

基于 Google Earth 的 GIS 专题制图技术研究与应用 ——以陕西省土壤分类信息系统开发为例

陈建平, 常庆瑞, 陶文芳, 张静

(西北农林科技大学 资源环境学院, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 以陕西省土壤分类信息系统中的土类数据制图为例, 分析了基于 Google Earth (GE) 的专题地图的制图原理与技术, 提出了一套基于 GE 的一般地理专题图的制图技术流程, 并讨论了其关键技术。指出了 GE 制图工具目前存在的两个缺陷, 提出了相应的解决方法, 并介绍了陕西省土壤分类信息系统中 GE 制图结果和应用方案。

关键词: Google Earth; GIS; 土壤; 制图

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2008)06-0063-04

中图分类号: TP311.5

Study and Application of GIS Cartography Method Based on Google Earth —A Case Study of Shaanxi Soil Taxonomy Information System Development

CHEN Jian-ping, CHANG Qing-rui, TAO Wen-fang, ZHANG Jing

(College of Resources and Environmental Sciences, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Taking Soil Taxonomy Information System of Shaanxi Province as an example, the thematic mapping method and technology based on Google Earth (GE) are analyzed. A general thematic mapping flow based on GE is suggested. Details of mapping process and key techniques are discussed at each step of the mapping flow. Two defects of GE mapping tools are pointed out and its resolution is proposed. Mapping results and application mode of Soil Taxonomy Information System of Shaanxi Province are presented.

Keywords: Google Earth; GIS; soil; cartography

Google Earth (GE) 是 Google 公司推出的一项新型的地理信息服务项目^[1], 它问世之初就引起了广泛的关注和赞誉。GE 以卫星图片和矢量地图相结合, 以虚拟现实的方式展现微缩的地球景观, 使人们能以直观的、三维的方式浏览地球上每一个角落, 被形象地称为“上帝之眼”。GE 还开发了专用的地理信息描述语言 KML^[2], 以及地标标注工具, 使得每个用户都可以将自己关注的地理信息标注在 GE 上, 与全球共享。此外, GE 还提供了免费的地图开发 API, 任何网站都可以以 GE 为基础, 在自己的网站中开发基于 GE 的 WebGIS 应用项目。由于地标工具的推出, GE 已从单纯的卫星图像浏览工具演变为新一代的 GIS 开发平台。

GE 的出现对于传统的 GIS 平台形成了强大的冲击, 它以免费、开放、简单易用等特点, 吸引了大量的普通大众, GIS 的应用从专业化、学术化开始大规模走向普通大众。基于 GE 的 GIS 地理信息开发与

应用已经在多个领域出现。例如陈锐祥等将 GE 引入集成到了交通信息服务系统中^[3], 陆涛等研究了 GE 在城市立交方案演示当中的应用^[4], 傅军等研究了 GE 在常识教学当中的应用^[5], 廖露等探讨了基于 GE 的地理网络课程开发及应用^[6], 陈强等研究了 GE 在地震应急中的应用^[7], 刘冰等探讨了 GE 在旅游导航方面的应用^[8], 陈钊等报道了 GE 在考古方面的应用^[9]。此外, GE 还被应用到森林消防、地质勘探、电力勘测设计、地貌地形考察等等专业方向^[10-13]。这些不同专业领域的研究和实践显示了 GE 的强大功能和可喜的发展前景。

但目前大部分的 GE 应用都是零星的和利用 GE 某些特性的具体个案, 完全基于 GE 的完整 GIS 项目开发很少见, 而基于 GE 的专题制图技术研究, 目前国内外尚未见报道。本文以“陕西省土壤信息系统”中的土类数据库开发为实例, 重点研究基于 GE 的专题制图技术流程与关键问题。

收稿日期: 2008-05-22

修回日期: 2008-09-16

资助项目: 国家自然科学基金“荒漠化土地植被恢复过程土壤形成演变及其耦合关系研究”(30571527)

作者简介: 陈建平(1974—), 男(汉族), 陕西省洛南县人, 讲师, 系统分析师, 主要从事地理信息系统及计算机应用研究。E-mail: jieditor@126.com。

通信作者: 常庆瑞(1959—), 男(汉族), 陕西省子洲县人, 教授, 博士生导师, 主要从事遥感与地理信息系统应用研究。E-mail: changqr@nwsuaf.edu.cn。

1 GE 与传统 GIS 平台的比较

(1) 与传统的 GIS 相比,GE 的优势在于提供了大量的免费高清卫星影像资料。GE 卫星地图供应商 DigitalGlobe 公司 2007 年 9 月 18 发射了一颗的 WorldView 卫星,连同以前的 QuickBird 卫星,至此 DigitalGlobe 公司在轨卫星数量已达到 3 颗,日采集能力将达到 $1.00 \times 10^6 \text{ km}^2$,目前的平均分辨率可达 0.5 m。

