

# 应用地理标记语言的土地利用数据共享研究

张山山, 姚封, 吴宝佑, 隋宁宁

(中南大学 有色金属成矿预测教育部重点实验室 地球科学与信息物理学院, 湖南 长沙 410083)

\*\*\*\*\*  
与  
应用  
水保  
技术  
监测  
\*\*\*\*\*

**摘要:** 在当前网络环境下, 土地利用数据面临实时共享问题。正如 XML 是 Internet 上信息表示和数据交换的标准一样, OGC 提出的基于 XML 编码的空间信息表达规范 GML, 是目前网络中空间数据的交换、共享与互操作的事实标准。依据国家标准 GML 3.2.1 规范, 通过对土地利用要素以及要素之间的关系进行分析, 设计了土地利用要素的 GML 应用模式。根据定义的应用模式, 实现了 GML 实例数据的生成。基于 C# 语言、文档对象模型(DOM)和 XML 查询语言(XPath)开发了一个基于 GML 的土地利用 GIS 查询系统, 该系统实现了 GML 土地利用数据的显示、浏览和查询等基本功能。基于 WFS 1.1.0 版本规范设计并发布了一个 GML 土地利用数据服务。研究和实践表明, GML 可以表达土地利用数据, 并有利于实现土地利用数据共享。

**关键词:** 地理标记语言(GML); 土地利用数据; 应用模式; 数据共享

文献标识码: B

文章编号: 1000-288X(2011)06-0086-03

中图分类号: P208

## Land-use Data Sharing Using Geography Markup Language

ZHANG Shan-shan, YAO Feng, WU Bao-you, SUI Ning-ning

(Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals Ministry of Education, School of Geosciences and Info-physics, Central South University, Changsha, Hu'nan 410083, China)

**Abstract:** Real-time data sharing is a critical problem for land use data management under current network environment. Just as the XML is the standard criterion of information expression and data interchange for internet, GML, which is based on XML and developed by OGC, is the factual standard of the exchange, sharing and interoperability of spatial data in internet. Based on the national standard of GML 3.2.1, a GML application schema was designed for elements of land-use through the analysis of these elements and the relations among them. Based on GML and combined with C#, DOM and XPath, a inquiry system for land-use data has been developed. Under this system, many fundamental functions can be achieved such as the inquiry, displaying, browsing and publishing of land use data. The results and practice showed that GML can express land-use data better and facilitate the realization of land use data sharing.

**Keywords:** GML(geography markup language); land use data; application schema; data sharing

随着第二次全国土地调查的顺利进行, 全国各个县(市)基于 GIS 技术建立了县级土地利用数据库<sup>[1-2]</sup>。土地利用数据处于国土资源信息化建设的核心位置, 可为“数字国土工程”提供基础数据支持, 还可为其它管理部门如规划部门等提供数据支持。然而, 目前不同的 GIS 厂商出于自己的需要, 各有一套自己的地理数据模型和数据结构。从某种程度上说, 各类 GIS 系统就像是一个个的黑箱, 相互间无法透明地获取对方的数据。虽然在第二次全国土地调查工作中, 遵照国家标准——地球空间数据交换格式<sup>[3]</sup>, 采用统一的数据格式进行数据交换和提交, 但

是不能在当前网络环境下, 实现数据的实时共享。

基于 XML 的数据互操作规范, 适合在 Web 环境下实现跨硬件和软件平台的数据共享和互操作。自从开放式地理空间信息联盟(OGC)于 2000 年发布地理标记语言(GML)规范以来, GML 受到业界厂商、用户的极大关注, 成为国际上流行的空间数据交换格式标准。许多国家基于 GML 标准进行了空间数据共享的研究和应用。我国在 GML 的研究与应用方面做了很多工作<sup>[4]</sup>。龚健雅对网络空间信息标准与共享应用服务关键技术进行了研究; 关佳红对使用移动 Agent 和 GML 实现多源、分布式空间信息的

收稿日期: 2011-01-04

修回日期: 2011-04-11

资助项目: 湖南省自然科学基金项目“基于 GML 的地理时空数据共享与互操作研究”(07JJ6076)

作者简介: 张山山(1970—), 男(汉族), 云南省昆明市人, 博士, 副教授, 主要从事地理信息系统时空数据建模和工程技术研究。E-mail: z33@sohu.com.

