

# 数字地球建设中的地理空间信息分层共享模型\*

陈爱军<sup>1</sup>, 李琦<sup>2</sup>, 徐光祐<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(清华大学 计算机科学与技术系,北京 100084);

<sup>2</sup>(北京大学 遥感与 GIS 研究所,北京 100871)

E-mail: chaj@263.net; saimos@sina.com

http://media.cs.tsinghua.edu.cn

**摘要:** 为解决数字地球建设中海量地理空间信息的共建、共享、高效管理和增值使用问题,提出用于数字地球建设的空间信息分层共享模型及其各层共享解决方案.对历史和现有海量数据集层次的共享,结合国际 Metadata 研究,提出并实现了与 WebGIS 集成的遵循 Z39.50 协议的万维网 Metadata 管理原型系统,并以此为核心实现了空间数据交换中心原型系统.对将来空间数据项层次的数据共享和语义共享,结合 OpenGIS 标准和 XML 技术,提出地理空间信息标志语言 GeoML(geospatial markup language),研究并设计了 GeoML 标准草案,实现了基于 Web 的 GeoML 原型系统.该成果用于国家“九五”重点科技攻关项目,取得了较好的攻关效果.

**关键词:** 数字地球;空间信息共享;分层共享模型;地理空间 Metadata;GeoML

中图法分类号: TP311 文献标识码: A

数字地球展示了未来信息社会的美好前景,并为全球各界人士普遍接受,与数字地球建设相关的各种关键研究与项目正在全球范围内展开<sup>[1-5]</sup>.占信息总量 80% 以上的地理空间信息共享正是数字地球建设首先必须解决的关键问题之一.国内外关于地理空间信息共享的研究较多,如 OGC 注重空间信息处理系统间和机构与组织间的信息共享与互操作<sup>[6]</sup>;ISO/TC 211,FGDC 注重通过空间信息的标准化和规范化实现信息共享<sup>[7-9]</sup>;美国亚力山大数字图书馆(ADL)项目注重通过数据库和语义来实现共享<sup>[2]</sup>.我国在标准化方面有类似国外的研究,同时也有跟踪 OGC 的研究,还有从数据共享和语义共享方面进行的研究<sup>[10]</sup>.

本文首先给出地理空间信息共享的概念,提出地理空间信息共享的分层共享模型,并论述不同层次的共享解决方案.从历史和现有数据集共享层次提出与 WebGIS 集成的地理空间 Metadata 管理系统方案;从空间数据项共享层次提出地理空间信息标志语言——GeoML(geospatial markup language),并设计了 GeoML 标准草案和示范系统.

## 1 地理空间信息分层共享模型

在信息化时代,地理空间信息共享是指考虑信息安全和保密的同时,使通过计算机网络查询、浏览、获取、交换、使用和再加工地球上与人类生存直接或间接相关的数字化信息能够做到方便、快捷、准确、安全和全面,包括对部分信息处理资源的透明使用.特别强调基础地理空间数据和专题数据的共享<sup>[9]</sup>.

由于空间信息共享的复杂性,本文提出空间信息的 7 层共享模型及各层解决方案,分别是空间数据项、空间数据集、空间数据仓库、空间信息处理系统、组织与机构、国家和全球.在各个层次还涉及到国家政策法规、

\* 收稿日期: 2001-08-28; 修改日期: 2001-11-15

基金项目: 国家“九五”重点科技攻关项目(98-780-01-07-03)

作者简介: 陈爱军(1972 - ),男,山西五寨人,博士,主要研究领域为数字地球,数字城市,空间信息网络发布与共享;李琦(1955 - ),女,云南昆明人,教授,博士生导师,主要研究领域为数字地球,空间信息科学,数字城市;徐光祐(1940 - ),男,上海人,教授,博士生导师,主要研究领域为计算机视觉.

