的 GIS 专辑上发表研究论文。Geoff 和 Yvan 当时在魁北克的拉瓦勒大学工作, 而我在奥罗诺的缅因州大学工作。在这个关键的时刻, 我们都使用 Macintoshes 在因特网上互相发送我们的文件, 无需担心数据转换的问题。

当我回首那段时光，我仍在思考那些 20 年前我们认为是最紧迫的科学问题。这些问题有多少已被解决了，有多少依然存在着，又有多少新的问题在这期间被提出？GIS 和遥感图像处理是否仍然彼此独立？那些关注 GIS 和遥感发展的科学团体是否彼此互不沟通？数据格式、数据转换以及标准的缺乏是否依然是最紧迫的问题？是否还不能做到像我们习惯的那样，在地理浏览器（Geobrowser）中简单地点击一下，就可以从地图视图切换到卫星图像，再切换到鸟瞰视图或者街景视图？难道谷歌地球没有教给我们，通过技术可以从多种数据集（包括作为地理定位支撑的遥感图像），生成无缝的地理空间数据库？难道我们不期望在任何地方都可以通过 UMTS、无线网或者热点，链接到地理空间数据库？难道我们没有注意到随着高分辨率卫星和数字航空相机的出现，遥感数据应用的快速增长？简言之，我们已经解决所有与遥感和 GIS 集成相关的问题了？

翁齐浩博士的书把这些问题提升到了一个科学的水平。这本书展示了我们在这一领域的理论、方法与应用方面的进展。同时，他也指出了许多由新技术与新进展带来的不足和新的研究问题。20 年前，我们没有提到 GPS、LiDAR 或因特网可以作为地理空间领域发展的驱动力。现在，我们必须重新考虑我们的研究问题，这些问题源于新技术和新应用，它们看起来总是领先于理论和方法论分析。特别是，这本书的应用部分有条理地审视了不同领域的研究实例。它揭示了现今有多少应用是基于遥感和其他地理空间数据的结合。事实上，很难找到一个地理空间分析领域，没有受益于遥感数据的集成。另一方面，遥感图像的自动解译结果也通过与 GIS 所管理的各种的地理空间数据和属性数据的综合分析而得到极大的改善。

1989 年，当我和 Geoff Edwards、Yvan Bédard 共同撰写关于遥感与 GIS 集成的论文时，这两种技术基本是相互独立的，或者说是互相对立的。今天，这种分离已经不复存在了。GIS 把遥感图像集成成为地理空间数据库不可或缺的一部分，而图像处理系统则把 GIS 分析功能集成到它们的处理软件中。我甚至怀疑，专业术语 GIS（数据处理）和遥感（数据采集）仍像 20 年前那样同样重要。在过去的 10 到 15 年中我们已经看到，一个同时包含这两种技术的新学科领域的出现。不论我们把这个

领域称作地理空间科学、地理信息科学、测绘学或者是地理空间信息学，有一件事情是一致的：遥感、图像分析和 GIS 都是这个学科的一部分。

我祝贺翁齐浩博士完成了将内容汇集成书的艰巨任务。现在，我们有了一本完整且可靠的关于遥感与 GIS 集成技术进展的书。未来的 20 年，本书可能会成为下一份科学进展报告的参考点。我也一定会在我的遥感与 GIS 课堂上使用这本书。

Manfred Ehlers
德国奥斯纳布吕克大学

前 言

在过去的三四十年里，在各种资源、环境和城市研究中，遥感数据的应用急剧增加。不断发展的地理信息系统（GIS）功能使得计算机系统有可能以更有效的方式处理地理空间数据。利用这些数据和现代地理空间技术来研究自然和人类系统，并模拟和预测这些系统随时间推移的行为的过程中产生了大量与“集成”相关的出版物。事实上，自 20 世纪 90 年代以来，遥感和 GIS 的文献资料见证了遥感和 GIS 学者对将这两个相关技术的集成推向一个新的科学研究前沿所作出的巨大努力。

