

一种采用 Mashup 的网络地图多变量制图方法

曾兴国^{1,2} 杜清运³ 任 福³

1 中国科学院国家天文台,北京,100012

2 中国科学院月球与深空探测重点实验室,北京,100012

3 武汉大学资源与环境科学学院,湖北 武汉,430079

摘要: 针对网络地图可视化表达问题,分析了网络环境下多变量制图数据的特点,研究了网络多变量制图数据的组织和可视化策略,提出了一种采用 Mashup 思想进行网络地图多变量制图的方法,根据该方法实现了一个网络多变量地图制图原型系统,并将其应用于资源三号卫星影像制图等相关项目。

关键词: 网络地图; 多变量制图; 杂糅; 影像制图; 网络地图服务

中图法分类号:P208; P283.5 文献标志码:A

多变量制图是一种表达二元或者多元制图数据的地图制图方法^[1]。传统的纸质版地图主要通过可视化变量及其组合来表达多变量信息^[2],如使用多种视觉变量的组合符号、图幅中叠加多个单一视觉变量的符号图层^[3]、同一图面中并排表达多个图幅、图表^[4-5]。在多媒体电子地图时代,随着计算机交互可视化技术的引入,多变量制图手段有所扩展:①在可视化变量上,引入了高维动态的表达方法如三维符号、动画仿真等,可以表达时空维度下的多元数据;②增加更细粒度的交互式手段,如直接操作数据和符号的感应交互式地图^[6-7];③引入了计算机图形学领域的一些可视化方法,如文献[8]探讨的 Glyphs,由文献[9]改进与制作的 Cartogram。具体如图 1 所示。

网络环境下进行多变量制图存在一些新的挑战:①网络环境下多元数据来源更广泛,数据的时空尺度、语义尺度不一致,而且多为封装好的服务,人工处理方法可能不起作用,而需要更加自动化的数据处理方法;②网络环境下的地图用户多为非专业型用户,而多变量制图数据信息大,可视化方法多元化,如何对这些表达方法进行组织,减少信息冲突,保持地图信息而更容易为网络用户所认知,需要一些新的策略;③在网速带宽和浏览器环境限制之下,如何有效地进行网络交互式制图操作也需要进行更多的设计。

Mashup 是在 Web2.0 环境下,根据任务需

求,将 Web 应用进行集成来创建新应用的一种设计思想^[10-11],其核心是规范统一、结构松散。基于 Mashup,以 Web 地图服务应用为基础,创建网络多变量制图应用,是实现网络环境下多变量制图的较好的方法。根据这一思路,文献[12]率先提出构造地理 Mashup 的概念,并在 GoogleEarth 上进行了多元数据叠加与制图;文献[13]从总体上研究了地图 Mashup 的一般技术框架与实现方法。然而国内外学者的研究多局限于研究一个基于 Mashup 的制图架构,而未能应对上文总结的网络环境下多变量制图所带来的挑战。因此,本文的研究致力于对 Mashup 制图中的多变量数据的组织、交互式可视化策略进行剖析,提出一个更加完善的解决方案。

1 Web 多变量制图数据及其可视化

1.1 多变量制图数据

通过分析现有的地图网站、地图服务、地图数据,发现在网络多变量制图中,以“图幅”作为制图数据单位粒度太粗,不利于对地图的交互操作,以“要素”作为制图数据单位,则粒度过细,增加了网络多变量制图的难度。因此,本文选择“图层”作为网络多变量制图数据的基础单位,“Web 地图数据服务”作为网络多变量地图图层数据主要表现形式,并且各种 Web 地图数据图层需转换到统

收稿日期: 2013-09-06

项目来源: 国家自然科学基金资助项目(41371427/D0108); 中国科学院国家天文台青年人才基金项目资助项目。

第一作者: 曾兴国,博士,助理研究员,主要从事网络影像地图可视化研究。E-mail: zengsingle@163.com

一的数学基础之下,即拥有统一的投影方式、坐标体系。数据图层实例见图2。



图1 不同的多变量地图表示方法

Fig. 1 Different Multivariate Mapping Methods



图2 多变量制图数据来源

Fig. 2 Multivariate Data Sources

以地图图层为单位,可以从空间尺度、时间尺度和语义尺度对多变量制图数据进行组织。

1) 基于空间尺度的数据组织。从数据空间尺度上看,网络多变量制图数据按照形态可以分为点状图层、线状图层、面状图层,按照比例尺可以分为小比例尺图层、中比例尺图层、大比例尺图层,按照分辨率和精细程度可以分为低分辨率图层、中分辨率图层、高分辨率图层。在网络制图过程中,虽然不同空间尺度下的数据图层可进行二元、三元任意组合(如点点、点线、点面、线线、线面、面面、点线面),但是在数据叠加方面,为防止数据的覆盖,保持地图信息完整和准确,不同类型的图层应遵循一定的次序进行叠加,叠加次序由下到上为:①面状图层>线状图层>点状图层;②小比例尺图层>中比例尺图层>大比例尺图层;③低分辨率图层>中分辨率图层>高分辨率图