GE 卫星图像覆盖全球,海洋、山地等地形的分辨率可达 60 m,城市的分辨率可达 1 m 以下,在局部地区可达 0.15 m^[14]。这些卫星影像大部分以免费的方式发布,相比传统的 GIS 处理平台及信息获取渠道,GE 无疑可以节省大量的投资。

(2) GE 提供了资料丰富的 GIS 基础库。除了卫星影像图,GE 在 Web 上还可以显示矢量的 Google Map 地图以及两者叠加的混合显示方式。另外,有大量的 GE 用户添加的地标、航迹、KML 地图、地貌景观图像,共同组成了一个巨大的多维地理信息基础库。

(3) GE 提供了方便的 GIS 工具支持。GE 的客户端程序以及 GE 的 SketchUp 可以为 WebGIS 开发者提供 GPS 支持,地图制作、保存、三维建模等方面的制图支持。相比之下,GE 中的制图直观简便,所有的位置信息直接以经纬度表示,可以与 GPS 等设备结合使用,制图快捷方便。

(4) GE 提供了开放的 Web 编程接口。GE 提供了开放格式的 KML 地图描述语言,以及免费的 API,任何网站均可以将 GE 丰富的地图资源集成到自己的 Web 应用中。

2 项目介绍与制图需求

土类数据库是陕西省土壤分类信息系统研发中的一部分,其数据以 1992 年出版的《陕西土壤》为依据^[15],共分 9 纲 22 个土类,土类图原始比例尺为 1:2 500 000。制图要求如下。

(1) 项目要求将土类专题图矢量化,矢量化地图可以作为 GE 中的图层,与原始卫星图像叠加,从宏观上呈现各种土类在陕西省的分布及其与地貌地形的关系。

(2) 矢量地图的图斑具有属性描述,以及与上下级分类图斑、属性的联系字段。

(3) 矢量地图可应用于 GE,WebGIS,桌面 GIS 等应用环境。

3 GE 制图原理与制图过程

3.1 制图原理

在 GE 当中,制图的实现是通过 GE 客户端程序,利用鼠标在 GE 虚拟地球地面上定义出点、线、面等性状的地图对象,这些地图对象的数据以 KML 格式^[2]保存。KML 是一种基于 XML 标准的标签式地理信息描述语言,所有的地理信息字段都被映射为 XML 标签。

KML 有着完善的模型系统,可以用来在 GE 中表示三维的真实空间的对象。在 KML 中,地理对象以抽象的 Object 表示,它可由 Feature(特征)、Geometry(形态)、ColorStyle(色彩)、StyleSelector(样式)、TimePrimitive(时间)、SchemaField(数据模式)等几类抽象元素以及视角、显示区、放大倍率等显示属性来描述,可满足一般 GIS 制图的全部需求。但对于一般专题制图而言,常用的制图元素主要有 3 类。

(1) 点状元素。即 Point 元素,其坐标用真实的空间位置表示,即以经纬度、高程来表示其位置, $\text{Point} = \{\text{Longitude}, \text{Latitude}, \text{Altitude}\}$ 。

(2) 线状元素。包括两种即 LineString(线段)和 LinearRing(闭合线)。线都是由一系列的点来定义的。LinearRing 的开始点与终结点相同。

$$\text{LineString} = \{\text{Point}(1), \text{Point}(2), \dots, \text{Point}(n)\}$$

$$\text{LinearRing} = \{\text{Point}(1), \text{Point}(2), \dots, \text{Point}(n), \text{Point}(1)\}$$

(3) 面状元素。即 Polygon,它由一条外边界线 outerBoundaryIs 和零条至多条内边界线 innerBoundaryIs 组成,边界线均是由 LinearRing 来定义的。

$$\text{Polygon} = \{\text{OuterBoundary}, \text{InnerBoundary}(1), \text{InnerBoundary}(2), \dots, \text{InnerBoundary}(n)\}$$

此外,GE 还定义了 MultiGeometry 和 Model 元素,MultiGeometry 用来将其它的点线面元素组合起来,表示逻辑上同一的地理对象,其本身不是制图对象。Model 用来将三维物体模型定位在地理空间当中,也不是传统的制图对象,在本例当中没有用到。

3.2 GE 中的制图过程

以陕西省土壤分类信息系统中土类专题 GIS 文件的制作为例说明 GE 当中的制作过程。

(1) 准备资料。陕西省土类分类以《陕西土壤》(1992 版)的分类为标准,共分为 22 个土类。原土类地图的比例尺为 1:2 500 000。首先将其扫描为栅格图像,经过图像处理,增强其对比度。