简单地说，遥感和 GIS 的集成是双赢的，原因有二，首先，将遥感数据与 GIS 所收集的制图数据和其他数据，包括环境和社会经济数据，进行综合应用的需求有了大幅增长。遥感产品对 GIS 数据库发展有着吸引力，因为它们能以栅格数据格式提供高性价比的大范围数据。栅格格式可以方便地输入到 GIS 中，并可转换为适当的数据格式用于后续的分析和建模应用。而且，遥感系统通常可采集不同日期的数据，用于监测地表特征和过程的时间变化。遥感还可以提供某些生物物理参数的信息，比如目标的温度、生物量和高度。这些信息在评估和模拟环境和资源系统时是十分重要的。作为建模工具，GIS 需要集成遥感数据与其他类型的地理空间数据。由于 GIS 生成的制图数据通常是静态的，绝大多数是在单一时期采集并存档的，因此 GIS 与遥感和其他数据的集成就更为重要。遥感数据可用于校正、更新和维护 GIS 数据库。其次，GIS 是一种重要的数据处理技术，而遥感是一种主要的数据采集技术。许多在遥感图像处理系统中比较难以实现的任务在 GIS 中则能较容易地实现，反之亦然。总之，综合使用遥感和 GIS 数据以及综合利用遥感（包括数字图像处理）和 GIS 功能进行管理、分析和显示这些数据的需求导致了两者的集成。

今年是埃勒斯 (Ehlers) 和他的同事们发表关于遥感与 GIS 集成的开创性论文 (1989) 二十周年。这篇论文提出了三个阶段渐进集成的观点。1990 年 12 月, 美国国家地理信息与分析中心 (NCGIA) 推出一项新的研究倡议, 即倡议 12——遥感与 GIS 的集成。这项倡议由 John Estes, Frank Davis 和 Jeffrey Star 博士牵头, 并于 1993 年结束。此项倡议的目的是认识更全面地集成遥感和 GIS 会遇到的障碍, 制定优先研究议程以克服这些障碍, 以及开展或推进那些最优先主题的研究。讨论主要集中在五个方面, 即制度问题、数据结构和访问、数据处理流程、误差分析和未来的计算环境 (参阅 www.ncgia.ucsb.edu/research/initiatives.html)。讨论结果于 1991 年发表于 *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 杂志的一个专辑 (第 6 期第 57 卷) 上。

近 20 年来, 我们目睹了许多新的机遇, 以综合日益增长的计算能力、现代远程通信技术、日益丰富的数字数据以及更先进的分析算法等, 这些机遇对面向环境、资源和城市研究的遥感和 GIS 集成可能已经产生了重大影响。仔细审查现代的计算机、通信、数据和分析技术所取得的进展、存在的问题以及未来发展方向, 具有重要意义。我决定编汇这样一本书来反映我过去十年中所完成的部分工作, 但在一开始就发现, 在决定内容取舍、如何表述以及取舍原因方面, 具有一定的挑战性。

本书涉及遥感与 GIS 集成中三个相互关联的问题, 即理论、方法和应用。首先, 研究了不同的集成理论方法。具体而言, 在于本书着眼于集成的层次、方法论以及模型等问题。本书将接着探讨遥感与 GIS 的数据与技术集成的实用方法。在理论和方法分析的基础上, 本书将进一步研究目前集成中存在的概念和技术上的障碍以及可能的解决方案。众多的讨论将集中于计算机、网络和通信技术、高分辨率卫星图像和激光雷达 (LiDAR) 数据的可获得性, 以及新的图像分析算法等对集成的影响。理论探讨将以我对未来发展的看法结束。本书很大一部分通过实例展示遥感与 GIS 集成的一系列应用领域。每个应用领域以分析最新的方法开始, 随后详细介绍一个案例研究。应用领域包括城市土地利用和土地覆盖制图、景观描述和分析、城市特征提取、基于激光雷达数据的建筑物提取、城市热岛和局

