

研究论文

OSM 在极地 GIS 中的应用

桂大伟 庞小平 艾松涛

(武汉大学中国南极测绘研究中心, 湖北 武汉 430079)

摘要 随着开源网络地图服务 OpenStreetMap (OSM) 数据精度的提高和数据覆盖范围的扩大, 其应用已逐渐渗透到各个领域, 国内外专家学者对 OSM 的研究也不断地深入。为探究 OSM 在极地科考领域的应用实现, 同时促进我国极地信息化事业的快速发展, 从应用角度出发, 论证了 OSM 在补充谷歌地图实现“雪龙在线”网络信息平台功能的可行性。实现了本地 OSM 全球地图数据库的建设, 并在实现极地网络地图服务(WMS)功能基础之上提出多源空间数据的融合与可视化表达的技术路线, 为极地海冰检测与动态变化研究提供了有利的支持, 为极地主管部门决策的制定与实施提供了可靠的保障。

关键词 OSM GIS 极地科考

doi:10.13679/j.jdyj.2016.4.491

0 引言

OpenStreetMap(OSM)是由 Steve Coast 创立的协作网络制图项目, 其优势在于它让每个人都能够通过网络免费获取众源地理空间数据^[1], 用户可以通过上传自己的 GPS 数据作为 OSM 制图的基础, 还可以借助相关的编辑软件将自己绘制好的地图上传至 OSM 服务器供其他人下载和使用。基于这种与“维基百科”类似的“人人都可以参与绘制和编辑”的理念, 使 OSM 在互联网时代获得了良好的生长环境和发展动力。

目前, 以 OSM 地图数据本身为研究对象的研究工作多围绕 OSM 地图数据精度评定展开, 以及通过统计和分析地图贡献者对地图的编辑历史以及位置信息, 探究参与地图编辑人员的社会关系与机制。在应用方面, Over 等^[2]在 OSM 的基础上建立了基于网络的 3D 德国城市模型; Goetz^[3]在之前研

究成果基础上建立了基于 OSM 细节层次更高的三维城市模型; Schellekens 等^[4]开发并实现了快速提取 OSM 数据建立水文水动力模型的软件。同时, OSM 作为卫星导航的基础地图, 也开始发挥作用, 比如 Jacob 等^[5]结合梅努斯大学召开国际会议需要, 利用 OSM API 开发了校园导航系统供与会人员使用, 甚至已经有手机导航软件将 OSM 作为其底图数据提供服务(<http://maps.me/en/help>)。国外的专家学者近年来对 OSM 的研究不断深入, 相关应用也在各个学科中渗透。但我国在这方面的尝试和探索还有较明显的欠缺, 尚未将 OSM 应用到极地科考研究中。

本文以我国极地信息化发展中具有代表性的研究成果“雪龙在线”网络信息平台为例, 结合 OSM 数据特点, 验证以 OSM 数据补充谷歌地图支持“雪龙在线”WebGIS 功能模块的可行性。并在此基础上建立本地 OSM 全球地图数据库, 完成了 OSM 地图数据的渲染和切片。

[收稿日期] 2015 年 4 月收到来稿, 2015 年 6 月收到修改稿

[基金项目] 国家海洋局“南北极环境综合考察与评估”专项(CHINARE2015-04-07)资助

[作者简介] 桂大伟, 男, 1992 年生。硕士研究生, 研究方向: 地图制图学与地理信息工程。E-mail: guidawei@chinare.cn

[通讯作者] 艾松涛, ast@whu.edu.cn

1 OSM 在极地 GIS 中应用的可行性分析

随着我国综合国力的提升，我国的极地科考水平也稳步上升，中国正从“极地大国”向“极地强国”迈进。极地 GIS 作为极地信息化一个重要组成部分，其发展水平也成为衡量我国极地科学考察建设的重要因素之一。目前，在我国极地 GIS 领域发

展较成熟、应用较广泛的是由艾松涛等^[6]开发并实现的“雪龙在线”网络信息平台(图 1)，通过将“雪龙船”的航行动态和科考仪器数据与国内服务器进行交换，并在互联网实时发布获取的动态数据，为极地考察主管部门、考察队员及其家属以及社会公众提供一个了解雪龙号航行状态、关注极地考察的窗口，而国内专家团队和专业数据产品则可以此为依据为雪龙号航行提供有益的信息支撑。



