

空间数据转换与考古探测 WebGIS

曹礼刚, 王绪本

(成都理工大学信息工程学院, 成都 610059)

摘要: 在传统考古领域中, 利用现代探测和信息技术辅助考古发掘, 该文阐述了多源空间数据转换为符合 W3C 标准 GML 通用格式的过程, 并将其转换为 SVG 文件, 实现了客户端的交互操作, 介绍了 GML 技术和 SVG 技术, 分析了考古探测 WebGIS 的系统结构, 研究了数据转换方法, 最后建立系统, 验证了模拟结果。

关键词: 地理标识语言; 可升级矢量图像; 考古探测; 网络地理信息系统

Spatial Data Transformation and Archaeological Detection WebGIS

CAO Li-gang, WANG Xu-ben

(College of Information Engineering, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059)

【Abstract】 By using modern exploration and IT, in traditional archaeological field, this paper illustrates the process of transforming multi spatial data into the standard GML form which is in conformity with W3C. And the form is transformed to SVG, so as to realize the interactive operation with users. GML and SVG Technology are introduced. This paper analyzes the system structure of archaeological detect, studies data transform, and establishes simulation results.

【Key words】 geography markup language(GML); scalable vector graphics(SVG); archaeological detection; WebGIS

金沙遗址位于成都市区西郊, 该遗址的发现是继三星堆遗址后, 四川境内最重大的考古发现, 要使金沙遗址为更多的人所熟悉, 通过互联网的宣传费用是最低, 影响的范围也是最广的。从 20 世纪 90 年代起, GIS 开始被欧洲考古界所认识并接受, 景观考古 GIS 分析逐渐盛行。2004 年, 我国在陕西省周公庙遗址考古工作中应用“3S”技术, 进行了高科技考古实践。从 2004 年开始, 在四川省成都市金沙遗址上, 利用“物探”和遥感技术进行考古研究, 利用自身的“物探”和地质优势, 深入地研究了物探的空间数据, 并取得了一些初步成果。

1 GML 技术

地理标识语言(geography markup language, GML), 由开放式地理信息系统协会(opengis consortium, OGC)于 1999 年提出, 并得到了许多公司的支持。GML 能够表示地理空间对象的空间数据和非空间属性数据。GML 的优点主要在于: (1)提供了适用于 Internet 环境的空间信息编码方式, 用于数据传输和存储; (2)能够进行扩展, 用以支持对空间信息的多样化需求, 不管是用于对空间信息的单纯描述, 还是进行更深层次的分析使用; (3)可以以一种可扩展和标准化的方式, 为基于 Web 方式的 GIS 建立良好的基础。

2 SVG 技术

可升级矢量图像(scalable vector graphics, SVG)是一种基于 XML 的开放的矢量图形描述语言。SVG 图像是与 XML1.0 兼容的文档, SVG 元素指示如何绘制图像的一些指令, 阅读器解释这些指令, 把 SVG 图像在指定设备上显示出来。使用 SVG 可以在网页上显示出各种高质量的矢量图形, 包括许多图像处理中常见的功能, 如图形、文字、动画、色彩、滤镜效果等。SVG 完全用普通文本来描述, 这是一种专门为网络而设计的基于文本的图像格式。因为 SVG 基于 XML 技术,

所以其可扩展性很强, 能够描述任意复杂的图像。

3 考古探测 WebGIS 实验模型

在金沙遗址上, 笔者进行了多种无损探测方法的试验, 包括高密度电法、高精度磁法、地质雷达等, 这些探测数据, 包括了空间数据和属性数据, 数据量特别大, 在对数据的管理中, 采用 GIS 进行管理和展示。笔者利用 GIS 软件, 仅对高密度电阻率法的探测数据进行了管理, 其中分别管理了电法的测点、测线和电法的反演图等。

3.1 系统结构模型

3.1.1 开发技术的选择

商业 WebGIS 系统较多, 但它们的数据格式一般都是私有的, 相互之间不能直接访问, 必须经过一定的数据格式转化才能使用。而 GML 文件格式打破了这一局面, 它是由 OGC 开发的完全符合 W3C 标准的地理数据格式。在金沙遗址 WebGIS 系统中, 数据格式采用 GML 封装。虽然 GML 文件可以像文本一样阅读, 但它并不支持直接显示图形。在图形的显示上, 可以采用 SVG 技术来实现图层的显示和管理。

3.1.2 系统总体架构

系统主要采用由 Web 服务、GIS 服务和数据存储 3 个部分的关键技术构成, 采用基于 B/S 方式的 3 层结构体系^[1], 如图 1 所示。整个工作流程如下:

