




众源影像摄影测量

单杰 邓非 陶鹏杰 刘玉轩 著

 科学出版社

众源影像摄影测量

单 杰 邓 非 陶鹏杰 刘玉轩 著



科学出版社

北京

内 容 简 介

本书全面系统地论述众源影像获取技术与方法和利用众源影像进行地理信息提取的摄影测量理论与方法,并介绍众源影像几何定位、众源影像密集匹配、众源影像配准方法与众源影像建模方法。全书共6章,第1章综合论述众源影像摄影测量的技术与方法;第2章介绍众源影像的获取技术与方法;第3章论述众源影像的几何定位方法,并介绍常用工具与软件;第4章论述生成众源影像三维点云的密集匹配方法;第5章论述众源影像与全景影像、地图数据、街景模型和激光点云配准的理论和方法;第6章论述利用众源影像进行三维建模的方法。

本书面向测绘遥感、地理信息、计算机视觉等相关专业,可作为科研工作者的工具书或参考书,也可作为高等院校本科生或研究生的教材或参考书。

图书在版编目(CIP)数据

众源影像摄影测量/单杰等著. —北京:科学出版社,2019.6

ISBN 978-7-03-061405-6

I. ①众… II. ①单… III. ①摄影测量学 IV. ①P23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 107200 号

责任编辑:杨光华/责任校对:高 嵘

责任印制:彭 超/封面设计:苏 波

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>

武汉精一佳印刷有限公司印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2019年6月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2019年6月第一次印刷 印张:12

字数:282 000

定价:128.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

前 言

众源影像是指由大众使用智能手机或普通数码相机等消费级设备拍摄,并通过互联网共享的带有地理信息的数字影像,它的出现为多尺度地理信息的获取提供了更加广泛的数据源。普通数码相机、智能手机等消费级硬件设备的发展与普及加速了众源影像的获取,而互联网技术作为信息传播的媒介使得众源影像的传播与共享成为现实。2009年,美国华盛顿大学的 GRAIL 成功完成了著名的“一日重建罗马”,之后众源影像便越来越多地应用于城市三维重建、灾区应急地理信息获取、损坏文物的数字化重建等方面。在当前互联网与大数据时代背景下,众源影像已经成为一种新型的地理信息影像数据。

相比于传统的摄影测量影像,众源影像虽然具有开放、低成本、易获取的优点,但是它的不规则性、多源异质与异构性给基于众源影像的信息提取带来了困难与挑战,不能简单套用现有成熟的基于航空影像的摄影测量方法。针对众源影像这种新型影像数据,尽管目前有不少研究,但是较为分散,国内仍然缺乏系统论述利用众源影像进行摄影测量处理从而获取三维地理信息的书籍。本书依托国家自然科学基金项目“基于众源影像的三维街景模型增强”(项目编号:41271431),以众源影像的数据集成获取、几何处理、三维重建为切入点,系统地论述众源影像的摄影测量处理理论与方法。

本书以我们在众源影像方面的研究为基础,对此进行归纳、总结,按照“数据—处理—信息”这一众源影像摄影测量处理流程,提出针对众源影像的摄影测量框架,并对各个流程进行详细地论述。第1章介绍众源影像的概念、特点和应用、众源影像三维建模关键技术及问题,以使读者可以宏观了解众源影像摄影测量所涉及的内容;第2章论述众源影像的集成与检索方法、下载与管理策略、冗余数据的过滤和检索

性能评价指标与方法,这是摄影测量处理的基础;第3章论述众源影像几何定位方法,重点介绍适用于众源影像的特征提取、影像匹配与光束法区域网平差方法,并介绍常见的开源与商业化软件;第4章论述众源影像密集匹配方法,内容包括双目影像立体匹配、多视影像密集匹配,介绍的方法完整涵盖局部匹配、半全局匹配和全局匹配;第5章综合论述众源影像与已有的多种类型数据的配准方法,包含全景影像、地图、街景和激光点云数据,实现多源信息的融合;第6章论述众源影像三维建模形成三维表面模型和单体化模型的方法。