图 1 “雪龙在线”网络信息平台
Fig. 1. “XUELONG Online” network information platform

“雪龙在线”的 WebGIS 部分基于 Google 地图二次开发,兼容卫星影像图,平面线划图,三维地形图等多种地图形式,并且实现了多种数据的叠加^[6],是整个信息平台交互与显示的核心也是其他功能正常运作的基础,但是谷歌公司退出中国市场影响了谷歌地图的使用,同时也冲击到调用谷歌地图实现 WebGIS 功能的“雪龙在线”平台。这时,由于 OSM 地图的地球数据在全球范围内都能够迅速更新和免费使用,加之用户自定义渲染方式灵活,可考虑用于补充谷歌地图实现相应功能。下面从三个方面进行论证:

(1)在数据完整性和更新方面,谷歌地图凭借其雄厚的经济实力和技术团队成为众多网络地图中的佼佼者,其高质量的数据精度和更新频率受到广泛的认可。相比之下,Bing Map 以及雅虎地图虽然在使用上目前没有受到限制,但在其数据完整性及时效性方面无法同谷歌地图媲美;百度地图缺少全球范围内的数据,无法有力支持跨越南北两极执行

科考任务的“雪龙号”。而拥有大量用户群体的 OSM,注册用户可以使用 GPS 设备记录自己的位置信息,并将定位数据上传至 OSM 作为绘制地图依据,保障了地图更新的可靠性。根据 Neis 等^[7]在 2012 年的研究显示,从 OSM 项目启动之初的 2004—2012 年,注册用户以及活跃在 OSM 社区进行地图绘制和编辑的人群数量增长迅速,从最开始的几百人上升到 70 万之众,OSM 不断扩大的用户群体为数据更新提供了可持续的保证。2006 年雅虎公司授权 OSM 使用其卫星影像数据进行街道等数据的跟踪绘制;Zielstra 等^[8]通过研究也得出,自美国人口调查局数据 TIGER/Line(Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing System)被导入 OSM 以来,OSM 数据在完整性方面得到提高的结论。商业公司和相关部门对 OSM 的支持,扩展了绘制范围,也提高了数据精度。

(2)在数据精度方面,欧洲的专家学者将 OSM 同其他商业地图数据以及国家测绘机构的数据成果

进行横向对比: Haklay^[9]以地图数据的定位精度和完整性作为衡量指标,对比英国全国地形测量局(Ordnance Survey)数据,认可了 OSM 的数据质量; Neis 等^[10]以德国的道路网数据为研究对象,对比商业地图数据 TomTom Multinet 在 2007—2011 年的道路网数据精度,最后结果显示 OSM 在街道网数据和人行道信息的完整性方面比商用数据 TomTom Multinet 高出 27%,仅在车辆导航数据方面低了 9%;因此从实现 WebGIS 功能的角度出发,OSM 的数据精度是完全可以胜任的。

(3)在数据的使用权限方面,谷歌等商业地图公司提供免费在线浏览和导航服务,同时也开放一定的应用程序开发接口(API),因此定制网络地图服务(WMS)时需要在线调用 API。但“雪龙号”在航行途中网络通信无法得到保证,极地考察站上网络的使用也受环境影响较大,仍然使用传统调用 API 的方式对于扩大雪龙在线平台应用范围、加快极地信息化发展是不利的。要从根本解决这个问题必须获取完整的地图数据搭建本地网络地图服务器。由于版权等问题,获取地图数据搭建地图服务器是被上述几大商业地图供应商完全禁止的。而开源的 OSM 地图数据可以不受任何约束地下载和使用,使用者可以下载全部 OSM 数据发布自己的网络地图服务。

综合上述分析,OSM 在数据质量和数据完备性方面都有很好的保证,虽然谷歌地图在卫星影像地图以及三维建模等方面有着 OSM 难以企及的高度,但是 OSM 在划画地图使用方面高度的灵活性能适应极地 GIS 的应用需求,可以成为谷歌地图的补充。