集成进行了研究;张书亮研究了各 GML 应用技术间的相互关系以及目前存在的互操作障碍等问题,开发了开源的 GML—GIS 软件。与此同时,童小华等<sup>[5]</sup>将 GML 作为建模语言应用于房产、地籍行业,构建了地籍和房产空间对象模型的表达方法,基于 GML 建立了地籍和房产等空间数据的查询模式,成为 GML 的行业性应用的良好示范。有关学者基于 GML 实现网络要素服务<sup>[6]</sup>。有些学者对 GML 的查询机制进行了研究<sup>[7]</sup>。2009 年我国发布了中华人民共和国的国家标准《地理信息·地理标记语言(GML)(GB/T23708—2009)》<sup>[8]</sup>。该标准采用 GML 3.2.1 规范<sup>[9]</sup>。以前针对 GML 的各项研究,包括建模方法和技巧都基于较低版本 GML 规范,并且不曾涉及土地利用领域。本研究拟采用最新 GML 规范在土地利用领域进行建模,定义和描述土地利用空间要素,建立土地利用空间矢量数据模型的 GML 文档,实现土地利用数据的网络共享。

## 1 GML 建模分析

为了采用 GML 来描述土地利用要素,必须首先设计土地利用要素的 GML 应用模式(GML application schema)。其目的方面在于定义数据的结构,以供应用程序参照这个模式来生成数据文档,另一方面在于利用在模式中指定的数据类型,应用程序可以检查文档的有效性,保证文档是有效的,且保证其中的信息和预期的数据类型相匹配。用户可以在自己的应用模式中定义其问题领域中的地理要素。

GML 是按面向对象思想进行数据建模的,把现实世界中某种现象抽象为一个要素。用 GML 来表达要素以及该要素的类型定义,首先想到的就是 GML 本身定义的类型,然而 GML 核心模式只为创建使用地理对象的特定领域的应用模式提供框架,并没有也不可能提供具体要素如道路、行政区等的定义。

根据 GML 3.2.1 规范定义的建模规则,在 GML 实例中,要素被编码为一个元素,用要素的名称定义,该要素可以直接或间接地继承 GML:Abstract Feature Type 抽象类型,其中“间接”继承就是先定义一个要素类型,该要素类型一般用“要素名称+Type”标识并继承于 GML:Abstract Feature Type 抽象类型,要素再继承于该要素类型。

要素的属性和要素的关联角色称为要素的特性,定义为要素元素的子元素。所有的特性都定义在要素类型中,最后形成要素的内容模型。其中要素除了

拥有本身的属性外,还具有几何特性、拓扑特性、时间特性等,并且 GML 也提供了一些特性可以在应用模式中直接引用。另外,要素的关联角色及要素集的定义也在要素的特性中定义。

土地利用数据库包括基础地理信息数据、土地利用数据、土地权属数据、基本农田数据、栅格数据、表格、文本等很多内容。本研究从土地利用数据的实际构成出发,参考了土地利用数据库的相关标准,对组成元素进行不同层次的抽象,以其中主要使用的行政区、宗地、地类图斑、线状地物等几个要素为例,探讨基于 GML 规范的土地利用要素描述,包括其应用模式(schema)和 GML 文档,建模主要使用 XML-SPY2008 工具,创建直接用 XML 模式表示的 GML 应用模式,并基于 C# 语言和相关的解析技术实现土地利用数据的应用和发布。

## 2 土地利用要素 GML 应用模式设计

土地利用要素是反映土地所属行政区,权属范围,类型及其它特征的地理实体。根据 GIS 的要素分类,从行政区[XZQ(村级单位)],宗地(ZD),地类图斑(DLTB),线状地物(XZDW)4 个层次进行描述。在土地利用要素的 UML 对象关系内,其中地类图斑是最小的管理单元,它是地类界线构成的多边形,它有标识码、地类编码等属性。地类图斑属于某个宗地。宗地是一系列界址坐标点所构成的封闭多边形,面积、编号、权属等是其主要属性。一个村级行政区一般是由若干个宗地构成的区域,行政区代码、行政区名称是其主要属性。