各章的主要撰写人员分别为:第1章,单杰、刘玉轩;第2章,单杰、谢曹东、崔萌;第3章,刘玉轩、陶鹏杰;第4章,陶鹏杰、侯耀林;第5章,邓非、张慎满;第6章,单杰、邓非、闫吉星、陶鹏杰、张慎满。本书由单杰指导刘玉轩完成统稿,最后由单杰对全书进行定稿。

在本书的准备过程中,张志超、李欣、陈智勇和黄玉春等提供了建议和帮助,在此表示感谢。

由于作者水平有限,书中难免存在疏漏,敬请各位读者不吝指正。

作者

2019年5月

目 录

第 1 章 众源影像概述	1
1.1 众源影像的概念和特点	3
1.2 众源影像在三维建模中的应用	4
1.2.1 众源影像在构建数字城市中的应用	5
1.2.2 众源影像在应对自然灾害中的应用	5
1.2.3 众源影像在文物保护中的应用	6
1.3 众源影像三维建模过程中遇到的问题	6
1.3.1 众源影像的采集	6
1.3.2 众源影像的配准	6
1.3.3 众源影像三维建模	7
1.4 众源影像三维建模的关键技术	7
1.4.1 众源影像检索与服务技术	7
1.4.2 众源影像密集匹配	8
1.4.3 众源影像地理配准	10
1.4.4 单体化矢量模型构建	11
1.5 本章小结	12
参考文献	12
第 2 章 众源影像的获取技术与方法	17
2.1 众源影像的集成和检索	19
2.1.1 众源影像整体获取策略	19
2.1.2 基于网站 API 的数据获取策略	20
2.1.3 基于网页解析的数据获取策略	21
2.1.4 众源影像多样化检索的实现方式	21
2.2 众源影像数据的下载和管理	27

2.2.1 众源影像数据的聚合	27
2.2.2 众源影像的存储与管理	28
2.2.3 众源影像的批量下载	29
2.3 众源影像的过滤	32
2.3.1 基于特征点匹配的过滤方法	32
2.3.2 基于深度学习的众源影像过滤	33
2.4 众源影像数据的检索性能评价	35
2.4.1 众源影像的检索评价方法	35
2.4.2 众源影像的检索评价指标	39
2.4.3 众源影像检索平台可用性实验	40
2.5 本章小结	47
参考文献	47
第3章 众源影像几何定位	49
3.1 影像几何定位概述	51
3.2 特征提取与匹配	52
3.2.1 几种传统特征点提取算子	53
3.2.2 尺度不变特征提取与匹配	53
3.2.3 二进制特征算子	58
3.3 光束法区域网平差	59
3.3.1 众源影像特点	60
3.3.2 成像方程	61
3.3.3 成像参数均已知的平差模型	66
3.3.4 成像参数全部或部分未知的平差模型	67
3.3.5 约束条件的使用	69
3.3.6 平差的求解	70
3.3.7 光束网平差的稀疏性	72
3.4 常见工具与软件	74
3.4.1 开源平差解算代码包	74
3.4.2 开源 SfM 软件	75
3.4.3 商业化 SfM 软件	77
3.5 本章小结	78
参考文献	78
第4章 众源影像密集匹配	81
4.1 密集匹配概述	83
4.2 匹配测度	85
4.2.1 传统基于像素灰度的匹配测度	85
4.2.2 Census	86

