

# 网格环境下的三维空间数据互操作方法研究

金宝轩<sup>1</sup> 边馥苓<sup>1</sup>

(1 武汉大学空间信息与数字工程研究中心, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

**摘要:** 探讨了一种在网格环境下的三维空间数据互操作方法, 提出了基于 SOAP(simple object access protocol)消息、以图层为单位的三维空间数据表达方法, 通过解析 SOAP 消息便可得到符合 GML 规范的二维矢量数据、属性数据、纹理及模型数据, 方便软件之间的数据交换和互操作。最后通过实验验证了该方法的可行性。

**关键词:** 网格计算; 动态网格服务; 三维空间数据互操作; SOAP 消息

**中图法分类号:** P208

目前, 对 GIS 互操作<sup>[1]</sup>的研究相对比较多, 其主要原因在于空间数据的内容和来源的差异, 数据交换和共享相当困难, 很难找到通用的空间数据模型。基于 GML 的空间数据互操作方法<sup>[2~4]</sup>在近几年里得到了广泛的应用, 主要是 GML 对地理空间数据进行编码和存储是基于 XML 的标准, 它提供了一个开放的框架, 使得空间数据可以在这个规范上进行二维空间数据的交换和互操作。在三维空间数据中包含大量的纹理数据和复杂地物等模型数据(3DS 等格式), 很难在 GML 中进行表达, 这给分布式环境中三维可视化时的数据共享和互操作带来了很大不便。本文提出一种基于 SOAP<sup>[5]</sup>消息、以图层为单位的三维空间数据表达和互操作方法, 以网格服务的方式提供三维空间数据的服务和互操作。

## 1 基于 SOAP 消息的三维空间数据表达

SOAP 是在分散或分布的环境中交换信息的简单协议, 它使用封套(envelop)描述消息的发送者、接收者、处理方式和消息的内容, SOAP 使用 XML 作为标准的数据传送格式, 因此, SOAP 可以跨越异构系统进行互联, 具有简单、通用、轻量级的特点。通过 SOAP 协议, 客户不用关心提供服务的一方实现服务的具体方式, 只需处理返回的响应; 而服务器只要接收到符合要求的 SOAP 请

求就可以为客户提供服务, 这样就可以很好地解决软件之间的互操作问题。在 SOAP 消息中, 复杂的数据类型如对象、结构、图像、声音等都可以嵌入在消息中(这样就解决了三维数据中纹理数据和模型数据的处理)。利用 XML 本身的机制来表达数据, 正是考虑到上述 SOAP 的优越性, 故可将三维空间数据嵌入 SOAP 消息中进行数据的交换和互操作。SOAP 消息包含消息头(header)、消息体(body)、消息附件(attachment)三部分。

1) 消息头主要包含三维空间数据的元数据信息, 如空间参考信息、数据来源信息、图层名信息等。其 XML 描述如下:

```
< ? xml version="1.0" encoding="GB2312" ? >
< Header>
< CoordSystem> 北京 54 坐标系< /CoordSystem>
< DataOrigin> 省地理信息中心< /DataOrigin>
< MaxCoordX> 500.0< /MaxCoordX>< MinCoordX>
0.0< /MinCoordX>< MaxCoordY> 500.0< /MaxCoordY>
< MinCoordY> 0.0< /MinCoordY>< LayerType>
Building< /LayerType>
< Timestamp> 2004-07-21 22:28:58< /Timestamp>
< MessageNumber> 142bece; fde21955c8< /TraceNumber>
< ContentType> 建筑物层空间数据
< /ContentType>
< /Header>
```

其中, CoordSystem 节点表示坐标系; DataOrigin 节点表示数据来源信息; MaxCoordX、MinCoordX、MaxCoordY、MinCoordY 节点表示请求

的图层坐标范围信息; LayerType 节点表示图层名信息; Timestamp 节点表示请求数据时的时间; MessageNumber 节点表示消息号; ContentType 节点表示数据内容信息。