地理空间信息标准化和规范化、共享信息的安全性问题以及共享信息相关者的权利和义务等。

(1) 空间数据项层次:地理空间信息共享要从对地理空间信息描述的空间对象的本质去认识,要解决空间信息在语义、数据模型和数据结构上的歧义性。地理空间信息在空间数据项层次的共享就是从该角度出发的,我们提出并设计的地理空间信息标志语言——GeoML 可实现该目的。

(2) 空间数据集层次:如何提供不同部门所拥有数据集,如基础地理数据集和专题数据集的描述以及获取数据集的方法,以实现部门间数据集的共享,可通过地理空间 Metadata 和空间数据转换标准来实现<sup>[6-8]</sup>。

(3) 空间数据仓库层次:对于不同空间数据仓库中存放的海量空间信息的共享,除利用空间数据仓库本身对多维数据组织管理的优势外,还可以通过结合地理空间 Metadata 的空间数据交换中心来实现。

(4) 空间信息处理系统层次:空间信息处理系统是对空间信息进行处理的资源,实现其中的空间信息及其处理资源的共享,须遵循开放地理信息系统协会(OGC)的开放式地理数据互操作规范来实现<sup>[6]</sup>。

(5) 组织和机构层次:OGC 的开放式地理数据互操作规范服务模型定义了在不同信息团体间实现空间数据获取、管理、表达以及共享服务的通用规范模型,可实现不同信息团体间空间信息的共享和互操作。

(6) 国家层次:空间信息在国家层次上的共享可通过实施国家空间信息基础设施建设来实现,国家空间信息基础设施的实施,使得组织、使用和共享空间数据的结构和过程实现标准化,从而使得国家范围内使用地理空间数据的用户和范围都得到扩大,空间数据的有效增值利用得到提高。

(7) 全球层次:戈尔提出数字地球计划为全球空间信息共享提出了解决方案,通过国家空间信息基础设施之上的数字地球建设,实现全球空间信息的共享,可为解决地球上自然界和人类社会面临的各种重大问题提供基础框架。数字地球将包括 1 米分辨率的全球影像、各种地理空间信息以及社会经济文化信息等。

下面重点介绍对历史和现有数据集实现共享的解决方案——空间数据集层次与空间数据项层次的共享解决方案。对其他层次的共享解决方案以及影响各个层次空间信息共享的因素,因篇幅所限,不再论述。

## 2 基于 Metadata 的空间数据交换中心

空间数据交换中心是指通过 Web 连接地理空间数据提供者、服务者和使用者的网络,实现不同范围、领域的地理空间数据及其 Metadata 的有效管理,给信息需求者提供地理空间信息的目录信息、Metadata 信息、相应的空间信息内容等信息。目标是通过 Metadata 提供对地理空间数据的详细目录、查询检索和到空间数据的连接服务来实现地理空间信息共享,因此其核心内容是地理空间 Metadata 及其网络化管理系统。

### 2.1 地理空间 Metadata

地理空间 Metadata 是关于数据的数据,在地理空间信息中用于描述数据集的内容、质量、表示方式、空间参考、管理方式以及数据集的其他特征,是实现地理空间信息共享的核心标准之一。它具有管理维护地理空间数据,指导数据的收集整理,帮助数据需求者查询获取数据,维护数据投资者对数据的投资,明确数据相关者的责任、权利和义务等诸多作用<sup>[6-8]</sup>。结合国际地理空间 Metadata 标准和我国国情,我们与赵永平博士提出地理空间 Metadata 包括 8 个基本内容部分和 4 个引用部分(详细内容略)。

由于 Metadata 内容的庞大复杂性,在具体研究与实现中,从 300 多项条目中提取 60 多条最为常用的条目,作为摘要信息,起到目录与摘要的作用。这种两级机制保证了 Metadata 内容使用的简易性和灵活性<sup>[10]</sup>。

