

数字城市空间信息与服务集成交换平台系统分析与设计^{*})

李 琦 甘杰夫

(北京大学遥感与地理信息系统研究所数字地球工作室 北京 100871)

摘 要 本文从信息的本质出发,在语法、语义和语用三个层次上分析了空间信息的共享问题,并针对每个层次的具体情况,提出了相应的技术解决方法。在此分析基础之上,设计了空间信息与服务集成交换平台的统一技术框架,并根据这个技术框架,提出了相应的技术实现——CyberGIS XP 软件平台的基本结构。在“数字北京”工程实践中,实现了相应的原型系统,初步探索了实现数字城市空间信息与服务集成交换平台的技术路线。

关键词 数字城市,空间信息共享,元数据,空间应用集成

Analysis and Design of the Geospatial Information and Service Integration System for Digital City

LI Qi GAN Jie-Fu

(Institute of Remote Sensing and GIS, Peking University, Beijing 100871)

Abstract Based on the analysis of the geospatial information sharing from multiple views of syntax, semantics and pragmatics, possible approaches to implement it are discussed. By integrating and improving existing technique, a consolidated technical framework is proposed. As an implementation of the technical framework, the basic architecture of a software platform, called CyberGIS XP, is illustrated. Corresponding prototype of CyberGIS XP, as a part of the Digital Beijing Pilot, is described in the end.

Keywords Digital city, Geospatial information sharing, Metadata, Geospatial application integration

1 引言

现代化的城市管理在多部门协同、快速反应、降低管理成本等方面都提出了新的课题。由于空间信息与空间信息服务在城市管理中占据着重要位置,同时,空间信息获取费用高昂,重复利用的需求十分巨大,并且,在多部门协同中往往需要基于同一个空间数据基底,因此,现代城市管理对空间信息与空间信息服务的共享提出了极高的要求。

但是,由于传统上各部门在构建各自应用系统时缺乏整体规划,造成各系统之间数据、服务的分布、异构、混乱、封闭等特点。各系统数据与服务专有,在它们之间进行数据、服务的共享十分困难。这一方面带来大量重复建设,另一方面也不符合现代化管理对跨部门协同的要求。要打破这种现状,一种方法是按照统一规划重新建设各种应用系统,但显然,这很难在目前现实中施行,而且会造成投资的巨大浪费和管理上的混乱;另一种方法就是在这些分布、异构的数据、服务之上引入一个中间层次,以较小的代价对现有应用系统进行改造升级,从而满足上层应用的要求,并为未来发展预留扩展空间。这就是数字城市空间信息与服务集成交换平台需要解决的问题。

2 问题层次分析

要在旧有系统之上,通过中间件平台解决空间信息与服务共享和互操作问题,首先就要对共享层次有清楚的认识。

根据钟义信的研究,就信息的本质而言,信息具有形式、内容、功用 3 层内涵,具体来说就是,信息的表达形式(语法结

构)、信息所传递的含义(语义)和信息的使用方式(语用)^[1]。三者关系如图 1。对空间信息而言,符号即空间数据,客体即空间对象,主体即空间应用。在空间信息的共享上,相应具有 3 个层次的内涵,即空间信息在语法、语义和语用层次的共享。

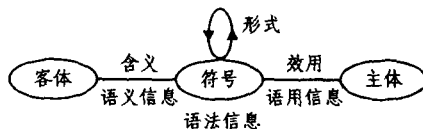


图 1 信息的三个层次含义

以下讨论中,我们把空间信息具体化为信息系统中涉及到的空间数据、空间服务和空间应用模型加以讨论。

空间信息在语法层次的共享主要指如何解决由于空间信息语法结构异构性带来的问题,即实现空间信息在符号层面的共享。通过这个层次的共享,我们能获知空间信息的形式,以及如何把它变换到我们所能处理的形式。对空间数据而言,这主要是空间数据格式识别与转换问题。由于 GIS 软件历史发展和商业利益的原因,在应用中存在大量互不兼容的空间数据格式,例如,据统计,美国每年要花费约 40 亿美元用于数据的转换(OGC),可见数据格式异构的情况目前仍然是普遍存在的现实;而就现状看,短期内很难用唯一的格式来统一所有的空间数据。对空间服务和空间应用模型而言,主要是识别其输入输出参数表,参数格式,调用名字等问题。

空间信息在语义层次的共享不仅需要解决符号的共享,

^{*})国家 863 课题“基于 SIG 框架的数字城市服务系统与示范”资助项目(2002AA134030)。李 琦 教授,博士生导师,主要从事数字城市理论与方法研究。甘杰夫 讲师,博士研究生,主要从事数字城市研究。