(1) 客户端向 Web 服务器发出服务请求, Web 服务器接收请求后, 分析调用请求, 如果只是普通的网页服务, 就由

基金项目: 国家“十五”科技攻关计划基金资助项目“文物保护关键技术研究”(2004BA810B); 四川省青年软件创新工程基金资助项目“金沙遗址地质构造及古巴蜀文明复原虚拟系统”(05GG006-003)

作者简介: 曹礼刚(1976-), 男, 博士研究生, 主研方向: 遥感与地理信息系统; 王绪本, 教授、博士、博士生导师

收稿日期: 2006-11-05 **E-mail:** ligang.cao@gmail.com

Web 服务器直接处理，如果是 GIS 服务请求，则向下连接 GIS 服务器。

(2)在 GIS 服务器中，根据调用请求，对异构的多源数据进行处理，在 GIS 服务器中完成空间数据到 GML 文件的格式转换，GML 文件到 SVG 文件的转换，并转回 Web 服务器。

(3)Web 服务器把 GIS 服务器传回的 SVG 文件，发送给客户端，在客户端的浏览器中显示，利用 JavaScript 脚本语言实现地图的操作和交互功能。

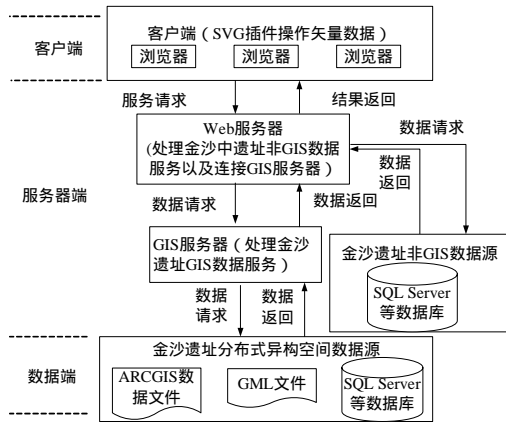


图1 金沙遗址 WebGIS 系统结构模型

整个系统功能的实现主要分为：服务器端和客户端的技术实现，在服务器端主要由Web服务器和GIS服务器组成。其中，Web服务器主要负责与客户端的连接，并提供普通的Web服务，当客户端需要GIS服务时，才连接GIS服务器，GIS服务器主要负责与空间数据的连接与管理。对于多源异构的空间数据，在GIS服务器中进行数据格式的转换，最终生成SVG文件并传回给Web服务器，由Web服务器再传回到客户端进行显示^[2]。笔者主要讨论了服务器端的数据转换，包括ShapeFile文件到GML文件的转换和利用XSL技术进行GML文件到SVG文件的转化。

3.2 数据转换

在服务器端实现的空间数据转换如图2所示，在服务器端，对 ArcGIS 的 ShapeFile 文件或数据库中的空间数据进行数据转化，生成 GML 文件。GML 文件结合 XSLT 样式表，利用 XSL 技术进行 GML 文件到 SVG 文件的转化，把生成的 SVG 文件传回客户端，客户端对 SVG 文件利用 SVG 插件和页面内嵌的 JavaScript 脚本语言编程实现 WebGIS 地图的显示和交互操作。

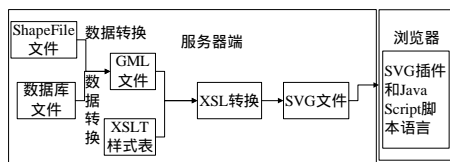


图2 空间数据格式转换流程

3.2.1 从 ShapeFile 文件到 GML 文件的转换

(1)对于多源异构的空间数据源，例如 ArcGIS 的 ShapeFile 文件，把它转换为符合 OGC 的 GML 文件，主要根据 ShapeFile 的技术白皮书给出的格式从文件中读取数据记录，再通过数据映射转换生成 GML 文件。

ArcGIS 的地图数据分为 3 个文件进行存储^[3]，即

1)shp 文件：主要存储几何数据，它有自己的专有格式，具体的格式可以参看 ShapeFile 的技术白皮书，可以通过 ArcInfo 提供的组

件来读取，转换为内存中的几何对象。一般一个 shp 文件表达了一个图层的几何数据。

2)dbf 文件：存储相对应的 shp 文件的属性数据。

3)shx 文件 连接 shp 文件中空间数据和 dbf 文件中的属性数据。

以上 3 种文件是 Shapefile 文件所必需的文件，而其他如 sbn,sbx,fbn.xml 等是可选文件。在 ShapeFile 文件中，dbf 记录的属性数据是完全按照顺序记录的，而几何数据是有变化的，需要通过 shx 索引文件中的偏移量，来获得与属性表中的每条相应的几何记录在 shp 文件中的偏移量，即空间数据和属性数据的对应要依靠 shx 索引文件计算偏移量。ShapeFile 文件的几何类型与 GML 中的元素之间的对应关系见表 1。