采用 GML 描述土地利用要素时,首先要定义和描述各个土地利用要素对象,各个要素有其相应的要素类型,本研究定义的土地利用要素类型分别为 XZQType, ZDType, DLTBType 和 XZDWType 这 4 个类型。各个要素类型都从 GML:Abstract Feature Type 中派生出来,使其具有采用 GML 来描述其空间位置的能力;为了表达空间信息,各要素类型都引用了一个元素,如行政区引用了 GML:surface Property,因为行政区要素在 GIS 中表现为封闭的多边形,因此采用 polygon Patches, Polygon Patch, exterior, interior, Linear Ring, posList 来描述 surface Property;另外就是定义要素类型的关系,根据 GML 3.2.1 规范,要定义一个特性元素来表达要素类型之间的关系,根据土地利用要素的关系,在 XZQType 中定义了一个 SubZD 特性,该特性元素继承于 GML:Abstract Feature Member Type 类型,表示行政区做为

一个要素集,可以由属于该行政区的宗地组成。同理,可以定义 ZDType 和 DLTBType 要素类型,定义了宗地的一些非空间特性、宗地的几何特性(GML:surface Property)及宗地与地类图斑的关系特性(SubDLTB)。地类图斑是土地利用数据核心内容,作为一个地理要素进行表达。在设计地类图斑要素类型时,只表达其非空间特性和几何特性。在计算地类图斑净面积时,要扣除线状地物面积,所以对线状地物进行表达。在定义 XZDW Type 要素类型时,除了定义其非空间特性外,也应用了一个几何特性 GML:curve Property,定义线状地物的空间信息,在 GML 实例文档中,该几何特性采用 GML:curve Property,Line String,GML:posList 来描述。

### 3 土地利用要素 GML 文档的应用

#### 3.1 土地利用数据的 GML 文档的生成

根据上述定义的土地利用要素 GML 应用模式,可以生成 GML 实例数据。这里采用以行政区为单位,将 ArcGIS 环境下的土地利用数据转换为符合 GML 3.2.1 规范的 GML 文档。土地利用要素的主要图层包括了行政区、宗地、地类图斑、线状地物等。对于空间对象中包含的大量信息,运用编程语言 C# 来完成从源数据到 GML 数据的转换。实现 Shapefile 格式数据到 GML 格式数据的转换过程可分为两个大步骤,一是依据 Shapefile 数据文档资料获取数据,二是依据 GML 标准构建 GML 格式数据。GML 文件是用文本的形式来进行地理信息的表示,因此通过类似于写文本文件的形式直接对文件进行操作,以 C# 中文件流的方式写入,最后保存成后缀名为 GML 的文件。这里以行政区位单位实现了土地利用 GML 文档的生成。

#### 3.2 GML 数据文档的解析

C# 是微软推出的新一代语言。用 C# 来生成和解析 GML 文档有 3 种方法:一是用推(push)模型 SAX(Simple API for XML,XML 简单 API);二是用 DOM(document object model,文档对象模型);三是用流模型 XmlTextReader 类和 XMLTextWriter 类来处理。此外,为了能够随机访问文档中的数据,引入 XPath 即 XML 路径语言(XML Path Language),其主要目的是定义一种选择和寻址 XML 文档的某些部分的机制。在 XML 中,DOM 提供的主要接口有 Document 接口、Node 接口、NodeList 接口、NameNodeMap 接口。其中 Document 代表整个 XML 文档,提供了对文档的数据进行访问和操作的入口,Document 节点就是 DOM 树中的根接点,通过 Doc-

ument 节点可以访问到文档的其它节点。通过这几个接口可以完成对 XML 文档绝大多数的操作,如对 XML 文档进行创建、加载、遍历以及对 XML 文档中的元素进行添加、删除和修改。