4.2.3 互信息	87
4.3 双目影像立体匹配	90
4.3.1 核线几何	91
4.3.2 局部密集匹配	93
4.3.3 全局匹配	98
4.3.4 半全局匹配	100
4.4 多视密集匹配	105
4.4.1 多视密集匹配算法的概述	105
4.4.2 匹配影像对的自动选择	106
4.4.3 基于图像块的多视密集匹配	108
4.4.4 基于贝叶斯模型估计的多视密集匹配	110
4.5 本章小结	113
参考文献	114
第5章 众源影像配准方法	119
5.1 众源影像与全景影像的配准	121
5.1.1 球形全景影像的投影模型	121
5.1.2 基于改进 EPnP 算法的配准参数解算	122
5.1.3 配准参数变换和统一参考系	125
5.2 众源影像与地图数据的配准	125
5.2.1 OpenStreetMap 概述与数据采集	126
5.2.2 OpenStreetMap 数据的获取	128
5.2.3 众源影像与 OpenStreetMap 的配准	129
5.3 众源影像与街景模型的配准	132
5.3.1 2D-3D 线特征配准的函数模型	133
5.3.2 基于 PnL 算法的配准关系解算	135
5.3.3 配准参数变换和统一参考系	136
5.4 众源影像与激光点云的配准	137
5.4.1 众源影像与机载激光点云的配准	138
5.4.2 众源影像与地面激光点云的配准	138
5.5 本章小结	140
参考文献	140
第6章 众源影像建模方法	143
6.1 三维 mesh 的构建	145
6.1.1 基于 Delaunay 三角剖分的表面重建	145
6.1.2 旋转球算法	148
6.1.3 泊松重建算法	152
6.2 建筑物点云分割	157

6.2.1	点云面片初始分割方法	157
6.2.2	基于图割多标号优化的建筑物点云面片分割	159
6.2.3	分割流程	163
6.3	建筑物单体化模型纹理映射方法	166
6.3.1	纹理数据预处理	167
6.3.2	多视影像最优纹理分布	168
6.3.3	纹理空洞填充	170
6.3.4	纹理影像颜色调整	171
6.3.5	纹理排样	174
6.4	空地一体化联合建模方法	175
6.4.1	航空影像与地面近景影像联合建筑物建模	176
6.4.2	航空影像与街景影像联合建筑物建模	177
6.6	本章小结	179
	参考文献	179

第 1 章

众源影像概述

众源影像是指由大众使用智能手机或普通数码相机拍摄并通过互联网共享的带有地理坐标的数字影像,其中包含大量时效性好、位置灵活的街景信息。本章将主要介绍利用众源影像进行三维建模的技术和方法。首先,概括地描述众源影像的概念和特点;其次,对众源影像三维建模的主要应用进行介绍;最后,指出众源影像三维建模过程中遇到的问题以及解决方案。本章将有助于读者对众源影像三维建模有一个宏观的认识,为下面章节的阅读奠定基础。

1.1 众源影像的概念和特点

数字城市的概念一经提出就引起了世界各国政府的高度重视,而且随着信息化时代的到来,数字城市建设日益成为各国高科技发展和城市建设关注的重点(关丽等,2017;李德仁等,2011;薛凯,2011)。“十五”期间(2001–2005),国家正式批准将“城市规划、建设、管理与服务的数字化工程”列为国家重点科技攻关项目;“十一五”期间(2006–2010),国家颁布了《2006–2020年国家信息化发展战略》,加快了数字城市的实践步伐;“十二五”规划纲要(2011–2015)指出“全面提高信息化水平,推动信息化和工业化深度融合,加快转变经济发展方式,坚持走资源节约型、环境友好型、全面协调可持续发展的科学发展道路”。目前,数字城市已经成为我国政府科学决策的重要工具、社会综合管理的有效平台、百姓生活质量提高的得力助手、城市信息化水平的重要标志和城市现代化的展示窗口。而作为其重要基础设施的城市三维空间模型,其需求也随着数字城市的快速发展而日益增长。

数字城市的全面建设需要多尺度的传感器(关丽等,2017;李德仁等,2016;Blaschke et al., 2011)。航空航天遥感技术为数字城市提供宏观的鸟瞰信息,新近出现的以移动测量车为代表的地面传感技术则为数字城市提供街景信息,两者互为必要的补充。尽管地面移动测量技术已在各国的数字城市建设中得到越来越广泛的应用,但仍存在以下问题:①在测量车不能通行的区域,街景数据难以完整地采集,即会出现缺失;②由于街景中行人、树木和车辆等目标的存在,街景数据中存在大量遮挡;③街景数据多由政府或公司组织专业人员进行采集,成本高、周期长、现势性差。如2011年完成的“数字泰州”国家测绘地理信息局项目,历时2年,覆盖面积5793 km²,其中,中心城区434 km²,可量测实景影像采集道路总里程达1142 km,影像总数1898670张,数据采集时间4个月,耗资约110万元;对于非临街或车辆难以到达的地点,仍需专业人员采用专门的摄影测量设备进行大量分散式的实地采集。