层。

2) 基于时间尺度的数据组织。从数据时间尺度上看,多变量制图数据可以按照时间节点(某一年如2008年)、时间间隔(2010~2012年,1~7月),或者遵循一定的时间序列(2008,2009,...)三种方式进行组织。同一种时间尺度下的图层数据才能进行组合叠加,并且一般按照时间先后顺序依次叠加。

3) 基于语义尺度的数据组织。从数据语义尺度上看,多变量制图数据符合“同义或者近义”、“上下义组合”、“整体及部分”、“反义或对义组合”这4种情形时才能进行组合叠加,而且根据数据语义的重要程度,其叠加次序的策略应为(由下到上)次要表现>重点表现。

需要注意的是,只有将多变量数据图层转换到相同的时空尺度、语义尺度之下,才能够进行自由的组合叠加,而且图层排序由下到上应遵循影像数据>基础框架数据>专题数据(社会经济相关)>标绘数据。

1.2 基于图层的多变量制图数据可视化

1) 基于图层的可视化方法。本文讨论的多变量制图数据的可视化方法主要指在图层面的可视化方法。根据已有的网络制图经验,网络地图可以分为基础框架图层数据、影像图层数据、矢量要素图层数据、专题统计图层数据、街景图层数据和态势标注图层数据。(1) 基础框架数据、影像数据多为栅格瓦片图层,可以根据一定的技术方法进行整个图面尺度下的图幅风格的可视化,如冷暖色调、不同样式的修改。(2) 对于矢量要素图层,可以根据点、线、面的不同要素形态分别进行可视化组织,以视觉变量可视化为主,各种视觉变量的优先级为动态视觉变量>静态视觉变量(尺寸>形状>颜色>透明度>位置>方向)。(3) 对于既有定量又有定性信息的专题要素图层,除了视觉变量可视化方法之外,增加交互式操作功能,如点击查看专题数据分析辅助,同时采用从计算机图形学发展而来的定量表达的特殊符号如Cartogram等。(4) 对于用户标绘图层,其主要为定性信息,可视化方法可以采用较为概略的形状符号,如文字、箭头等;此外,还有一些图面辅助符号,如指北针、比例尺,这些要素的可视化可根据图幅需要而动态配置。

总体上看,网络多变量制图可视化方法以视觉变量参数配置为主,交互式方法为辅,叠加次序遵循(由下到上)基础符号>专题符号>标绘符号>辅助符号。

2) 存在的问题与应对方法。采用上述可视化策略得到的网络地图,主要由多个制图数据图层叠加得到,不同图层的可视化方法可能存在冲突,解决这一问题有两种方法:一种是预先规划好各个图层的可视化方案,使其不至于出现冲突;另一种是发现存在符号化冲突之后,采用制图交互的方式,更改次要图层的可视化方案,以消除冲突。

上述提到的可视化方法主要针对图层层面,图层内部的可视化也可能存在问题,例如与制图综合相关的图层要素的选取、合并等问题。针对这一问题,可以将图层要素的选取和合并程度与当前地图的时空尺度、语义尺度进行关联,设置为一个默认的综合程度,或者可以将综合的因子开放为图层的一个交互参数,由地图用户在交互制图过程中动态配置。

2 Mashup 下的网络多变量制图方法

基于 Mashup 的网络多变量制图是动态交互式制图过程,需要从架构层面、制图数据与方法层面、交互式制图层面进行设计。

1) 架构设计。在架构层面,遵循面向服务架构,采用制图服务的思想,将更细粒度的制图过程中的制图数据、制图方法、制图结果都以 Web 服务的形式进行封装、发布、调用。采用 Mashup 的思路,按照上文的数据组织与可视化对多源异构的制图数据服务、制图方法服务进行“混搭”,使其支持动态的调配和组合,最终得到制图结果。

2) 制图数据与方法设计。在制图数据和制图方法层面,多变量制图数据表现为不同来源的数据图层,制图方法表现为对不同的图层进行可视化。因此,可以充分利用已有的网络多变量制图数据和制图方法。

在制图数据方面:(1) 利用已有的基础地图服务,如百度地图服务、谷歌地图服务、天地图基础地图服务、ArcGIS 在线基础地图服务,这些服务可以提供充足的影像地图服务和基础框架服务;(2) 通过利用服务发布工具,如 ArcGIS Server,发布所需的矢量要素服务;(3) 采用已有的其他网络专题要素数据服务,如深圳市在线动态地图集的专题地图要素服务、地图汇专题地图服务。