地气候分析、地表径流的建模和分析、空气质量与土地利用模式间的关系、人口估计、生活质量评估、城市与区域发展以及公众健康。

翁齐浩博士

致 谢

我对遥感和 GIS 集成的兴趣可以追溯到 20 世纪 90 年代,当时我师从于乔治亚大学已故的罗楚鹏 (Chor-Pang Lo) 博士。他热情地鼓励我以此作为我的博士论文研究方向。我非常感谢他对我的鼓励和一如既往的支持,直到 2007 年 12 月他离开人世。2008 年春,我获批准学术休假。我的一个长期合作者 Dale Quattrochi 博士邀请我与他一起工作,但是我的 NASA 研究员职位还在审批中。正当我放松休息的时候,一个在麦克劳希尔集团的朋友 Taisuke Soda 先生邀请我写一本关于遥感与 GIS 集成的书。

我希望向几个为这本书做出贡献的印第安纳州州立大学的研究生表示最真诚的感谢。按姓氏字母顺序排列,他们是 Jing Han 女士、Xuefei Hu 博士、Guiying Li 博士、Bingqing Liang 博士、Hua Liu 博士和 Dengsheng Lu 博士。我感谢他们对数据的收集和分析以及一些章节的起草。我的合作者,上海同济大学的童晓华博士参与了第 2 章和第 6 章的撰写。印第安纳州州立大学现在或以前的教员 Paul Mausel 博士、Brain Ceh 博士、Robert Larson 博士、James Speer 博士、Cheng Zhao 博士和 Michael Angilletta 博士审核了一些章节的前期版本。

我还要感谢德国奥斯纳布吕克大学的 Manfred Ehlers 教授,他热情地为本书撰写了序言。他对遥感与 GIS 集成的重要研究始终激励我从事这个不断发展的课题。

最后,我还要感谢我的家人,将这本书奉献他们,感谢他们长期的关爱和支持。

我希望这本书的出版能够激励学生和研究者对遥感与 GIS 的集成开展更深入的研究和分析。在本书的撰写过程中,我感觉自己越来越像一个学生,并希望自己未来的研究更加专注于这个有意义的课题。

作者简介



翁齐浩博士是印第安纳州州立大学地理学教授及城市与环境变化中心主任。他也是武汉大学和北京师范大学的兼职/客座教授、北京气象局的客座研究员。2008 至 2009 年间任美国国家航空航天局 (NASA) 高级研究员。他在美国乔治亚大学获得地理学博士学位。在印第安纳州州立大学教授遥感、数字图像处理、遥感与 GIS 集成以及 GIS 与环境建模等课程。他的研究主要集中在城市生态环境系统、土地利用和土地覆盖变化、城市化影响以及人类与环境相互作用的遥感和 GIS 分析。2006 年, 他获得德莱塞杰出研究奖, 这是美国印第安纳州州立大学教员的最高研究荣誉。翁博士发表过一百多篇同行评审的期刊文章及其他出版物。

第 1 章 遥感和地理信息系统原理

本章介绍遥感和地理信息系统（GIS）原理。因为有很多遥感和 GIS 的教科书，本书的读者如果感兴趣的话，可以进一步阅读本章所讨论的题目。本书只包含最新的相关文献。对遥感和 GIS 原理讨论的目的是便于第 2 章有关遥感和 GIS 集成的讨论。

第 2 章 遥感和地理信息系统的集成

本章集中讨论与遥感和 GIS 集成相关的理论和方法问题。本章从集成方法的研究开始，然后讨论不同集成方法的理论基础。接着，讨论集成的技术障碍和可能的解决方案。本章以集成的未来发展前景分析作为结尾。进一步的分析将集中于计算机、网络和远程通讯技术、高分辨率卫星图像和激光雷达数据的可获得性以及新的图像分析算法对集成的影响。

第 3 章 城市土地利用和土地覆盖分类

城市土地利用和土地覆盖（LULC）数据集是许多应用的重要数据源，如社会经济研究、城市管理和规划以及城市环境评价。过去几十年中，持续的人口和经济增长导致了城市的快速扩张。因此，往往需要及时准确的城市土地利用和土地覆盖制图。虽然很多遥感图像分类方法提出（Lu and Weng, 2007），