2) 消息体主要包含图层的二维边界矢量数据和相关属性信息, 二维矢量数据采用 GML 来表达, 主要考虑通过消息解包后可以得到二维数据的 GML 表达, 便于二维数据的交换和互操作。下面以建筑物层为例来说明消息体表达的内容。GML<sup>[6]</sup> 描述如下:

```
< ? xml version="1.0" encoding="UTF-8" ? >
< ex: DigitalCity >
  < gml: name > Virtual City < /gml: name >
  < gml: boundedBy > < gml: Box > < gml: coordinates > 0 0
500, 500 < /gml: coordinates > < /gml: Box > < /gml: boundedBy
>
  < featureMember >
    < ex: Building fid="1" > < gml: extentOf >
      < gml: Polygon srsName="http://www.opengis.net/srs"
>
        < gml: outerBoundaryIs > < gml: LinearRing >
```

```
< gml: coordinates > 25. 0 43. 0 35. 0, 43. 0 35. 0
23. 0 25. 0 23. 0 25. 0 43. 0 < /gml: coordinates >
    < /gml: LinearRing > < /gml: outerBoundaryIs >
    < /gml: Polygon > < /gml: extentOf >
    < ex: GroundElevation > 10. 2 < /ex: GroundElevation > <
ex: RoofElevation > 25. 2 < /ex: RoofElevation >
    < ex: WallTextureID > 1 < /ex: WallTextureID > < ex:
RoofTextureID > 2 < /ex: RoofTextureID >
    < /ex: Building >
  < /featureMember >
  ...
< /ex: DigitalCity >
```

上面的 GML 片段描述了一栋建筑物的边界数据和附带的三维属性信息, 其中, GroundElevation 节点表示建筑物的地面标高信息; RoofElevation 节点表示屋顶标高信息; WallTextureID 节点表示建筑物墙面纹理 ID 信息(消息附件中存储有实际的纹理数据); RoofTextureID 节点表示建筑物屋顶纹理 ID(消息附件中存储有实际的纹理数据)。本文涉及的三维空间对象的 UML 设计如图 1 所示。