众源影像(public images 或 crowdsourcing images)的出现为街景信息获取提供了更广泛的数据源。在这里,众源影像是指由大众使用智能手机或普通数码相机拍摄并与大众共享的带有地理位置的数字影像。近年来,随着手机硬件技术的发展,大量智能手机嵌入了摄像头、GPS、加速度计、电子罗盘等简易传感器。基础通信设施的升级和手机市场的完善使智能手机逐渐成为大众的通信和计算中枢(Félix et al.,2015; Lane et al., 2010),大众可以随时随地获取带有地理位置的手机影像并通过互联网即时分享。此外,普通数码相机拍摄的影像也可由大众在互联网上标注其地理位置并发布。目前,大众可以发布和获得这些众源影像的网站包括:基于地图的服务网站,如城市吧(<http://www.city8.com>)、我秀中国(<http://www.ishowchina.com>)、Google Map(<http://www.google.cn/maps>)和 Bing Map(<https://cn.bing.com/maps>)等;社交网站和图片共享网站,如新浪微博(<https://weibo.com>)、Flickr(<http://flickr.com/>)等;以及基于智能手机的影像共享平台,如 Instagram(<http://>

instagram.com/), 该软件是目前苹果公司 App Store 最大的图片分享软件, 通过该应用可以进行拍照、上传、分享、同步照片, 同时还能进行地理标注。

相对于专业测绘影像, 众源影像具有以下特点。

(1) 开放, 易获取。专业测绘用途采集的影像往往具有不同程度的专用性, 一般来说, 普通大众不能够获取和使用。与专业的测绘用途影像不同的是, 众源影像具有高度的开放性, 任何人都可以从互联网搜索、获取和利用。

(2) 低成本, 更新快。传统的测绘影像数据采集工作常由政府或公司组织专业人员使用专业的精密设备完成, 虽然能够获得高质量的影像数据, 但是成本高、周期长。而便携拍摄设备的普及使得普通大众都可以成为数据采集者, 互联网的兴起则使得影像数据的共享变得几乎零成本; 得益于众源影像的大众流动性, 对于同一地点, 众源影像的更新频率往往远超专业采集的影像。

(3) 获取灵活。众源影像的拍摄设备一般为智能手机、普通数码相机、平板电脑等便携设备, 拍摄灵活, 拍摄者可携带其在车辆不通行区域进行灵活拍摄, 遮挡问题亦可以在这种拍摄方式下得以较好解决。

(4) 异源异质, 缺乏管理。众源影像数据来源广泛, 包括政府、企业发布的公共服务数据、个人分享的带有地理信息坐标的影像数据等, 不同网站的众源影像数据在其服务器的数据库上有着各不相同的组织形式, 而且不同的获取方式和不同网站所能获取的信息也不尽相同, 主要表现在数据的精度和完整度上。此外, 不同数据的格式、组织和存储方式也千差万别, 尚缺乏统一的规范标准。

(5) 安全难以控制。自由创建和分享的众源影像数据可能会被个人及一些组织私自盗用, 对影像所有者的隐私和安全造成不好的影响。

1.2 众源影像在三维建模中的应用

三维建模的整体研究趋势是逐渐引入建筑物对象立面的相关知识, 数据源从单幅影像、多视影像到众源影像。作为一种开放式的地理影像数据, 众源影像被越来越多的大众所认可和利用。但是众源影像的获取位置、姿态、时间、相机、光照、分辨率等成像条件千差万别, 其地理参考和相机参数准确性较低。同时, 人们对这一新的、由大众自由获取的数据源, 尚缺乏自动化程度高、适应性强、可靠的处理方法。众源影像作为非建模专用数据, 其建模与一般基于影像建模的方法有一定的不同, 例如: ①由于相机多种多样且参数未知, 通过密集匹配获取的点云数据噪声较多, 建模过程中需要考虑噪声对建模精度的影响; ②众源影像来源多样, 需考虑多种参考条件和多种特征下相机的内外参数全局最优化方法; ③众源影像数量大, 需研究自动化程度高的配准策略, 在提高影像地理配准精度的同时, 增强配准过程的可靠性。尽管存在这些问题, 但大量的实验表明, 众源影像依然可作为三维重建的有效数据源 (Menzel et al., 2016; Irschara et al., 2012; Agarwal et al.,