表1 ShapeFile 的几何类型与 GML 的元素对应关系

ShapeFile 的几何类型	对应的 GML 的元素
Point	<Point>
Polyline	<LineString>或者是<MultiLineString>
Polygon	<Polygon>或者是<MultiPolygon>

转换规则如下：

1)Point 类型的转换：ShapeFile 文件的 Point 类型转化为 GML 文件中的 Point 类型，Point 类中包含的 x,y 属性，直接对应写入 GML 的 Point 元素的 coordinates 标签。

2)Polyline 类型的转换：ShapeFile 文件中的 Polyline 类型是一个 Path 的集合。一个 Path 由一系列的点连接而成，它还不完全等价于 GML 中的 LineString。一个 Path 又是一个 Segment 的集合，Segment 是 2 个点之间的一种连接，最简单的是直线，还有可能是 Bezier 曲线或者其他曲线，可以把 Path 看作一个 LineString。在转换时，如果 Polyline 只包括一个 Path，就转为 LineString，通过将该 Path 转换为 PointCollection，得到该 Path 的节点坐标，写入 LineString 的 coordinates 标签。否则，就转为 MultiLineString，它的每个成员 LineString 的转换方法和上面相同。

3)Polygon 类型的转换：ShapeFile 文件中的 Polygon 和 GML 的 Polygon 元素定义不完全相同，因为 ShapeFile 文件中的 Polygon 允许有多个外环，所以如果它的 ExteriorRingCount 数目为 1，就把它转为一个 Polygon 元素，其中，外环的坐标序列别写入 <outerBoundaryIs><LinearRing>的 coordinates 标签。

如果有内环的话，写入 <innerBoundaryIs><LinearRing>的 coordinates 标签；ExteriorRingCount 数目大于 1，就转为一个 MultiPolygon 元素，它的每个子成员 Polygon 的转换方法和上面相同^[4]。

(2)对于数据库中的空间数据，通过数据库到 GML 文档的映射，直接生成 GML 文件。基本操作步骤如下：

- 1)对应数据库中每一个表，创建一个元素；
- 2)对表中的每一列，创建一个属性；
- 3)针对表中每一主键/外键的关系，生成各元素和子元素，最后合并为一个树状结构的 GML 文档；
- 4)删除 GML 文档中的冗余元素。

3.2.2 从 GML 文件到 SVG 文件的转换

由于 GML 文件和 SVG 文件都是基于 XML 格式的，因此它们之间的元素很容易进行互相映射，如表 2 所示，分别代表了 GML 空间几何元素与 SVG 中空间几何元素相对应的关系。

表2 GML 与 SVG 空间几何元素的对应关系

GML 空间几何元素	SVG 元素
Box	rect
Point	rect, circle, path
LineString	polyline, path
polygon	polyline, path

在 GML 文件中 Box 元素在 SVG 中表示为 rect。因为 SVG 文件中没有 Point 元素，所以 GML 文件中 Point 可以被表示为

rect,circle或path。即GML文件中的点可以在SVG图形表现为方框、圆形或任意定义的多边形。GML文件中的LineString可以被表示为SVG中的polyline或path,表现形式为多边形。GML文件中的polygon被表示为SVG中的path,表现形式也为多边形^[5]。

根据GML的XML Schema和SVG规范,编写了XSLT样式表,实现从GML文件到SVG文件的转换^[6]。下面的代码主要是高密度电法测线数据和工作区数据从GML文件到SVG文件的转换,XSL文件的部分代码如下:

```

...
//对测线进行转换
<xsl:for-each
select="featureCollection/gml:featureMember/line">
  <xsl:variable name="line1">
    <xsl:value-of
select="TheGeometry/gml:LineString/gml:coordinates"/>
  </xsl:variable>
  <polyline points="$line1" transform="matrix(1 0 0 -1 0 2.1)"
style="fill:#0000ff;stroke:black;" stroke-width="0.2">
    </polyline>
  </xsl:for-each>
//对工作区进行转换
<xsl:for-each
select="FeatureCollection/gml:featureMember/area">
  <xsl:variable name="line2">
    <xsl:value-of
select="TheGeometry/gml:Polygon/gml:outerBoundaryIs/gml:LinearRing/gml:coordinates"/>
  </xsl:variable>
  <polyline points="$line2" transform="matrix(1 0 0 -1 0
2.1)" style="fill:#ff0000;stroke:black;" stroke-width="0.2">
    </polyline>
  </xsl:for-each>
...