还要解决对符号的含义的共享。对空间数据而言,其语义主要指这种空间数据所对应的空间概念。相同符号在不同应用部门往往表现为不同的空间概念,例如,采用相同格式存储的地图上相同一块图斑,对于测绘部门和水利部门而言,虽然在各自系统中都能很好地理解其数据格式(符号),但在数据含义上却可能存在完全不同的理解,这种情况我们称之为空间信息语义的异构性,它来源于我们在认识空间对象过程中方法论的差异性。通过这个层次的共享,我们能够知道空间信息是什么,以及它在我们的应用范畴内对应着什么。它所面向的主要问题就是空间信息的语义描述,它需要保证在不同主体(使用者)之间正确传递信息的语义,保证获得信息的主体能正确解译信息的原始语义,保证在发生语义冲突的情况下,能进行有效的冲突协调。对空间服务和模型而言,其语义主要指它们所具有的空间处理能力。

空间信息在语用层次的共享则关注于空间信息的功能、效用问题,它面向的是具有明确应用需求的用户,在准确地将信息的语义传递给用户之外,还需要告诉用户该信息所具备的功用,以及这种信息的使用方式。这是最高形式的共享。它所面向的是自动装配的实现和应用概念的共享问题。其中自动装配指,当面对一个空间应用领域的科学问题时,信息系统应该集成哪些空间信息,用什么样的空间服务、空间应用模型来对这些信息进行加工,或者更进一步,如何将若干种空间服务、空间应用模型有机装配在一起对空间信息进行加工处理,最终得到应用领域的具体问题结果。而应用概念共享则指装配模型的共享,根据对应用的理解,将其行为模式化、模型化,从而能实现装配过程的重用。

3 技术方法

上文主要在理论上对共享层次做了探讨和分析,而在技术实现上,由于空间信息的海量性和各部门应用的复杂性,必须采用一种能解决空间信息资源无缝、透明访问,以及提供服务的技术框架体系。根据前文对三个共享层次的划分,我们首先从不同共享层次所面向的问题来具体分析技术实现方法,然后讨论一种目前技术条件下容易实施的统一框架。

3.1 空间信息语法共享的技术方法

在空间信息语法共享层次上,主要需要解决空间数据管理和格式转换,以及对空间服务、空间应用模型的访问等技术问题。在这方面已经有大量的组织和研究者进行了研究和实现上的探索和尝试,而这其中 FGDC 无疑是最有影响力的组织,由 FGDC 提出的 GeoSpatial One-Stop 给出了空间数据共享的典型的方案^[2],如图 1。

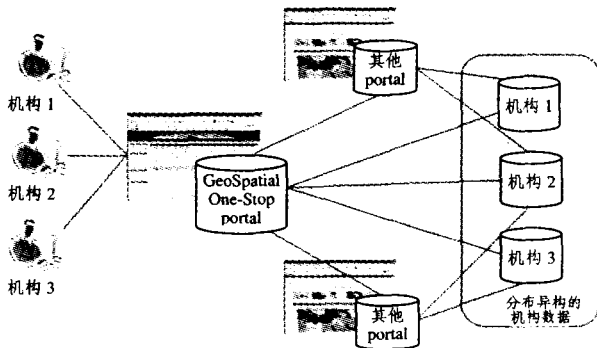


图 2 FGDC Geospatial One-Stop 模型

GeoSpatial One-Stop 是在 NSDI 基础上,面向 G2G 应用,

实现用户对框架数据的访问、使用的统一门户,并促进框架数据的组织、管理、使用的标准化,它由 Clearinghouse 发展而来。遵循这一技术体系的还包括:欧盟的 INSPIRE Prototype,“数字挪威”中的 GeoNorge,以及印度的 NSDI India Prototype^[3]等。与之具有类似技术思路的还有英国的 NG-DF^[4],它主要实现一个 Metadata Gateway;我国的空间数据交换中心,它通过统一的空间元数据查询界面进行空间数据检索、浏览和获取,并实现了 1 个中心节点和 12 个分节点的多节点结构。在工具层面上,ESRI 目前已经在 ArcGIS9 中推出 Portal toolkit 用于这种空间数据门户的构建,此外,该软件还集成了 UDDI 功能,能够支持 Web Service 形式的空间服务共享。www.geographynetwork.com 空间信息门户即采用该软件实现。