根据土地利用图形数据的特点,对于行政区、宗地、地类图斑和线状地物等重要的土地利用要素采用 DOM 方式来管理。DOM 解析 XML 文档时,将这些要素存储于内存中,把整个文档存放在内存中,应用程序可以随时对 DOM 树中的任何一个部分进行访问与操作,没有访问和操作次数的限制,并且可以通过修改文档树,进而修改 XML 文档。而对于几何要素,数据量非常庞大,这里采用 XPath 直接进行定位。通过 XPath 实现对这些对象结点的访问,用于对 GML 文档中土地利用几何信息的查询。对 GML 数据进行解析时,必须同时包含 GML 文档和约束它的 GML Schema 文件。

#### 3.3 基于 GML 的土地利用图形数据查询系统

基于 C# 和 GML 3.2 规范,本研究实现了土地利用图形数据的查询系统。如前所述,采用 GML 3.2 设计了空间图形要素描述规范,并将土地利用数据转换为 GML 文档,采用 DOM 标准解析土地利用要素中行政区、宗地、地类图斑和线状地物等的属性信息,采用 XPath 方式定位土地利用要素的几何信息,并用 C# 语言进行开发,实现了土地利用图形数据的查询和浏览系统。该系统分为地图的生成、图层控制、信息查询以及地图浏览等功能模块。通过该系统验证了提出的基于 GML 规范的 GML 空间数据描述的可行性,为基于 Web 的空间数据标准和互操作的进一步研究提供了有益的技术支持。

#### 3.4 GML 数据发布

网络要素服务(web feature service,WFS)是空间数据互操作的一个重要步骤,能为不同 GIS 数据格式提供要素级的交换。基于 GML 的 WFS 能够为 Web 环境下的空间数据互操作技术和空间信息处理互操作技术提供简单而又有效的的基本数据访问、要素编辑、以及要素的组合查询。

由于在对土地利用数据建模时,按照 GML 3.2.1 规范定义了自己的应用模式,因此不适合采用商业化或开源的服务器进行数据的发布。这里设计了一个 WFS 服务器进行数据发布,该服务器提供了一些简单的功能操作。依据 WFS 1.1.0 规范,WFS 服务器定义了 Get Capabilities,Describe Feature Type,Get Feature,Get Feature Filter 接口,用于 Web 的调用。

(下转第 94 页)