2 OSM 在极地 GIS 中的应用实现

2.1 应用框架

OSM 将搜集的地理数据通过开源类库“Mapnik”渲染成为地图瓦片,借助开源的 AJAX 库“OpenLayers”实现地图的显示、动态更新与用户交互功能^[11]。借鉴这一思路,本文提出基于 OSM 的“雪龙在线”平台建设基本框架(图 2):搭建本地 OSM 全球地图数据库实现地图数据的渲染和切片;为“雪龙在线”提供调用接口发布极地网络地图服务;最终以“雪龙在线”为依托集成表达“3S”多源数据,为极地科学研究的开展和主管部门战略决策

的制定提供有力支持。

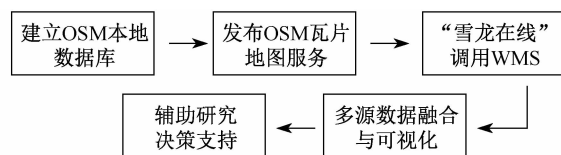


图 2 应用框架

Fig. 2. Implementation framework

2.2 硬件准备

本文使用的数据为 OSM 在 2014 年 6 月 25 日更新的全球地图数据,“bz2”压缩格式大小为 35 GB。由于数据量巨大,OSM 数据的导入对于计算机的硬件要求较高。下面从数据导入工具、数据格式以及数据库这几个方面来综合分析。

首先,将 OSM 数据导入开源数据库 PostgreSQL 需要用到“osm2pgsql”命令行工具,该工具由“C++”语言编写,虽然在 Windows, Mac OS X 以及 Linux 这三大主流操作系统上都有相应的版本支持下载和使用,但是使用最广、最稳定的版本还是在 Linux 操作系统下运行的,并且考虑到数据入库之后的地图切片和渲染工作也需要相应的工具来支持,我们不得不放弃具有良好图形界面和交互能力的 Windows 系统。除了操作系统的类别之外“osm2pgsql”对于系统的寻址空间也就是“位数”也有一定的要求,虽然能够在 32 位环境下运行,但是必须让导入工作在“slim”模式下才能稳定进行,这使相应的导入效率有所下降。

其次,从数据格式和入库机制来分析。OSM 数据由“Nodes”,“Ways”和“Relations”三类来描述空间信息,“Tags”用来记录 OSM 中空间对象的属性以及元数据信息。所有被抽象为点的空间实体在 OSM 中称为“Nodes”;“Ways”是由一系列有序的“Nodes”构成,用来表达空间中被抽象为折线段或是闭环多边形的实体;“Relations”用于记录和表达“Nodes”和“Ways”之间的关系[http://en.wikipedia.org/wiki/OpenStreetMap];“osm2pgsql”支持压缩格式的“bz2”文件直接导入,但是在导入过程中是将 OSM 数据解压后以“.xml”格式的数据表形式存储在 PostgreSQL 数据库中,所以实际要求计算机有足够的硬盘空间。另一点是内存,全球数据导入需要大量的内存开销,随着导入数据量的增加,所需的内存存在不断增加,这对计算机不论是物理内存还

是虚拟内存都是巨大的考验。数据导入的整个过程需要花费大量时间，因此要求计算机具有稳定的性能和持续的供电保障，相比 PC 来说服务器在这方面具有明显的优势，在完成相应配置和操作后不必担心数据导入过程中出现机器死机等情况的发生。

因此最终采取系统及硬件搭配方案是安装 32 位 Ubuntu 14.04 LTS 的 1TB 硬盘、20G 内存的服务器，其中 1TB 的硬盘空间在安装系统时将 20GB 空间划作交换空间作为虚拟内存使用。

2.3 性能优化与数据入库

除硬件配置之外，数据库软件 PostgreSQL 与导入工具 osm2pgsql 的性能优化也影响数据导入的效率。其中在 PostgreSQL 配置文件中应当引起重视的是“shared_buffers”“effective_cache_size”和“autovacuum”这几个参数的设置。“shared_buffers”是将硬盘中的数据先读取并存储在系统内存中然后再入库的，因此该参数的设置直接影响数据导入的速度；“effective_cache_size”是 PostgreSQL 能够使用的最大内存，其分配的大小关系到整个数据库的运