2009)。而且随着研究的不断深入,会有更多的原理和方法出现,以提高众源影像三维建模的质量,所以这并不会成为众源影像被广泛应用的阻碍。本书结合近年来众源影像数据的应用研究,将众源影像数据在三维建模方向的主要应用进行总结,指出其潜在的应用价值。

1.2.1 众源影像在构建数字城市中的应用

众源影像包含大量时效性好、位置灵活的街景影像,利用众源影像对由地面移动测量构建的三维街景模型进行补充和扩展,为城市三维重建工作提供了新的思路。在空间基础建设较好的区域,数字城市的更新是一项关键任务,众源影像可作为更新街景信息的数据源,保持其最新性;而在基础设施落后或者不具备测绘条件的区域,没有空间数据基础,却又急需数字地图覆盖,众源影像则可作为构建数字城市的第一手资料。2009年,华盛顿大学的图形和成像实验室(Graphics and Imaging Laboratory, GRAIL)成功完成了著名的“一日重建罗马”(Agarwal et al., 2009)项目,利用照片社交网站Flickr上检索获取的数以百万计的意大利罗马城图像,实现了对罗马城的稀疏点云三维重建。Grzeszczuk等(2009)提出了一种利用众源影像以及GIS数据集中的建筑物矢量轮廓,生成带纹理的建筑物模型的方法。Hartmann等(2016)总结了众源影像三维重建中的一些基本问题,并提出了一个新的重建流程。Menzel等(2016)通过志愿者采集的影像生成了大范围的城市三维模型,并进行了高逼真度渲染显示。

1.2.2 众源影像在应对自然灾害中的应用

自然灾害发生后多会造成当地房屋倒塌、树木折断,甚至地面断裂,导致道路阻断。为及时确定受灾区域,给灾区输送物资和救助伤员,需在较短时间内获取当地的地形图、学校和其他区域的三维模型,以指导灾区救援工作。众源影像因其具有开放、易获取、实时性高等特点,可作为数据源,迅速构建出受灾区域的三维模型,找出遭受破坏的区域,为救援工作争取宝贵的时间。随着灾害关注度的提升,获取到众源影像的数目会不断增加,也会提高信息的可靠性和完整性。Deng等(2016)提出一种社交媒体数据与自然灾害之间的评估模型,并利用微博数据,对海燕台风(2013年第30号超强台风)在灾害发生前、灾害中,以及灾害发生后造成的破坏进行了评估,该模型可用于灾害评估和灾后重建工作。世界银行南亚区域于2012年推出了开放城市项目^①,为城市地区建立资产和风险敞口数据库,促进城市规划和抗灾能力提升。作为项目的一部分,加德满都(Kathmandu, 尼泊尔首都)开放数字城市从2012年11月开始试点,利用GPS、网上和手机影像、卫星和航空影像等一起构建数字城市,该成果引起了尼泊尔在关于确保紧急情况下学校和卫生设施安全的政策层面的讨论。

① 引自: <http://www.worldbank.org/en/region/sar/publication/planning-open-cities-mapping-project>