### 2.2 遵循 Z39.50 协议的空间数据交换中心

Z39.50 协议用于查询文献目录记录,允许用户访问具有相同结构信息的不同服务器。它以标准化查询句法以及标准化格式返回查询结果,包括客户端和服务端软件,通过建立客户端和服务端连接,传送格式化查询,返回查询结果<sup>[11]</sup>。我们研制了空间数据交换中心的核心模块——与 WebGIS 集成的遵循 Z39.50 协议的万维网 Metadata 管理系统,并实现了原型系统。系统基于 B/S 结构实现了如下功能:

(1) Metadata 收集器:负责收集 Metadata,用 Metadata 分析器对将要登记入库的 Metadata 条目进行检查和重格式化,然后通过网关(Z39.50 客户端)存入空间数据交换中心的节点服务器(Z39.50 服务器端)。

(2) Metadata 编辑器:通过网关实现对空间数据交换中心节点服务器上 Metadata 条目的修改。

(3) Metadata 查询器:根据关键字、经纬度等属性通过网关查询节点服务器上的 Metadata 信息<sup>[11]</sup>.

(4) 空间数据浏览器:通过 WebGIS(使用 Autodesk 的 WebGIS 软件 Mapguide5.0)与万维网 Metadata 管理模型系统的有机集成,实现空间数据的网络浏览,可实时访问、查询、浏览空间数据交换中心的数据.

### 3 地理空间信息标志语言——GeoML

HTML 对 Web 发展和超文本信息网络共享的推动作用巨大的.研究一种新的标志语言,使之既可以与 HTML/Java 兼容,又可以表达占人类信息 80% 以上的地理空间信息,并提供空间信息检索能力,这是有意义的.可扩展标志语言(extensible markup language,简称 XML)的出现给各学科、各行业的信息共享带来福音:研究并设计面向地理空间对象的标志语言是解决多源、多维、多层次地理空间信息共享的有效途径.因此,我们提出并设计了地理空间信息标志语言——GeoML<sup>[10]</sup>.

#### 3.1 地理空间信息的特点和规律

对地理空间信息特点和规律的认识必须基于对地理空间对象本质上的分析.地理空间对象是指定位于地理空间的具有一定属性的物体或现象,通过空间数据和属性数据描述.空间数据描述其空间位置、几何形态以及与其他对象的空间关系.属性数据说明其社会和自然属性.

根据对地理空间对象按照其几何概念、属性概念、零维对象、一维对象和二维对象等分类分析,并考虑现有商业化 GIS 软件概念中的分类,以尽量不损失信息和覆盖常用地理空间对象特点为原则,总结得出如下地理空间对象类型<sup>[6,12]</sup>: 点状地物:如独立地物点、纯结点和结点地物; 线状地物:如拓扑弧段、无拓扑弧段与线状地物等; 面状地物:由线状地物构成,包括简单多边形、带岛多边形、复合多边形等; 注记:包括注记参考点和注记参考线等; 影像:如像元、图像或数字影像和格网等.

#### 3.2 地理空间信息标志语言——GeoML设计

GeoML 是把地理空间对象及其规律描述成符合 XML 语法规则的标志语言的一组说明性集合.地理空间对象由一系列坐标对描述的路径组成.GeoML 标志给出了描述路径的语义信息和表示信息,描述的对象(如 point,line,polygon,legend 等)可被进一步编辑.任意一种文本编辑器都可用来编辑 GeoML.

- 设计 GeoML 时所采用的设计原则<sup>[13]</sup>

包括: 与 HTML/XML 兼容,可共存于同一页面; 运用 HTML 和 CSS 机制,便于 GeoML 实现和使用现有的代码和技术; 支持空间信息处理系统间的数据交换,是空间信息共享和互操作的基础; 预留扩展所需信息,可增加特殊地理空间对象标志; 提供对矢量图形的表示; 支持脚本语言; 支持动画实现.

- GeoML 核心属性的文档类型定义(DTD)声明

GeoML 图形元素设计可通过 DTD 定义公共核心属性和常用属性类型.核心属性包括所有元素共有的基本属性,如 ID、显示比例尺、坐标系统信息等.常用属性类型如图形属性、字体属性和文档事件声明等.