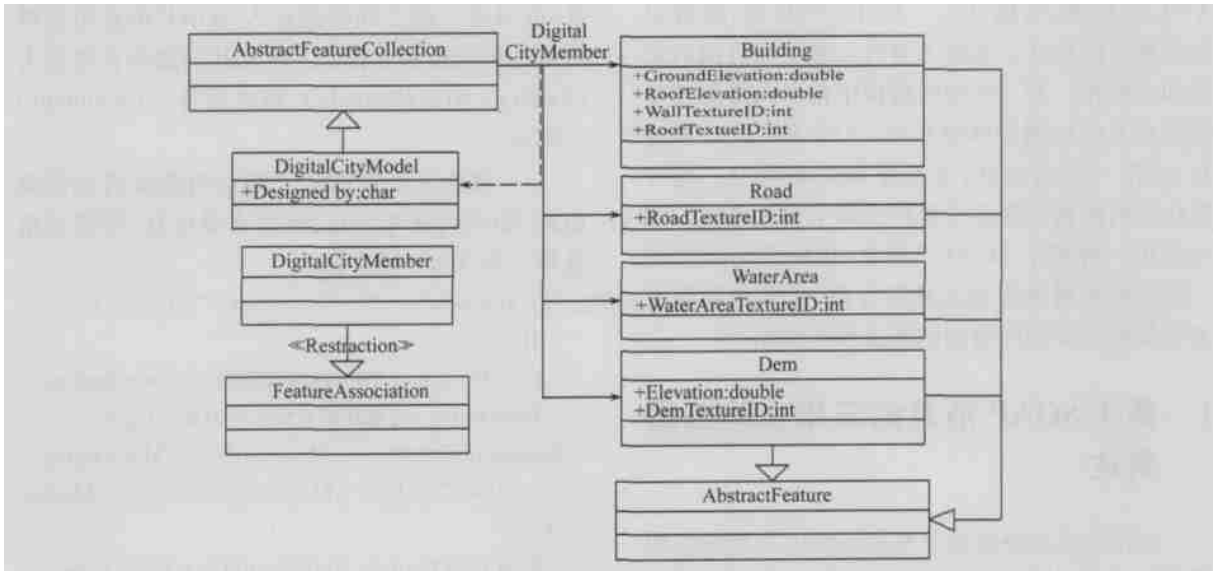


图1 三维空间对象的 UML 设计图

Fig. 1 UML Design of 3D Spatial Data

3) 消息附件主要包含建筑物或地形的纹理数据和复杂地物等模型数据, 以经过压缩处理后的二进制数据附在消息体后, 在消息中的表达如图 2 所示。

根据上面的描述可知, 将三维空间数据以图层为单位嵌入到 SOAP 消息中, 实现了基于 SOAP 消息的三维空间数据表达。客户端与服务器端的

请求/响应序列如图 3 所示, 客户端以图层为单位发送消息请求, 服务器端对客户请求进行分析, 提取图层信息等参数, 通过笔者开发的空

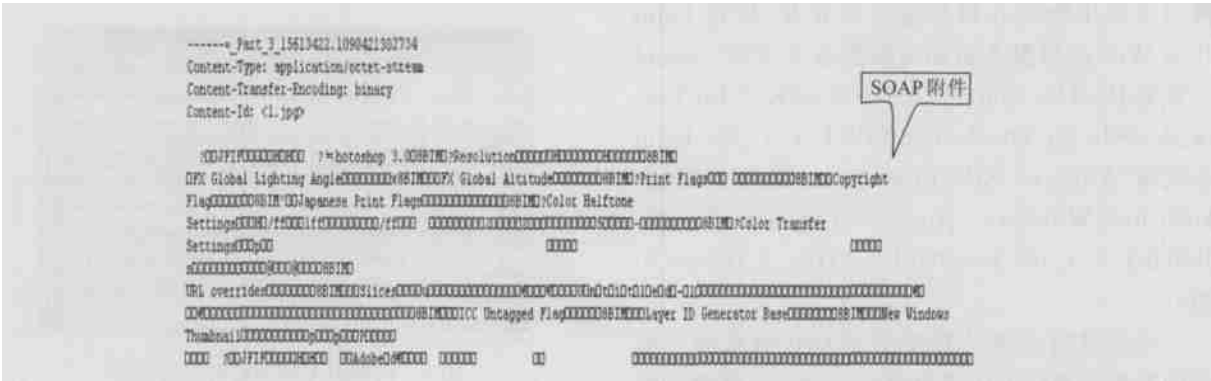


图 2 SOAP 消息中的附件信息

Fig. 2 Attachment Information of SOAP Message

对消息包进行解析, 剥离出消息头、消息体和消息附件, 并得到完整的三维数据表达, 这些数据都符合 XML/GML 格式, 这不仅为后续的一系列工作(二维平面浏览、三维可视化等)提供了数据基础, 同时也为实现异构环境的数据互操作提供了条件。

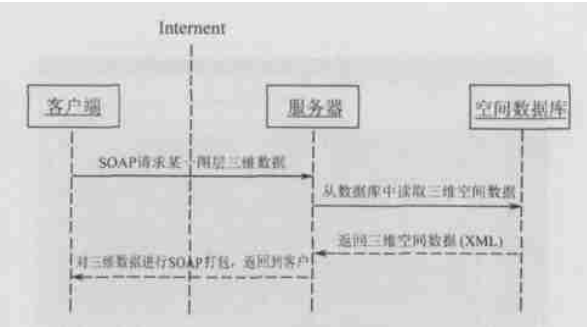


图 3 客户与服务器的请求/响应序列

Fig.3 Request/Reponse Sequence Between Client and Server

2 网格环境下三维空间数据的互操作实现

将网格技术<sup>[7]</sup>和空间信息技术结合起来, 寻求解决空间数据共享和信息互操作是当前 GIS 领域研究的重要课题。网格 GIS 的提出、空间信息网格、空间服务网格等网格 GIS 体系<sup>[8]</sup>, 都以改善互联网上空间数据资源共享的环境为目的。三维空间数据的互操作主要通过调用网格服务来实现, 笔者将三维空间数据的获取和 SOAP 消息的打包和解包过程封装成相对独立的动态网格服务。这些服务对客户来说是透明的, 客户端调用三维数据获取的网格服务去获取某一图层的空间数据后, 在网格服务中, 通过消息中间件来完成从空间数据库中查询所需要的空间数据, 分别按上述的 SOAP 消息中的三部分数据内容进行组

织, 同时完成消息打包, 再以字节流的方式返回给客户端。获取三维数据包后, 客户端调用另一个数据解包的网格服务来完成消息的解包工作, 解包后便可得到元数据信息、GML 表达的二维边界矢量数据和纹理数据、独立模型数据等。其中二维矢量数据符合 GML 规范, 显然和其他 GIS 软件很容易进行数据交换, 实现各种 GIS 应用。另外, 获取到纹理数据后, 为前台的三维可视化应用提供了重要的数据源。图 4 为客户端调用网格服务, 实现三维空间数据互操作的流程。其中, 客户端调用网格服务所支持的模型如下: ① 根据 WSDL(网络服务描述语言)定义, 生成一个代理; ② 从注册中心获取一个 GSH(网格服务句柄); ③ 用 GSH 的 WSDL 选项调用 HTTP GET 来获得 GSR(网格服务参考)并解析端点 URL; ④ 向步骤 ① 中生成的代理传递在步骤 ③ 找到的端点 URL, 然后开始调用服务。