(2) 底图匹配、校准。在 GE 中将扫描好的图像作为 Image Overlay 对象引入,贴于 GE 卫星底图上,

并调节图像的透明度,使图像和卫星底图同时可见。Image Overlay 对象在 GE 中可以移动、缩放、旋转,依据关键地物点,将图像与卫星影像匹配起来。例如在陕西省土壤图当中,河系可以作为校准的参考,因为它们清晰精确,纵横交错,延伸到地图的每个角落,同时河系在卫星底图上也很易辨识。调节扫描图像,使图像中的河系与卫星底图上的河系重合起来,就完成了图件的匹配和校准过程。

(3) 图斑转绘。在 GE 中,沿底图的图斑边界,绘制出各个土类的 Polygon 类型矢量图。

(4) 图斑校对。指根据相关资料校对图斑。在本例中,我们参考了土属、土种资料,对土类图进行了校对。

(5) 代码编辑。编辑查看 KML 代码,做必要的修改。

(6) 地图修饰。调节图斑的 Style 属性,修改边界线、填充色、透明度等属性,调整配色风格。

(7) 属性对接。编辑 KML 中图斑 ID、Name 属性字段,使之与属性数据记录中的 ID 匹配,完成图形数据与属性数据的对接,形成完整的 GIS 数据集。

(8) 导出结果。即将结果保存为 KML 文件或者 KMZ 文件。

总结上述过程,GE 中一般专题地理图的制作流程如图 1 所示。

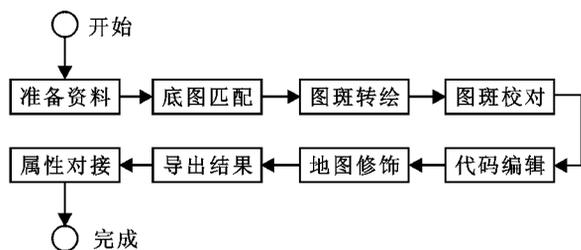


图 1 GE 中一般地理专题图的制图流程

4 GE 制图工具存在的两个问题及解决方法

通过本项目的实际应用,我们发现 GE 制图工具目前还存在两个问题。

(1) GE 不支持多边形内边界的绘制。因此如果图斑中间有镶嵌情况,即图斑中间有“洞”,在 GE 当中就无法绘制。解决方法为利用文本编辑工具编辑 KML 文件,为图斑增加 innerBoundaryIs 属性,用闭合线来定义内部的镶嵌图斑。例如黄绵土区域内有一小块黑垆土,首先分别绘制黄绵土和黑垆土区域,其次为黄绵土增加一个 <innerBoundaryIs> 标签,将表示黑垆土外边界的闭合线 <LinearRing>

节点复制其中,就可以为黄绵土图斑增添一个“洞”,同时也将黑垆土正好嵌入了这个洞。其代码形式示例如下:

```

    <innerBoundaryIs> <!-- 黄绵土的内边界定义 -->
    <LinearRing> <!-- 黑垆土的外边界闭合线,也是黄绵土的内边界闭合线之一 -->
    <coordinates> ...</coordinates> <!-- lon, lat[, alt] -->
  </LinearRing>
</innerBoundaryIs>
  
```

(2) GE 工具不支持对图斑元素 ID、Name 属性的编辑。图斑的 ID、Name 等属性作为图斑的键值标识,是图形与属性数据对接时的依据。目前 GE 制图工具不支持对图斑这些属性的改写。其解决方法为利用文本编辑工具直接修改 KML 文件,为图斑添加唯一的命名标签和详细注释。

5 GE 制图结果及其应用

5.1 GE 制图结果

在陕西省土类图的制图结果中,矢量图斑都是使用 Geometry 类的对象描述的,包括点状元素(Point)、线状元素(LineString)、闭合曲线(LinearRing)、面状元素(Polygon)、图斑组合(MultiGeometry)、三维模型(Mode)。多个点描述一条线,闭合线描述一个面,多个元素又组合成为一个图斑组合,制图中使用了 Folder 来组织。所以,KML 当中的矢量图归根结底是以点为基础的,而点则是以 Latitude, Longitude, Altitude 三个量来表示。如果需要,点还可以附加时间维,成为四维,表示特定时空中的一个点,这在研究动态地理信息时特别有用。图件在 GE 当中的显示结果如附图 5 所示。