在制图方法方面,利用已有的制图方法服务,如 ArcGIS 提供的基于 SLD 的符号化方法、基于 Geo-processing 服务的可视化方法、深圳市在线

动态地图集的专题统计符号化方法等。

3) 交互式设计。在交互式制图层面,采用组装式与填充式两种交互式制图策略。组装式方法为预先获取各种制图数据变量及其对应的可视化方法列表^[14],从中选择所需的数据及可用的可视化方法,然后根据上文的制图可视化策略,不同类型的数据按照各自的可视化方法生成图层,再按照优先次序,依次叠加图层,自动生成地图;填充式制图交互方法则正好相反,先根据所需,选择预定义好的制图可视化方法,形成地图配置模板,然后根据需要在不同地图模板的图层中填充进去不同形态的数据,得到最终的地图。

3 原型系统与实例应用

3.1 原型系统的设计与实现

根据所述的制图方法,本文实现了一个网络多变量制图的原型系统,系统采用 B/S 结构,基于 Web 服务搭建。服务端使用 J2EE 平台,浏览器端使用 Flex,数据通讯与发布使用 Weblogic10 中间件,原型系统主要包括三个模块,具体为:(1) 制图系统数据库模块,存储制图策略文件,用户个人信息,用户制图操作、制图结果。(2) 多变量制图数据制图方法服务模块,获取和调用已有的网络多变量制图数据、制图方法。同时调用制图策略,以索引目录形式展示各种匹配好的制图数据及其制图方法。(3) 在线交互式制图服务模块,调用上一个模块的接口,并在其基础上进行交互式制图,提供组合式与填充式两种交互式制图方案,对制图产品进行浏览、查询、输出,对制图结果进行发布和调用。

3.2 实例应用

以国家测绘地理信息局卫星测绘应用中心资源三号卫星影像制图项目为例进行应用研究。资源三号卫星是我国为了开展地理国情监测而发射的第一颗测绘卫星,其影像精度高、数据更新快,可以为我国社会经济建设提供帮助。对于无专业知识的公众来说,单纯的卫星影像数据信息量单一且不容易理解,采用多变量制图方法得到的影像地图形式表达多样、信息丰富、可视化效果更好。

本文所使用的资源三号卫星影像数据以天地图公司发布的影像服务为基础,增加了矢量要素数据、专题统计数据,同时引入地图制图辅助数据和图面整饰数据。图 3 为基于填充式的制图实例,所采用的多变量制图数据和制图方法具体为:(1) 影像图层数据,使用天地图发布的卫星影像

地图瓦片服务,获取了中国范围内的影像地图;(2)基础框架图层数据,使用天地图发布的地名服务数据,获取区域范围内的主要地名;(3)矢量要素图层数据,发布并获取全国政区边界矢量要素服务,主要为线状要素,对边界线的样式、线宽、颜色进行了交互式设置;(4)专题统计图层数据,获取了全国范围内的森林面积专题数据统计,采用了点状定位符号可视化方法,系统自动设置了

如图的环状符号,并对符号的颜色(红、黄、青)、透明度进行了交互式配置;

上述4种多变量数据可视化得到的地图图层按照影像图层>框架图层>矢量图层>专题图层的方式,叠加于图中的主图位置。此外,还根据地图模板,对模板中的各个地图要素如图名、图廓、主图、比例尺、指北针、图例等进行了交互式配置,最终得到的制图结果如图3所示。

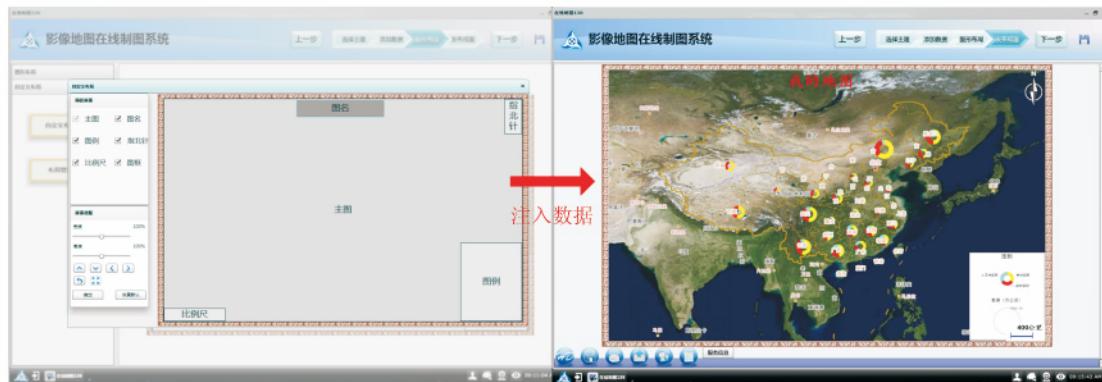


图3 在线多变量制图实例

Fig. 3 Example of Web Multi-variate Mapping

4 结语

本文采用Mashup思想,设计了一个网络环境下进行多变量数据制图的策略和技术方案,实现了一个支持基于组装式和填充式两种方法的在线交互式网络制图原型,并应用于资源三号卫星影像数据的制图与可视化分析。实践证明,该方法具有一定的理论和实际应用价值。当然,网络多变量制图是一个复杂的制图过程,本文所研究的可视化策略是在图层层面的交互式制图方案,未来需要对制图数据与制图方法的自适应匹配、更细粒度的要素数据可视化等难点进行更深入的研究。