但由于复杂的城市景观和遥感数据的局限性，城市土地利用和土地覆盖分类仍面临挑战。

常规测绘方法不能及时地、成本合理地提供所需要的信息。遥感数据具有光谱、空间和时间分辨率的优势，已经证明了它们在提供城市地区物理特征方面如大小、形状、变化率等的强大优势，已被广泛用于城市生物物理特性的制图和监测（Haack et al. , 1997; Jensen and Cowen, 1999）。GIS 技术提供了一个输入、分析和显示不同来源数字数据的灵活环境，而这些数据是城市特征识别、变化检测和数据库开发所必需的。遥感和 GIS 技术的集成已被广泛应用，并被公认为城市相关研究的一种有效工具（Ehlers et al. , 1990; Harris and Ventura, 1995; Treitz et al. , 1992; Weng, 2002）。由于一些土地覆盖类型如不透水层和土壤、低密度居住区和森林的光谱特征易混淆，辅助数据已成为改善城市土地利用和土地覆盖分类精度的重要数据源。但是，在城市地区，不同密度的居民区的区分，居民区和森林或草地的区分，商业/工业区和居民区的区分是很重要的。人口普查数据，包括住房密度分布，与城市土地利用和土地覆盖模式紧密相关。基于印第安纳州的印第安纳波利斯市实例研究，本章探索在图像分类过程的不同阶段利用住房信息以确定一个改善城市土地利用和土地覆盖分类性能的合适方法。

第 4 章 城市景观描述与分析

城市景观是由建筑物、道路、停车场、人行道、花园、公墓、土壤、水体等组成的复杂组合体。每个城市组成表面都具有唯一的生物物理特性，并且和周围环境关联形成了城市生态系统和景观格局的空间复合体。为了理解异质景观（如城市区域）中格局和过程的动态性和它们的相互作用，人们必须能精确地量化城市景观的空间格局和时态变化（Wu et al. , 2000）。为达到这一目的，第一必须拥有一个标准的方法定义城市组成表面；第二必须以可重复和一致的方法对城市组成表面进行探

测和制图,以方便发展全局的城市形态模型,同时城市形态的时间变化能够被监测和建模。

遥感技术被广泛用于城市土地利用和土地覆盖(LULC)分类和变化检测。然而,基于像元的分类(硬分类)精度只在很少情况下才可大于80%(Mather, 1999)。因此,软/模糊分类方法被用于城市土地利用和土地覆盖分类。在软分类方法中,每个像元可分配给每个LULC类别一个隶属度,而不是仅分配给一个类别(Wang, 1990)。尽管如此,如Mather(1999)所建议的,硬分类或软分类方法都不是一个恰当的分析异质景观的工具,他坚持认为,应采用标识/描述/量化而不是分类,来更好地理解异质景观(如城市区域)的组成和过程。

Ridd(1995)提出一个重要的城市景观遥感分析概念模型,即植被—不透水表面—土壤模型(vegetation—impervious surface—soil, V-I-S)。模型假定城市中土地覆盖是由植被、不透水表面和土壤三个成分组成的线性组合。Ridd认为,该模型能用于城市形态以及生物物理和人文系统的时空分析。由于认识到V-I-S模型可用于定义标准化的城市景观组分,本章我们将应用线性光谱混合分析来对V-I-S组分进行估计和制图,以分析城市形态和动态过程。应用1991到2000年的多时相卫星图像,即1991、1995和2000年的Landsat TM/ETM+图像,在印第安纳州的印第安纳波利斯市进行了实例研究。本章具体目标为①应用线性光谱混合分析技术提取V-I-S组分,以描述研究区域在三个时间段的的城市形态;②通过评价V-I-S组分的变化,来分析城市形态的时空变化;③通过比较分析印第安纳波利斯市9个城镇的V-I-S组分和动态,研究城市内部景观结构变异。