行，“autovacuum”是数据库自动清理空间的命令，为了让数据库的缓存资源都用了执行数据导入操作需要将此项关闭。所以数据库参数配置如下：

```
shared_buffers = 4GB
effective_cache_size = 16GB
autovacuum = off
```

使用 osm2pgsql 工具开始数据导入时同样需要对内存进行适当地分配，在命令行中键入“osm2pgsql-dosmgis -s -S”./default.style” -C16384 -Uwww-data -W -Hlocalhost -v ~/planet-140625.osm.bz2”其中“-s”命令表示 osm2pgsql 在“slim”模式下运行，“-C 16384”表示分配 16GB 内存用于执行该操作。

总结试验中失败的教训得出 PostgreSQL 和 osm2pgsql 只有在上述配置下才能保证数据入库过程中不会出现“内存不足”等现象导致数据导入半途而废。

OSM 数据完全导入耗时 188h，图 3 显示的是数据导入完成时的情况。

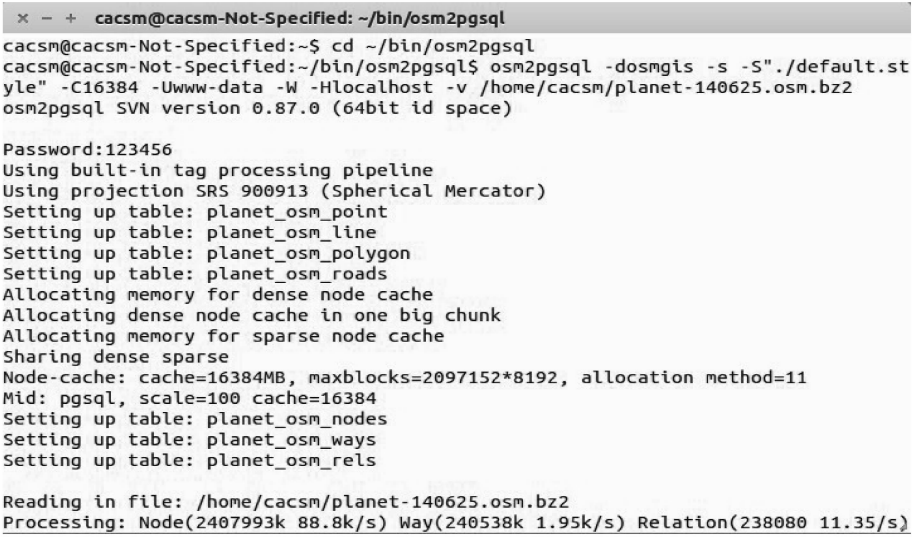


图 3 OSM 数据导入完成截图
Fig. 3. Screenshot of OSM data import

2.4 OSM 数据的可视化与地图服务发布

数据入库完成后的工作就是数据的可视化。PostgreSQL 开源的特点为许多 GIS 服务器开放了数据接口，服务器可以直接调用 PostGIS 的数据源来进行矢量数据的 WMS 发布。但是由于 GIS 服务器（如 Geoserver）对于矢量数据的渲染样式十分有限，其根据点、线、面图层来渲染的模式使得地图上只能

简单地显示这三类空间实体，根本无法达到发布网络地图服务的目的。同时发布矢量数据的 WMS 由于数据量巨大且无法同栅格数据一样进行切片缓存，势必会增加用户请求地图的响应时间，降低了用户体验和交互性能。因此在进行数据发布之前对地图数据进行渲染和切片，最终将地图以栅格图片的形式发布。

Mapnik 是集地图渲染与瓦片生成于一体的基于 C++ 编写的工具,为提高渲染效率 Mapnik 专门针对 OSM 数据提供一个工具包“Mapnik-style”,它包含了全球范围内海岸线以及境界线数据。执行渲染和切片命令需要用到“generate_xml.py”和“generate_tiles.py”两个脚本工具。“generate_xml.py”将 PostgreSQL 数据库中的地图数据包含至名为“osm.xml”的地图文件并产生渲染样式、字体风格等配置信息,实现数据与渲染工具的对接。然后在“generate_tiles.py”中指定地图文件路径、数据框范围、缩放级别等信息完成地图的渲染和切片工作。