```

3.3 模型演示

在客户端安装 Adobe 公司的 SVG 插件,在客户端使用 SVG 技术,结合 JavaScript 脚本语言,实现基本的 WebGIS 功能,包括地图平移、放大、缩小、图层的管理、地图的交互性显示和对图层属性的查询等功能。整个系统基于矢量图形,在放大和缩小的情况下,图形显示质量好,能“无级”

(上接第 244 页)

动,这个动作会导致 α 值突然变大(大于 0.8)。文献[4]中对这种情况采用的是 400bit 的视频包,而本文采用的是 200bit 左右的视频包,对差错的控制性能会更好。另外对于大部分的其他帧,本方法也优于文献[4]中的方法。由于文献[4]已经证明了其自适应改变视频包长的方法优于各种固定视频包长的方法,所以可以证明,本文采用的自适应改变视频包长的方法优于其他方法,能够提高视频质量。

6 结语

本文介绍了 MPEG-4 进行 RTP 封装的基本方法,分析了两种封装方法在无线信道中的差错性能,并建立了一个综合封装利用率和有效误码率的模型,该模型决定于 VOP 中运动矢量比特占有率 α 和视频包长度 L 。在此模型的基础上进行数学分析得到了与运动矢量比特占有率 α 相关的最优视频包长度曲线,并给出了其三次拟合曲线。

地放大和缩小,实现了对测线属性和测线二维反演图的查询,能管理各个图层的显示与隐藏,并实现对工作区的交互显示等。对测线反演图的查询见图 3。

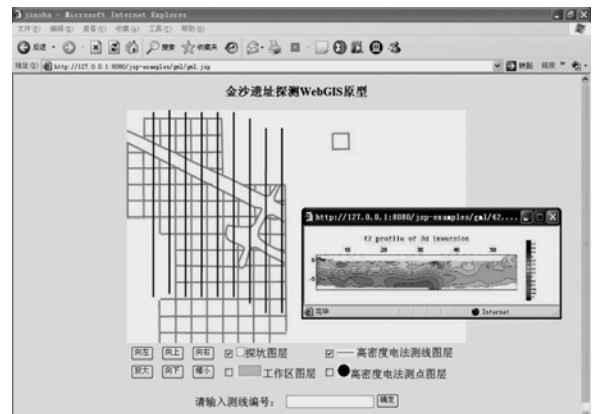


图3 对测线反演图的查询

4 总结与展望

笔者首先介绍了 GML 技术和 SVG 技术,分析了 WebGIS 的系统结构,探讨了在服务器端数据转化的过程,利用转换得到 SVG 文件,实现了对探测图层的基本操作,方便了探测人员和考古人员对探测成果的管理。GML 文件格式专门为地理数据提供存储服务,它完全符合 W3C 标准的地理数据格式,并为将来的数据共享和分布式数据管理提供了方便。SVG 技术不仅用于地图的展示,还可用于矢量图形,基于该技术的图像具有图形美观、文件标准统一、可读性强、灵活易用等特点。GML 技术和 SVG 技术在互联网上的“地理图形发布”中,将具有广阔的应用前景。

参考文献

- 1 刘南,刘仁义. Web GIS 原理及其应用——主要 Web GIS 平台开发实例[M]. 北京: 科学出版社, 2002.
- 2 罗庆洲. 基于 GML 的 WebGIS 理论与实践探讨[D]. 上海: 华东师范大学, 2004.
- 3 ShapeFile 文档技术白皮书[Z]. (2006-08-14). <http://www.esri.com/library/whitepapers/pdfs/shapefile.pdf>.
- 4 GML 规范[Z]. (2006-08-14). <http://opengis.net/gml/>.
- 5 SVG 规范[Z]. (2006-08-14). <http://www.w3.org/Graphics/SVG/>.
- 6 刘旭军,关信红. WebGIS 应用中 GML 文档到 SVG 的转换[J]. 计算机应用. 2004, 24(2).

根据拟合曲线的公式进行的测试序列试验表明,本文采用的根据运动矢量比特占有率的大小自适应改变视频包长度的方法得到的图像质量,优于其他方法,得到了更好的 PSNR 结果。

参考文献

- 1 ISO/IEC 14496-2-1999 Information Technology-Generic Coding of Audio-visual Objects: Part 2: Video[S]. 1999.
- 2 RTP Payload Format for MPEG-4 Audio/Visual Streams[S]. RFC 3016, 2000.
- 3 Worrall S T, Sadka A H, Sweeney P, et al. Backward Compatible User-defined Data Insertion into MPEG-4 Bitstreams[J]. IEE Electronics Letters, 2000, 6(12): 1036.
- 4 Worrall S T, Sadka A H, Sweeney P, et al. Optimal Packetisation of MPEG-4 Using RTP over Mobile Networks[J]. IEE Proceedings-Communications, 2001, 148(4): 197-201.