参 考 文 献

- [1] Stefan H, René S, Marianne R, et al. Multivariate Mapping in High Quality Atlases [C]. The 23th Int. Cartographic Conf., Moscow, 2007
- [2] Wilkinson L. The Grammar of Graphics [M]. New York: Springer, 2005
- [3] DiBiase D, Reeves C, MacEachren A M, et al. Multivariate Display of Geographic Data Applications in Earth System Science [M]// MacEachren A M, Taylor D R F. Visualization in Modern Cartography. Oxford: Pergamon, 1994
- [4] Bertin J. Graphics and Graphic Information-Processing [M]. Berlin: De Gruyter, 1981
- [5] Tufte E R. The Visual Display of Quantitative Information [M]. Cheshire, CT: Graphics Press, 2001
- [6] Zeng Xingguo, Ren fu, Du Qingyun, et al. Design and Implementation of Public Participation Web Cartographic Services [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2013, 38(8): 950-953(曾兴国,任福,杜清运,等. 公众参与式地图制图服务的设计与实现[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2013,38(8): 950-953)
- [7] Kang Mengjun, Du Qingyun, Weng Min. Web Map Service Strategy Based on User Action Model [J]. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 2011, 36(5): 560-563(亢孟军,杜清运,翁敏. 利用用户事件模型的网络地图服务策略[J]. 武汉大学学报·信息科学版,2011,36(5): 560-563)
- [8] Shanbhag P, Rheingans P, DesJardins M. Temporal Visualization of Planning Polygons for Efficient Partitioning of Geo-Spatial Data [C]. IEEE Symposium on Information Visualization, Minnesota, 2005
- [9] Keim D A, North S C, Panse C, et al. Efficient Cartogram Generation: A Comparison [C]. IEEE Symposium on Information Visualization, Boston, 2002
- [10] Wilde E. Knowledge Organization Mashups, Tech-

- nical Report TIKReport No. 245[R]. Computer Engineering and Networks Laboratory (TIK), ETH Zürich, 2006
- [11] Maness J M. Library 2.0 Theory: Web 2.0 and its Implications for Libraries, Webology 3 (2) [EB/OL]. <http://www.webology.ir/2006/v3n2/a25.html>, 2006
- [12] Wood J, Dykes J, Slingsby A, et al. Interactive Visual Exploration of a Large Spatio-Temporal Dataset: Reflections on a Geovisualization Mashup [J]. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 2007, 13(6): 1176-1183
- [13] Long Yuehong. The Research and Implementation of Mapping Mashups[D]. Changsha: Central South University, 2008(龙岳红. 地图 Mashup 的研究与实现[D]. 长沙:中南大学,2008)
- [14] Zeng X, Du Q, Ren F, et al. Design and Implementation of a Web Interactive Thematic Cartography Method Based on a Web Service Chain [J]. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 2013, 19(2): 172-190

A Web Multi-variate Mapping Method Based on Mashup

ZENG Xingguo^{1,2} DU Qingyun³ REN Fu³

1 National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100012, China

2 Key Laboratory of Lunar and Deep Space Exploration, Beijing 100012, China

3 School of Resources and Environmental Sciences, Wuhan University, Wuhan 430079, China

Abstract: For the purpose of solving the arrangement and representation problems in multivariate web mapping, firstly, the research status of the visualization and mapping methods for multivariate web data are analyzed, after that, the demand and characteristics of multi-variate mapping data for the web environment are investigated, and then the arrangement of the multi-variate web mapping data and the visualization strategy is discussed in detail. Based on the previous research, a multi-variate web mapping method using Mashups is introduced from aspects of theory, strategy and technology. A prototype system designed for multi-variate web mapping was developed, and the prototype system was applied to related Resource-3 satellite image mapping programs, the successful implementation of the method shows that it can improve mapping efficiency and the representation effect in multi-variate web mapping.

Key words: web map; multi-variate mapping; Mashup; photographic mapping; web map service

First author: ZENG Xingguo, PhD, specializes in web geographical information visualization. E-mail: zengsingle@163.com

Foundation support: The National Natural Science Foundation of China, No. 41371427/D0108; the Young Researcher Grant of National Astronomical Observatories, Chinese Academy of Sciences.