至此,12 级 OSM 全球地图数据的入库、渲染与切片工作得以完成。

3 OSM 在极地 GIS 中的应用前景与展望

本地 OSM 全球数据库的建立意味着为“雪龙在线”注入了新的“血液”,将切割完成的地图瓦片通过 Apache 服务器进行发布让“雪龙在线”进行调用和显示。图 4 显示的就是以 OpenStreetMap 为底图的我国第 5 次南极科考期间“雪龙船”的历史航迹效果图。较之以往仅使用谷歌影像地图来说,二者能够相互补充,增强可视化效果。



图 4 OSM 叠加第 5 次南极科考航迹
Fig. 4. OSM overlaying the 5th Antarctic scientific research voyage

除了将 OSM 地图以 WMS 形式发布、调用和显示之外,在后续工作中还能够以 OSM 南极地区数据为地理底图,结合气象、船测等观测数据,通过添加相应的功能模块,能够研究不同时空序列上海冰的变化特征;将雪龙船历史航迹数据与每日更新的海冰数据叠加显示可以直观地反映航行区域海冰的密集程度,如图 5 所示。这对于设定“雪龙船”安全走航路线以及科考计划的制定与实施有着重要意义。

为了将本地 OSM 网络地图服务的功能加以扩展和延伸,在后续的研究中,我们计划将海冰数据产品、“雪龙船”历史航迹路线等多源数据进行集成并可视化表达,以 WebGIS 技术为依托,形成一个以集成表达“3S”数据为核心,辅以空间分析、海冰

动态变化监测与研究、决策支撑等功能的“船站一体化”综合平台。

4 总结

本文在简要介绍 OSM 背景以及发展现状后,以我国极地信息化平台“雪龙在线”为例,分析论证了 OSM 在补充谷歌地图实现“雪龙在线”WebGIS 功能的可行性。构建了基于 OSM 全球地图数据的本地地图数据库技术框架;完成了 OSM 全球地图数据的批量下载、完整入库和渲染切图的工作;并在此基础上提出了基于 WebGIS 集成“3S”多源数据的综合性平台的技术路线。

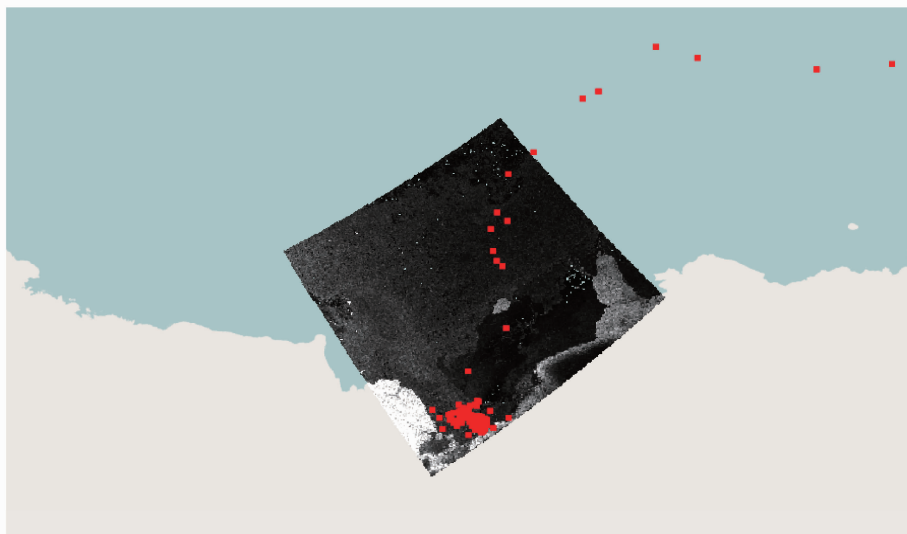


图 5 叠加海冰影像数据
Fig.5. Overlaying sea ice image

随着 OSM 的不断发展和进步,其应用也逐渐从最初的地图浏览、路径导航等方面向各个学科领域延伸,但是在极地研究方面国内外都没有进行过相关的尝试。本文在将 OSM 应用到极地 GIS 中所进行的试验与尝试,对于 OSM 的数据来说,加入现有的极地地理信息可视化成果丰富了 OSM 的数据种类,弥补了 OSM 在极地地区数据的缺失,对 OSM 的发展以及拓宽其应用领域来说也具有重要意义。对于我国极地信息化事业发展而言,借助免费开源的志愿地理信息产品建设信息平台是紧跟科技发展潮流的标志,同时也是我国极地科考事业走