- GeoML 基本元素设计

我们仅给出一个元素的设计,其他如 line,polygon,text,image 等设计此处略.

<point>点元素

定义一个地物点或结点.

```
<!ELEMENT point %descTitle;>
```

```
<!ATTLIST point
```

```
  %coreAttrs;
```

```
  %shapeAttrs;
```

```
  %geoObjectElementEvents;
```

```
  %extGeoAttrs;
```

```
  x CDATA "10"
```

```
  y CDATA "20")
```

### • GeoML 文档结构与组成元素设计

GeoML 文档结构与组成元素包括<GeoML>,<legend>,<desc>,<title>,<symbol>,<defs>和<layer>等.此处仅简要介绍<GeoML>文档元素,<GeoML>元素是 GeoML 文档的最外层元素,它可包含基本 GeoML 元素,如<point>,<line>,<polygon>等,也可包含由基本元素或容器元素组成的多层嵌套的元素集合.同时,GeoML 文档可以作为 XML 文档的一部分嵌入到 XML 文档中,也可以进行自嵌入.

### 3.3 地理空间信息标志语言——GeoML的实现

GeoML 实现主要包括 GeoML 编辑器和 GeoML 解释器(基于 Java 和 MS IE 浏览器).GeoML 编辑器可用普通文本编辑器代替,用来编写 GeoML 文档(\*.gml)和 DTD 文档(\*.dtd).在解释 GeoML 文档时可按照标准文本格式读取 GeoML 文档数据,解释不同的标志及其相应的属性.因此实现重点放在 GeoML 解释器<sup>[13]</sup>上.

GeoML 解释器用 Java 编程实现,制作成 Applet,主要由实体管理器、分析器和观看器组成.实体管理器和分析器组成处理器,处理器把处理后的 GeoML 文档发送给观看器,观看器仅对由元素标志引起的事件作出响应,实现 GeoML 文档的显示.图 1 是基于 Java 实现的北京市空间信息共享与互操作示范图.

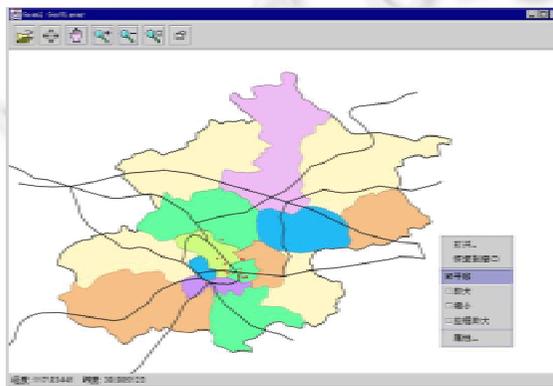


Fig.1 Illustration of Beijing's geospatial information sharing  
图 1 北京市地理空间信息共享示范图

## 4 分层共享模型中的其他相关问题

事实上,空间信息共享实现过程就是空间信息规范化和标准化过程,所以,空间信息规范化和标准化贯穿空间信息共享实现的全过程.国家关于空间信息共享的政策法规对空间信息的共享起着重要的促进和约束作用,在空间信息共享的所有层次都将体现国家政策法规的强制作用.此外,共享的空间信息的安全性问题也是空间信息共享实现必须面对和解决的问题.对不同密级的数据要采取不同的加密或其他防范措施来保证数据的安全.共享过程中必须考虑的问题还包括与共享信息及实现共享相关的国家、机构、组织、团体、个人等的责任、权利、义务等问题,如信息提供者、使用者及管理者的权利和义务等问题.

## 5 结 论

本文提出用于数字地球建设的空间信息分层共享模型,从 7 个层次以及与共享相关的其他问题方面阐述了分层实现空间信息共享的策略和解决方案.在空间数据集层次提出并设计了地理空间 Metadata 标准草案及其与 WebGIS 集成的万维网 Metadata 管理系统,在空间数据项层次提出并设计了基于 B/S 结构的 GeoML 标准草案及其 GeoML 原型系统.我们在国家“九五”重点科技攻关项目中运用该成果,取得较好效果.