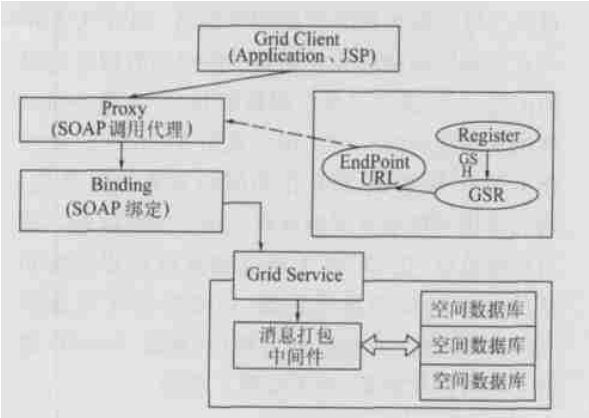


图 4 客户端调用网格服务流程

Fig. 4 Flow of Grid Service Invocation by Client

3 实验

实验环境由两台机器搭建, 机器 angel 作为网

格服务注册中心和数据库服务器, 机器 bxjin 作为 Web 应用服务器和网格服务客户端。angel 上安装 RedHat Linux9、Globus Toolkit3 for Linux、ArcSde for Oracle9i、J2SDK1. 4. 1-02, bxjin 上安装 Windows XP Professional、Globus Toolkit3 for Windows、Apache Tomcat4. 1. 29、J2SDK1. 4. 1-02、Java3D(Java3D 1. 3. 1OpenGL 版)。

实验目的主要是对基于 SOAP 消息的三维空间数据互操作方法进行测试, 在 GT3 环境下测试三维空间数据的共享和互操作的可行性。笔者在服务器端开发了三维空间数据服务组件, 提供两个接口函数: ① getFeature, 主要功能是获取请求的三维空间数据, 并对数据进行 SOAP 打包; ② unPackFeature, 主要功能是对 SOAP 消息进行解包。三维空间数据存储 ESRI ARCSDE 空间数据库中, 包括 DEM 层、建筑物层、道路层、绿化地层和纹理数据。由于主要测试基于 SOAP 消息的空间数据互操作的可行性, 所以空间数据并没有采用分布式存储, 而采用集中式存储方式。

测试客户端采用两种方式调用网格服务的实例: ① 单一共享三维空间数据, 采用 Client application 方式, 从服务注册中心获取实例, 通过 getFeature 获取请求的三维空间数据包; 再调用 unPackFeature 对消息包进行解包, 便可以得到消息包中的三维空间数据的各部分内容, 都符合 XML GML 规范, 显然很容易实现与外部软件的数据互操作。图 5 为 GT3 网格服务容器在 Linux9 下的启动界面, 其中 CityFeatureService 为生成的三维空间数据共享的网格服务, 图 6 为客户端成功调用网格服务获取到三维空间数据时返回的消息。② 通过三维空间数据共享, 实现外部三维场景可视化的应用实例。采用 Tomcat 4. 1. 29 作为 Web 服务器, JSP 作为网格服务的客户端, 通过调用网格服务实例获取三维空间数据包。解析数据包后, 在 DEM 上通过插算得到建筑物和其他地物特征的高程数据, 以参数形式传递给 Applet, 实现空间数据的交换, 再通过 Java3D 进行三维可视化渲染, 结果如图 7 所示。

### 4 结 语

GIS 的互操作分为软件的互操作、数据的互操作、语义的互操作, 而数据的互操作是其他两种互操作的基础, 空间数据的互操作大多研究是基于二维空间数据的, 如 GML 规范的数据互操作。本文主要在网格环境中探讨一种空间数据的互操