向社会化、大众化的重要一步。

两极地区由于其恶劣的环境而鲜有人涉足,随着世界各国极地科考的深入以及极地旅游资源的开发,社会大众对极地考察的关注程度也有所提高,更多的人参与极地考察以及今后合理地开发和利用极地资源都是未来发展的趋势。OSM 的地图数据可以为我们进行科学研究提供基本支持,OSM 的发展与成功背后的运行机制值得我们学习和借鉴。将 OSM 应用到极地当中,两者相互补充共同发展,从而在极地研究的过程中取得更丰硕的成果。

参考文献

- 1 Curran K, Fisher G, Crumlish J. OpenStreetMap[J]. International Journal of Interactive Communication Systems and Technologies, 2012, 2(1): 69—78.
- 2 Over M, Schilling A, Neubauer S, et al. Generating web-based 3D city models from OpenStreetMap: The current situation in Germany[J]. Computers, Environment and Urban Systems, 2010, 34(6): 496—507.
- 3 Goetz M. Towards generating highly detailed 3D CityGML models from OpenStreetMap[J]. International Journal of Geographical Information Science, 2013, 27(5): 845—865.
- 4 Schellekens J, Broelsma R J, Dahm R J, et al. Rapid setup of hydrological and hydraulic models using OpenStreetMap and the SRTM derived digital elevation model[J]. Environmental Modelling & Software, 2014, 61: 98—105.
- 5 Jacob R, Zheng J H, Ciepluch B, et al. Campus guidance system for international conferences based on OpenStreetMap[C]//9th International Symposium on Web and Wireless Geographical Information Systems. Berlin Heidelberg: Springer, 2009: 187—198.
- 6 艾松涛, 鄂栋臣, 朱建钢, 等. 雪龙在线网络信息平台的研发与展望[J]. 极地研究, 2011, 23(1): 56—61.
- 7 Neis P, Goetz M, Zipf A. Towards automatic vandalism detection in OpenStreetMap[J]. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2012, 1(3): 315—332.
- 8 Zielstra D, Hochmair H H, Neis P. Assessing the effect of data imports on the completeness of OpenStreetMap—a united states case study[J]. Trans-

- actions in GIS, 2013, 17(3): 315—334.
- 9 Haklay M. How good is volunteered geographical information? A comparative study of OpenStreetMap and Ordnance Survey datasets[J]. Environment and Planning B: Planning and Design, 2010, 37(4): 682—703.
- 10 Neis P, Zielstra D, Zipf A. The street network evolution of crowdsourced maps: OpenStreetMap in Germany 2007—2011 [J]. Future Internet, 2012, 4(1): 1—21.
- 11 Haklay M, Weber P. Openstreetmap: User-generated street maps[J]. IEEE Pervasive Computing, 2008, 7(4): 12—18.

APPLICATION OF OSM IN POLAR GIS

Gui Dawei, Pang Xiaoping, Ai Songtao

(Chinese Antarctica Center of Surveying and Mapping, Wuhan University, Wuhan 430079, China)

Abstract

The application of the open source web mapping service OpenStreetMap (OSM) has gradually penetrated into many fields, following its expansion on data coverage and improvement on data accuracy. Experts and scholars are keeping digging into the OSM. In order to implement the OSM application in the field of polar expeditions and to promote polar information technology development of China, this article discusses the feasibility of using the OSM as supplement of Google MapsTM when applied on the “XUELONG Online” network information platform. A local OSM global database has been created. Meanwhile, a technical route has been put forward on fusion and visual representation of multi-source spatial data, which was based on the realization of WMS ability. This system provides a favorable environment to support dynamic detection of changes in polar sea ice, and it provides a reliable resource for expedition planning and polar decision-making.

Key words OSM, GIS, polar research