5.2 GE 地图的应用

GE 制图后得到的是 KML 格式图件格式的图件,大致有 4 种应用模式。

(1) 以 GE 作为客户端,KML 在格式图件 GE 当中直接显示。

(2) 将 KML 转换为 SVG 图形,然后直接输出到网页显示。

(3) 开发专用的 KML 解析组件,显示格式 KML 地图。

(4) 转换文件格式,提供给其它 GIS 平台应用。

在陕西省土壤分类信息系统中,我们采用的是第一种模式,可以实现常规的专题地图制作、地图信息查询应用。其应用原理如图 2 所示。

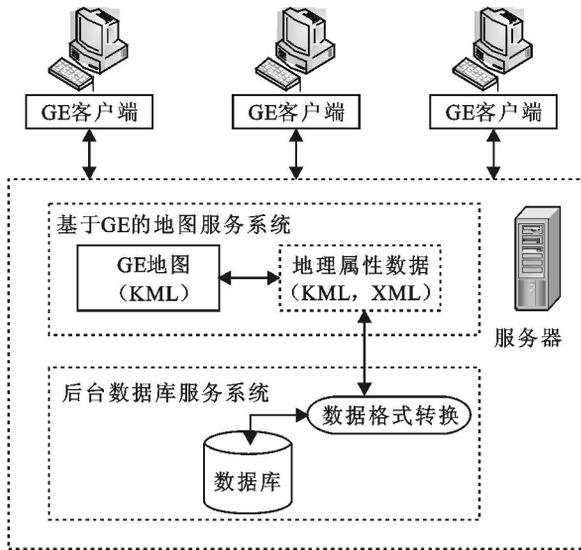


图 2 陕西省土壤分类信息系统中的 GE 图件应用模式

5.3 GE 平台不足

目前 GE 平台提供的服务与工具当中,可以实现制图、地图显示、属性信息显示等常规功能,但对于面积量算、空间分析还没有直接的支持。另外,影像资料及地图的一些规格、标准还没有给出详细的官方文档,还有待于后续版本的发展。

GE 以三维卫星实景照片为基础,采用开创性的虚拟现实的浏览方式将人们带入一个 GIS 信息共享化的新时代,与其它 GIS 平台最大的不同是它具有共享、开放两大特点。人们可以免费下载客户端工具,共享全球大比例尺的影像资料,可以自由制作、发布地理信息。它的地理信息描述语言是开放的,可以自由操纵,对于软件开发、系统集成都是公开和透明的。由于 GE 的这些特点,它的应用前景非常广阔,相对其它平台的优势也很明显。目前 GE 的应用开发才刚刚起步,适合于地理专题信息的快速制作、发布与查询应用,在房地产、旅游、景观等方面已有成熟的应用,在其它专业应用方面潜力也很大。但是目前 GE 还存在一些问题,功能还有待进一步完善,尤其缺失 GIS 空间量算、分析功能,还不能与成熟的专业

GIS 相比,所以目前的应用也受到了限制。但随着 GE 的发展,这些问题也可望得到逐步的解决,基于 GE 的专业应用也将逐步丰富起来。

[参 考 文 献]

- [1] Google Inc. Google Earth [DB/OL]. [2007-09-14]. Google Web Site. <http://earth.google.com/>.
- [2] Google Inc. Google KML 2.2 Reference [DB/OL]. [2007-09-14]. Google Web Site. <http://code.google.com/apis/kml/documentation/>.
- [3] 陈锐祥,何兆成,黄敏,等. Google Earth 在交通信息服务系统中的应用研究[J]. 中山大学学报:自然科学版, 2007(S2):195—198.
- [4] 陆涛,孔令赏,芮贵春. 基于 Google Earth 的立交方案演示[J]. 交通与计算机, 2007, 25(2):146—148.
- [5] 傅军. Google Earth 在常识教学中的应用[J]. 中国电化教育, 2007(1):98—99.
- [6] 廖露,周申立. 基于 Google Earth 的地理网络课程开发及应用探讨[J]. 中国教育信息化, 2007(23):73—75.
- [7] 陈强,姜立新,帅向华. Google Earth 在地震应急中的应用[J]. 地震, 2008, 28(1):121—128.
- [8] 刘冰,石奉华. Google Earth 在旅游、导航中的应用探讨[J]. 山东科技大学学报:自然科学版, 2006, 25(4):25—28.
- [9] 陈钊. Google Earth 软件在考古探测中的应用评析[J]. 东南文化, 2007(2):39—45.
- [10] 文东新. GOOGLE EARTH 在森林消防管理中的应用[J]. 林业实用技术, 2006(7):26—27.
- [11] 余丰华,姜云. Google Earth 在浙江省地质灾害管理中的应用[J]. 地质灾害与环境保护, 2007, 18(3):98—103.
- [12] 邓加娜,胡茂林,莫平浩,等. 数字地球及其在电力勘测设计中的应用[J]. 电力勘测设计, 2006(05):48—52.
- [13] 张斌,艾南山,黄正文,等. 中国嘉陵江河曲的形态与成因[J]. 科学通报, 2007, 52(22):2671—2682.
- [14] DigitalGlobe Inc. WorldView-1 [EB/OL]. [2008-04-16]. Digitalglobe Website. <http://www.digitalglobe.com>, <http://www.digitalglobe.com/index.php/86/WorldView-1>.
- [15] 陕西省土壤普查办公室. 陕西土壤[M]. 北京:科学出版社, 1992.