空间信息语法层次共享,在技术上可以采用 GeoSpatial One-Stop 的技术框架,用元数据技术对空间数据进行组织管理,同时引入 UDDI 技术,以 Web Service 或 Grid Service 方式共享空间服务(空间应用模型也封装为特殊的空间服务)。这种技术方法的研究和实践都渐趋成熟。

3.2 空间信息语义共享的技术方法

陈常松等提出用语义数据模型以解决语义层次共享问题^[5]。语义数据模型具有比现有 GIS 系统更高的抽象层次,能够屏蔽掉不同 GIS 系统对空间概念的描述差异,同时又具有语义抽象能力,适合于描述面向地理要素空间概念的需要。在技术实现上则通过工具支持自动生成概念模式,从而可以通过系统集成和元数据技术实现 GIS 语义共享。在解决语义冲突方面,Bishr Yashr 提出的 SFDS 方法(1998)^[6],黄裕霞等提出用元数据调解器方法(2002)^[7]等。而王潞等则提出基于 Geo-Ontology 的空间元数据组织管理体系^[8]。

综合以上研究可以发现,语义层次上的共享必然涉及两个层面:(1)概念表达;(2)概念交换。显然,以语义本体论为基础,构建具备自动网络理解能力的语义网是最恰当的技术方法。但是,其主要困难在于是否存在以及如何构造一个普遍适用并被广泛接受的通用语义本体库。对该困难作一个迂回的考虑可以发现,虽然难以直接实现普适性的本体库,然而由于部门应用和人类认知往往具有局部性(行业性、领域性)特点,我们完全可以首先构造基于局部认识的节点语义本体库,通过建设语义本体库的网格体系,对多个局部节点进行管理、整合,通过(局部概念+语境)的方法解决语义冲突,从而最终形成具有普适意义的语义网络。

目前,对空间服务和空间应用模型的语义问题尚没有很好的解决方法。从技术方法上看,应该从空间元服务和空间元模型着手,这些元服务和元模型对应于某种本原性的空间概念或空间现象,通过这些元服务和元模型可以组合成任意空间服务和空间应用模型。在这方面,OGC 提出了以 Web Service 的标准方式对空间服务进行管理和共享的 OWS 框架,并提出了 WMS、WFS 和 WCS 等空间元服务标准。Keller R M^[9]等在模型描述属性定义,元模型定义与组织管理方面进行了研究。

3.3 空间信息语用共享的技术方法

语用层面的共享,涉及自动装配和装配过程重用问题。BPEL4WS,IBM 的 WSFL,以及微软的 XLANG 等为流程装配提供了服务描述语言、集成结构方面的技术支撑。OGC 提出的 OWS 则描绘了这种装配平台的蓝图^[10],如图 3。OWS 主要依赖于 Web Service 技术,提出了空间数据、空间服务互

操作框架,就目前而言,是较为理想的一种方案。然而在面对空间应用模型,或者更高层次的业务模型共享问题时,则仍存在不足。

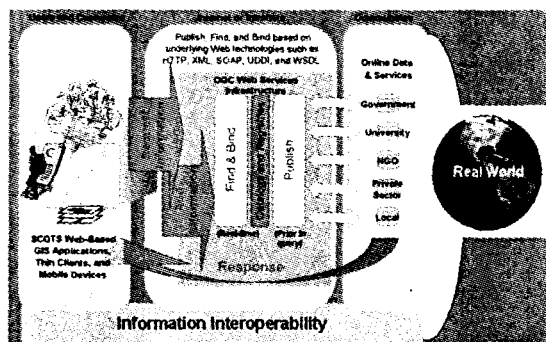


图3 OGC OWS 框架

解决空间信息语用共享的基本技术思路应该是:在 OWS 基本框架下,采用 Agent 技术和工作流引擎实现模板化的动态流程装配。在解决空间元服务,以及装配模型的语义问题后,逐步实现智能化的动态流程装配。

3.4 统一技术框架

以上分层次讨论了空间信息与服务交换、集成技术方法。这三个层次之间并非割裂开的,而是技术演进过程中的三个阶段,因此,它们可以统一在同一个技术框架之下,下图给出了这个统一框架的描述。