## References:

- [1] Gore, A. The digital earth: In: Understanding Our Planet in 21 Century. 1998. <http://www.opengis.org/info/algore.htm>.

- [2] Hill, L.L., Carver, L., Larsgaard, M.L., *et al.* Alexandria digital library: user evaluation studies and system design. *Journal of the American Society for Information Science*, 2000,51(3):246~259.
- [3] NASA. Digital earth prototype architecture. 2000. <http://digitalearth.gsfc.nasa.gov/depg/architecture/>.
- [4] Coleman, D.J., McLaughlin, J. Defining global geospatial data infrastructure (GGDI): components, stakeholders and interfaces. *Geomatics Journal*, 1999,52(2):129~144.
- [5] Devogele, T., Parent, C., *et al.* On spatial database integration. *International Journal of Geographical Information Science*, 1998,12:335~352.
- [6] OGC. OpenGIS topic1: OpenGIS abstract specification. 1999. <http://www.opengis.org/techno/specs.htm>.
- [7] ISO/TC211. Working document: geographic information-15046 part 15. 1999. <http://www.Statkart.no/isotc211>.
- [8] FGDC. Metadata, clearinghouse, standards, NSDI. 2000. <http://www.fgdc.gov/>.
- [9] Dublic, C. A simple content description model for electronic resources, Metadata. 1999. <http://purl.oclc.org/dc/>.
- [10] Chen Ai-jun. Research on theory and markup language of geospatial information sharing [Ph.D. Thesis]. Beijing: Beijing University, 2000 (in Chinese).
- [11] Turner, F. Z39.50 information retrieval standard: overview and implementation. 1997. <http://www.nlc-bnc.ca/pubs/netnotes/>.
- [12] OGC. Geography Markup Language (GML) v1.0. 1999. <http://www.opengis.org/techno/specs/00-029/GML.html>.
- [13] Bradley, N. The XML Companion. Addison Wesley Longman Limited, 1998.

#### 附中文参考文献:

- [10] 陈爱军.空间信息共享机理与标识语言研究[博士学位论文].北京:北京大学,2000.

## A Geospatial Information Layer Sharing Model for Digital Earth\*

CHEN Ai-jun<sup>1</sup>, LI Qi<sup>2</sup>, XU Guang-you<sup>1</sup>

<sup>1</sup>(Department of Computer Science and Technology, Tsinghua University, Beijing 100084, China);

<sup>2</sup>(Institute of Remote Sensing and GIS, Beijing University, Beijing 100871, China)

E-mail: chaj@263.net; saimos@sina.com

<http://media.cs.tsinghua.edu.cn>

**Abstract:** To solve the geospatial information management, sharing and valid use of massive information for Digital Earth, a geospatial information layer sharing model and the solutions of each layer for Digital Earth are advanced in the paper, and the main discussion focuses on data set layer and data item layer. Firstly, combined with the frontier of international geospatial metadata, the Chinese geospatial metadata content standard draft is brought forward for sharing the historical and existing geospatial data on dataset layer. Integrated with WebGIS and based on Z39.50 protocol, geospatial metadata management system for DE construction is designed and achieved. Secondly, taken OpenGIS standard and XML technology into account, geospatial information markup language (GeoML) is put forward to share future geospatial information on data item layer. GeoML standard draft is designed and GeoML prototype based on Web is implemented. The results have greatly promoted the research of the Key Science-Technology Project of the National 'Ninth Five-Year-Plan' of China.

**Key words:** digital earth; geospatial information sharing; layer sharing model; geospatial metadata; GeoML (geospatial information markup language)

\* Received August 28, 2001; accepted November 15, 2001

Supported by the Key Science-Technology Project of the National 'Ninth Five-Year-Plan' of China under Grant No.98-780-01-07-03