1.2.3 众源影像在文物保护中的应用

随着时间的推移,文物可能会出现不同程度的破损,而游客的手机影像有效地记录了文物完好状态下的几何和辐射信息,以此重建出土物的三维模型,作为观赏或者文物修复工作的基准。针对某些文物因战争或者其他不可抗拒外因而遭到破坏或遗失的情况,可从过去的众源影像中重建出这些文物的三维模型,使这些珍贵的文化遗产得以延续。Wahbeh 等(2016)利用众源影像和专业影像重建出了在叙利亚战争中遭受破坏的贝尔庙。英国艺术与人文研究理事会资助的 MicroPasts^①(2015)项目,是在网络环境下,利用众源影像在免费的开源软件进行文物的三维重建,以不断推进研究和推广遗产保护工程,激发人们对文物收藏的热情。在伊拉克战争中,大量文物被破坏, Mosul^②项目(2015)通过收集毁坏物品的影像,制作三维模型,并将这些模型集合在一起,构建一个虚拟的博物馆,以此来记住丢失的宝藏。Liu 等(2008)提出了一种结合手机图像和激光点云的方法,重建出了古代遗迹的三维模型。

1.3 众源影像三维建模过程中遇到的问题

1.3.1 众源影像的采集

众源数据的一个显著特点就是其异源异质性。不同网站的众源影像数据在其服务器的数据库上有着各不相同的组织形式,而不同的获取方式和不同网站的应用程序编程接口(application programming interface, API)所能获取的信息也不尽相同,最为本质的问题在于众源影像数据本身固有的性质,其用户自主编辑上传的特性决定了不同像片所包含的信息具有差异性甚至随意性。因此,缺乏一个能够对不同来源的众源影像进行筛选和分析的信息聚合平台,以实现分类化信息搜索和标准化的管理。

1.3.2 众源影像的配准

影像地理配准(geo-referencing)是指确定影像的空间位置和(相机)姿态。众源影像地理配准涉及三个方面问题:①若众源影像的空间位置足够准确,如何利用其已有空间位置信息确定其姿态;②如何将众源影像和地理配准后的街景影像匹配,解算其位置和姿态;③如何将众源影像和街景模型进行匹配,解算其位置和姿态。

① 引自: <https://blog.sketchfab.com/micropasts-crowdsourcing-cultural-heritage-research/>

② 引自: https://motherboard.vice.com/en_us/article/how-the-artifacts-isis-destroyed-are-being-digitally-reconstructed

1.3.3 众源影像三维建模

针对众源影像数据源的多样性,如何利用众源影像进行建筑物三维重建,包括:①针对从影像中生成的点云数据含有大量噪声的问题,对建筑物面片对象进行稳健分割的策略;②针对众源影像数据中建筑物不完整的问题,利用建筑物面片几何条件,建立推理的规则和方法,并对缺失的几何信息进行推理补充。

1.4 众源影像三维建模的关键技术

本书研究利用众源影像进行三维建模(含补充和扩展)的理论与方法,旨在对基于众源影像的大众制图(citizen mapping)这一未来十年地理科学的发展方向(National Research Council, 2010)进行学科前沿探索,为众源影像这一新兴数据源在三维建模中的应用奠定理论基础,从而加快建立三维模型和更新现势、开放的数据源,促进大众参与数字城市建设以及推动地理学科的大众化发展。本节内容主要涉及以下四个部分:①众源影像获取;②众源影像密集匹配;③众源影像地理配准;④单体化矢量模型构建。

1.4.1 众源影像检索与服务技术

本书研究众源影像数据的获取与聚合。获取过程通过使用网站应用程序编程接口结合网页解析的方式,下载众源影像的地理数据与核心元数据;聚合过程通过生成标准化规范化的元数据文件,实现多来源影像元数据的统一,以及其他平台对于影像的调用。

在影像信息的检索过程中,利用网站 API 的方式,根据 API 提供的接口形式与参数上传标准,实现下载条件的约束,包括地理范围的约束、关键词的约束以及数量和时间的约束。利用普通网页解析的方式,通过对网站源代码的分析与关键标签的匹配识别,实现了在网页中抓取与目标影像相关的链接和信息。两种方式的实现过程,均模拟统一资源定位符(uniform resource locator, URL)的构造形式,以达到所需的要求。

在影像信息的聚合过程中,下载的影像信息数据在程序内存中经过提取和处理,将原始数据集进一步精炼为所需的核心元数据,并形成一個标准化的众源影像信息聚合文件,以标准化的格式存储来供后期的调用与显示。