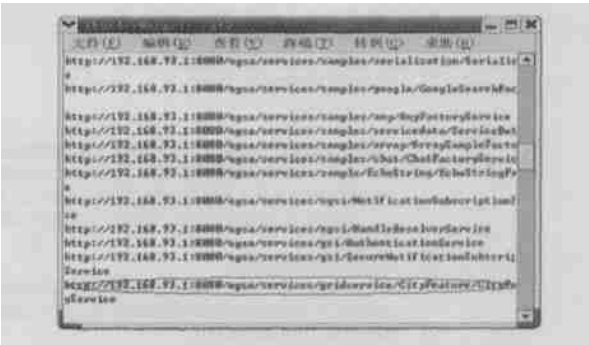


图 5 网格服务容器启动后的界面  
Fig. 5 Interface of Start of Grid Service Container



图 6 应用程序调用网格服务的结果  
Fig. 6 Result of Invocation of Grid Service by Application

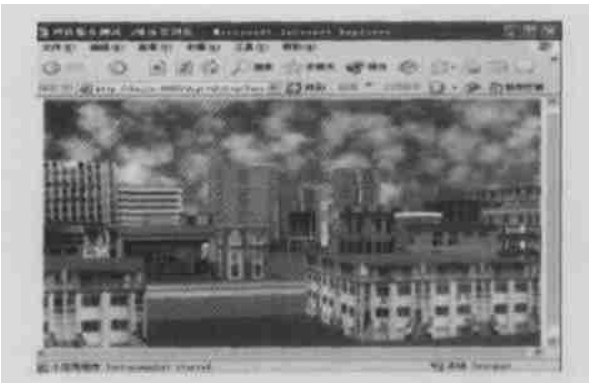


图 7 3 维场景可视化  
Fig. 7 3D Visualization

作方法, 对网格的安全管理和任务调度的效率并没有深入研究。另外, 本文中的三维空间数据的组织采用的是集中式存储方式, 在后续的研究中将采用分布式存储方式来管理异构的空间数据, 实现互操作, 同时考虑网格的安全服务。

### 参 考 文 献

- 1 易善桢, 李琦, 承继成. 互操作 GIS 模型及其在空间信息基础设施体系结构中的实现途径. 中国图像图形学报, 1999, 4(11): 991 ~ 995
- 2 陈爱军, 李琦, 徐光. GeoML——基于 XML 的地理空间信息共享与互操作语言. 北京大学学报·自然科学版, 2002, 18(4): 550 ~ 555
- 3 宋扬, 胡金星, 潘懋. 基于 GML/XML 的多源异构空间数据互操作引擎研究. 计算机工程与应用, 2003 (3): 114 ~ 116

4

王继周, 付俊娥, 李成名, 等. 基于 GML 的网络 GIS 空间数据交互研究. 计算机应用研究, 2004(1): 64~66

5

W3C. Simple Object Access Protocol (SOAP) 1. 1. <http://www.w3.org/TR/SOAP>, 2004

6

OpenGIS Consortium. Geography Markup Language(GML) 3.0. <http://www.opengis.net/gml/>, 2004

7

Fostr I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a New

Computing Infrastructure. Morgan Kaufmann, 1999

8

于雷易. GIS 网格体系结构探讨. 武汉大学学报·信息科学版, 2004, 29(2): 153~156

第一作者简介: 金宝轩, 博士生. 主要从事三维 GIS、虚拟现实技术研究。

E-mail: jinlx-0871@sina.com

Method for 3D Spatial Data Interoperability Based on Grid

JIN Baoxuan<sup>1</sup>    BIAN Fuling<sup>1</sup>

(1    Research Center of Spatial Information &Digital Engineering, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan 430079 China )

**Abstract:** This paper puts forward an expression method for 3D spatial data, which is on the basis of simple object access protocol (SOAP) message and map layer unit. Parsing the SOAP message, users can acquire the 2D data according to GML criterion, attribute data, texture data. This method can make data exchange and interoperability convenient between software or GIS system.

**Key words:** grid computing; dynamic grid service; 3D spatial data interoperability; SOAP message

About the first author: JIN Baoxuan, Ph. D candidate, majors in 3DGIS virtual reality.  
E-mail: jinbx-0871@sina.com

(责任编辑: 晓平)

欢迎订阅 2005 年《武汉大学学报·信息科学版》

《武汉大学学报·信息科学版》即原《武汉测绘科技大学学报》, 是以测绘学为主的专业学术期刊。其办刊宗旨是: 立足测绘科学前沿, 面向国际测量界, 通过发表具有创新性和重大研究价值的测绘理论成果, 展示中国测绘研究的最高水平, 引导测绘学术研究的方向。本刊为中国核心期刊, 国家优秀科技期刊, 并入选中国期刊方阵。

本刊主要栏目有院士论坛、学术论文、科技信息等, 内容涉及摄影测量与遥感、大地测量与物理大地测量、工程测量、地图学、图形图像学、地球动力学、地理信息系统、全球定位系统等。收录本刊论文的著名国际检索系统包括 EI、SCI、PK、CSA 等, 其影响因子名列中国高校学报前列。

本刊国内外公开发行, 读者对象为测绘及相关专业的高级研究人员。本刊为月刊, A4 开本, 96 面, 每月 5 日出版, 每册定价 8.0 元。本刊邮发代号: 38-317, 欢迎广大读者到邮局订阅。漏订者可与本刊编辑部联系补订, 邮购价加 25%。