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 郑粉莉, 江忠善, 高学田. 水蚀过程与预报模型[M]. 北京: 科技出版社, 2008: 8-9.
- [2] 李晓莉, 申向东, 张雅静. 内蒙古阴山北部四子王旗土壤风蚀量的测试分析[J]. 干旱区地理, 2006, 29(2): 292-295.
- [3] 郑粉莉, 高学田. 黄土坡面土壤侵蚀过程与模拟[M]. 西安: 陕西人民出版社, 2000: 62-65.
- [4] 郑粉莉. 细沟侵蚀量测算方法的探讨[J]. 水土保持通报, 1989, 9(4): 41-45.
- [5] 丁文峰, 张平仓, 李勉. 地形测针板在坡面土壤侵蚀研究中的应用[J]. 中国水土保持, 2006(1): 49-51.
- [6] 徐国礼, 周佩华. 地面立体摄影测量在监测沟蚀中的运用[J]. 中国科学院西北水土保持研究所集刊, 1988(1): 97-102.
- [7] 张鹏, 郑粉莉, 王彬, 等. 高精度 GPS, 三维激光扫描和测针板三种测量技术监测沟蚀过程的对比研究[J]. 水土保持通报, 2008, 28(5): 176-181.
- [8] 胡刚, 伍永秋, 刘宝元, 等. 东北漫岗黑土区浅沟侵蚀发育特征[J]. 地理科学, 2009, 29(4): 545-549.
- [9] 张鹏, 郑粉莉, 陈吉强, 等. 利用高精度 GPS 动态监测沟蚀发育过程[J]. 热带地理, 2009, 29(4): 368-373.
- [10] Gong J G, Jia Y W. An experimental study on dynamic processes of ephemeral gully erosion in loess landscapes [J]. Geomorphology, 2011, 125(1): 203-213.
- [11] 范海英, 杨伦, 邢志辉, 等. Cyra 三维激光扫描系统的工程应用研究[J]. 矿产测量, 2004(3): 16-18.
- [12] 臧春雨. 三维激光扫描技术在文保研究中的应用[J]. 建筑学报, 2006(12): 54-56.
- [13] 王莫. 三维激光扫描技术在故宫古建筑修缮工程中的应用研究[J]. 世界建筑, 2010(9): 146-147.
- [14] 李兆堃, 严勇. 三维激光扫描在工程测量中的应用研究[J]. 苏州科技学院学报: 工程技术版, 2010, 22(1): 48-52.
- [15] 夏国芳, 王晏民. 三维激光扫描技术在隧道横纵断面测量中的应用研究[J]. 北京建筑工程学院学报, 2010, 26(3): 21-24.
- [16] 于泳, 王一峰. 浅谈基于 GIS 的三维激光扫描仪在水土保持方案编制中应用的可行性[J]. 亚热带水土保持, 2007, 19(2): 53-55.
- [17] 马玉凤, 严平, 时云莹. 三维激光扫描仪在土壤侵蚀监测中的应用: 以青海省共和盆地威连滩冲沟监测为例[J]. 水土保持学报, 2010, 30(2): 177-179.
- [18] Lichun S. Processing of laser scanner data and extraction of structure lines using methods of the image processing[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2004, 33(1): 63-70.
- [19] 史友峰, 高西峰. 三维激光扫描系统在地形测量中的应用[J]. 山西建筑, 2007, 33(12): 347-348.
- [20] 毛方儒. 三维激光扫描测量技术[J]. 宇航计测技术, 2005, 25(2): 1-6.
- [21] 梁欣廉, 张继贤, 李海涛. 一种应用于城市区域的自适应形态学滤波方法[J]. 遥感学报, 2007, 11(2): 276-281.

(上接第 88 页)

## 4 结 语

在当前网络环境下, 土地利用数据共享非常重要, 而现有共享方式不能满足空间数据的实时共享。GML 语言描述和定义空间对象是实现 GIS 空间数据互操作主要途径之一。本研究采用 GML 来定义和描述土地利用数据, 基于 DOM, XPath 解析技术和 C# 语言开发了土地利用数据的查询系统, 实现了 GML 土地利用数据浏览、查询和发布, 验证了基于 GML 规范的 GIS 空间数据描述的可行性, 为土地利用数据的 Web 应用提供了支持。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 张山山, 姚封. 第二次土地调查县级土地利用数据库建立: 以怀仁县为例[J]. 测绘与空间地理信息, 2010, 33(3): 11-13.
- [2] 姚封, 张山山, 刘玲玲. 应用 GIS 技术建立土地利用数据库的方法[J]. 地理空间信息, 2010, 8(3): 76-79.
- [3] 龚健雅, 杜道生, 高文秀, 等. 地理信息共享技术与标准[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [4] 张书亮, 闫国年, 苗立志, 等. GML 在中国的研究进展[J]. 地球信息科学, 2008, 10(6): 763-769.
- [5] 童小华, 许谷声. 基于 GML 的 GIS 空间要素描述与应用研究[J]. 同济大学学报: 自然科学版, 2004, 32(6): 749-754.
- [6] 罗显刚, 谢忠, 吴亮, 等. 基于 GML 的 WFS 研究与实现[J]. 中国地质大学学报: 地球科学, 2006, 31(5): 639-644.
- [7] 唐庆娟, 陈天滋. 基于 XQuery 的 GML 查询机制的研究[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(16): 4319-4322.
- [8] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. (GB/T—23708) 地理信息—地理标记语言(GML)[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.
- [9] Open Geospatial Consortium, Inc. . OpenGIS Geography Markup Language (GML) Encoding Standard 3. 2. 1 [EB/OL]. (2006-06-16) [2007-07-23]. <http://www.opengeospatial.org/standards/GML>.