第5章 城市特征提取

为提取道路和房屋等城市特征,高空间分辨率图像比中空间分辨率图像更多地被采用,这是因为高分辨率图像能提供更

详细的信息。随着空间分辨率增加,纯净像元比例很可能会增加,混合像元数量减少(Hsieh et al., 2001)。因此,亚像元分类器也许不是合适的方法。而且,传统的图像分类方法很大程度上是基于像元的颜色和色调,从高分辨率图像上得到的其他重要信息,如纹理、形状、上下文关系,被完全忽视了(Sharma and Sarkar, 1998)。因此,应用传统的或亚像元分类器从高空间分辨率图像提取特征通常是不合适的。

最近的研究已发展出了许多图像分割技术,用于特征提取,并获得了相当的成功(Cao and Jin, 2007; Guo et al., 2007; Karimi and Liu, 2004; Mayer et al., 1997, 1998; Wei et al., 2004; Yun and Uchimura, 2007)。然而,大多数图像分割技术并不能很好地应用于具有复杂光谱特征的环境(Pal and Pal, 1993),使得这些技术不适用于城市区域图像分类。面向对象的分类作用于由图像分割所生成的多个像元组成的对象(Shackelford and Davis, 2003)。面向对象方法比传统分类器有更多优点,因为他们不仅使用了光谱特征,而且应用了形状、纹理、上下文以及与相邻像素、超像素和子像素的关系等特征。这种方法已获得了成功的结果(Voode et al., 2004)。基于规则的分类是另一种用于图像对象分类的方法。传统的基于规则的分类是基于严格的二值规则。如果对象满足某个类别的规则,则对象被赋予该类别。具有精确边界的传统规则也许不适用于对象的分类,由于不同特征的属性可能会有重叠(Jin and Paswaters, 2007)。模糊逻辑能较好地处理数据中固有的不确定性和人类知识的含糊性(Jin and Paswaters, 2007)。

本章实现了一个基于模糊规则的面向对象分类技术,用于从高空间分辨率图像(IKONOS 图像)提取道路和建筑物。这个方法在分类过程中充分考虑了重要的图像特征,如光谱、空间和纹理信息。结合在印第安纳州的印第安纳波利斯市中心进行的实例研究,本章将进一步讨论面向对象方法会遇到的问题 and 可能的解决方案。

第6章 基于激光雷达数据的建筑物提取

准确和及时的城市建筑物空间信息和相关属性是必需的基础,可在理解、管理、规划持续变化的环境方面辅助决策。新社区、交通网、排水系统等的建立是少数的几个实例,其中建筑物信息对于规划过程来说是十分必要的。然而,有效的定量空间信息,往往无法直接从已有的数据资源中获得,而必须依靠提取技术。传统的野外测量方法费时且代价昂贵。规划图因其精度高而被广泛应用于各类城市应用,尽管制作和更新规划图耗时且自动化难度大。

近来,高分辨率遥感数据的获取为建筑物信息的高效自动提取提供了可能。航空图像由于其分辨率高而成为建筑物提取中常用的数据源。但是,此类图像通常只覆盖某些选定区域,缺乏覆盖同一地区的多时相数据,这使得依此建立的建筑物数据库很难更新。高分辨率的商业卫星图像数据越来越多的用于建筑物提取,但提取精度在一定程度上受阴影、几何畸变等问题的影响。本研究使用了一种新的数据源,即激光雷达数据(light detection and ranging, LiDAR)。激光雷达通过发射激光脉冲来得到地表高度信息,垂直和水平分辨率高,可小于1米。

在目前的研究中,面向对象的分类器一直被用于地形特征的分类和提取。通过结合激光雷达数据源、并利用高度信息来确定建筑物,面向对象方法展现出很大的潜力。然而,定义一个合适的规则来确定有意义的图像对象及所属类别是一项具有挑战性的工作,因为对象识别在很大程度上受研究人员的知识经验和数据质量的影响。此外,城市内的树木与较矮的建筑物具有相似的高度,二者很易混淆。因此,如何基于面向对象的分类方法利用 LiDAR 数据准确有效地提取城市建筑物是本研究所要解决的重要问题之一。

本章的目的是基于面向对象的分类技术利用 LiDAR 数据来提取城市建筑物。研究区为印第安纳州的印第安纳波利斯城区,