在影像的显示过程中,网站通过聚合兴趣点(point of interest, POI)查询服务、基于地理范围的影像查询服务,以及基于文本的影像查询和地址解析服务,实现基于关键词和 POI 点的实时众源影像获取与显示,以及影像相关元数据和 POI 元数据的显示。同时,在网络地图上聚合街景以及 POI 点的相互关联,增强网络 GIS 系统对于地物展示的多样化。

在影像下载过程中,本书实现网络影像的异步下载。用户在网页客户端提交下载请求后,服务器根据用户提交的关键词、来源网站与数量等信息可以自动开启下载任务,由于第三方影像搜索 API 均有利用关键词匹配程度进行排序的接口,故本书系统通过不同

的来源渠道获取对应匹配度最高的影像集合,并将目标影像的元数据整理成易于管理和使用的结构化 JS 对象简谱 (JavaScript object notation, JSON) 数据集,将所有影像和元数据文件进行压缩,形成数据包。在服务器完成数据下载任务后,用户将收到包含数据包下载链接的邮件。网页端的用户管理系统提供了用户注册与登录等基本服务,用户登录后即可提交任务并显示当前任务的处理状态,以及历史下载任务的列表,用户在关闭浏览器后依然可以收到任务的邮件提醒。服务器异步下载模块将自动分析用户提交的目标关键词,并对指定来源的网站进行 API 调用与元数据分析。

在影像检索评价方面,本书从影像与检索目标关系、网络实时检索效率和影像质量分析三个方面,采用一定的测度对第三方影像检索服务在地标关键词下的数据集进行简单的评估。

当今信息的聚合,一方面依赖于网页超文本标记语言向智能化、语义化的方向发展,以提供更多可识别的标签,来反映网页呈现元素的语义信息;另一方面依赖于网站提供更加合理化规范化的聚合文件或数据接口,以实现第三方应用的开发与使用。众源影像数据丰富了网络数据的显示,同时结合地理数据的街景图像与普通景物影像,为用户对于地物的识别和利用提供更加直观的途径。

1.4.2 众源影像密集匹配

立体影像密集匹配技术的实质是在两张或多张影像之间识别同名点的过程,根据每个像素点的匹配是否受到其他像素的约束,影像密集匹配技术分为局部方法和全局方法 (Brown et al., 2003)。局部匹配的方法在影像选择一个合适的局部窗口独立地匹配每个像素的同名点,其中比较知名的算法包括江万寿 (2004) 提出的基于物方面元的单点多片最小二乘算法、张力等 (2008, 2006, 2005) 提出的 MPMGC³ (基于几何约束的多基线多匹配特征的影像匹配算法) 和基于面片的三维多视角立体视觉算法 (patch-based multi-view stereo, PMVS) (Furukawa et al., 2010)。MPMGC³ 算法以基于物方的核线约束同时匹配多张影像,有效地解决因重复纹理和遮挡造成的匹配困难问题;同时融合了多种特征进行匹配,如特征点、格网点和特征线,有利于地形复杂区域的数字地表模型 (digital surface model, DSM) 生成;并且可自适应地调节匹配窗口的形状和大小,利用有效支撑邻域进行匹配,有效克服了几何变形带来的匹配困难。PMVS 是计算机视觉领域提出的多视影像密集匹配方法,相对于 MPMGC³ 算法,它提出了基于 patch (定义在物方空间具有方向的矩形区域,可用中心点的空间坐标和法向量表达) 的匹配方法,使其可广泛适用于物体 (objects)、场景 (scenes) 和众源场景 (crowded scenes) 的三维重建。

全局匹配的方法一般会构建一个包含数据项 (data term) 和平滑项 (smoothness term) 的能量方程,然后使用能量最小化方法整体计算全局最优化的解。其中数据项是由影像相似性测度构成的匹配代价,平滑项表示相邻像素间的约束代价。根据使用的影像数量,全局匹配算法又分为两视全局匹配算法和多视全局匹配算法。就待重建表面的表达方式