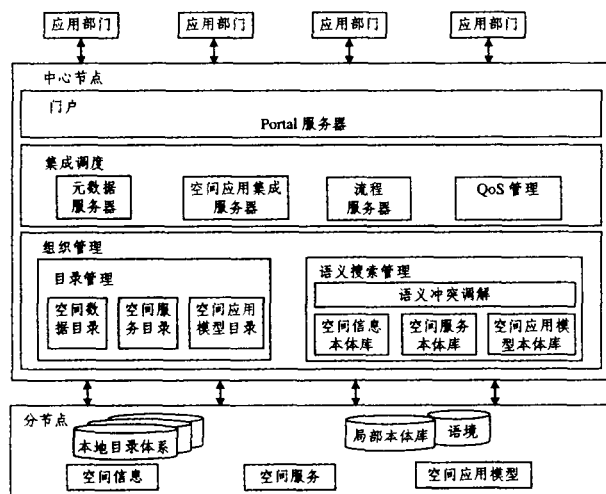


图4 空间信息与服务集成交换平台统一技术框架

整个框架由应用部门、中心节点和若干分节点构成。应用部门通过访问中心节点获得空间信息服务,或者发布自己的空间信息;中心节点作为空间信息访问和发布的统一入口,同时完成集成调度作用。各分节点管理本地空间信息的目录、本体库,以及具体的空间信息内容。

空间信息的组织管理分为两个体系:目录体系和语义搜索体系。两种体系均通过元数据管理方式实现。目录体系按照多元分类方法对空间信息进行分类管理,这也是目前 Geospatial One-Stop 的管理方法。语义搜索体系主要为智能搜索和自动搜索提供支撑,在中心节点维护抽象度最高的本体库,在分节点维护局部本体库,并辅以语境描述,以支持语义冲突调解。

空间信息集成调度以空间信息集成调度服务器为核心,由流程服务器提供集成模板,元数据服务器指示各种需要集

成的空间信息源所在位置,QoS 服务器用以判断各空间信息源的距离、稳定度、是否在线,以及进行路径优化等。

4 技术实现——CyberGIS XP

作为对这种技术框架的实现,我们提出了 CyberGIS XP 的软件平台结构,如图 5。平台通过 Portal Server、UDDI 构筑统一登录门户和注册、检索中心,从而提供对空间数据、空间服务和空间应用模型的管理能力;通过 SDB Server 实现对空间数据的统一管理和高效存取;通过 Adapter Server 屏蔽数据和终端的异构;通过 Geocoding Server 实现空间信息与非空间信息的融合;通过 SAI Server 集成空间数据和空间服务,完成特定空间应用任务;通过 Modeling Server 动态创建空间应用,实现业务模型层次的重用;这些服务器通过统一的服务总线实现无缝集成。

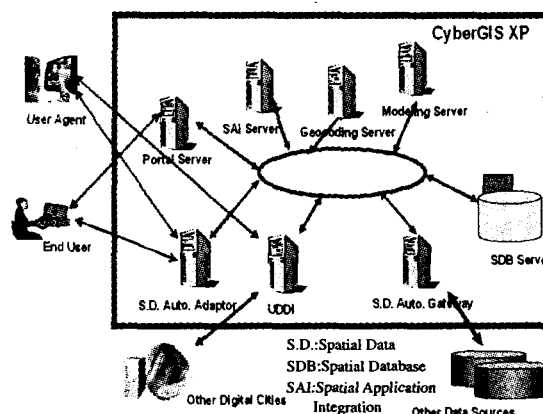


图5 CyberGIS XP 逻辑结构

5 原型系统

在以上研究基础上,我们结合“数字北京”工程实践,在构造北京市崇文区疫情分析系统和北京市古树名木查询系统的基础上,初步实现了一个空间信息与服务集成交换平台原型,其结构如图 6。该原型以北京为中心节点,通过统一登录门户将北京、昆明、合肥等地几个应用和数据整合在一起,如图 7。其中北京市崇文区疫情分析系统和北京市古树名木系统采用了相同的流程模板,但使用了不同的空间服务和空间数据。

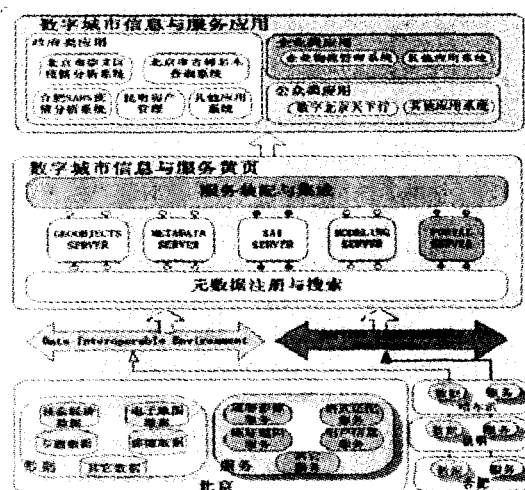


图6 空间信息与服务集成交换平台原型结构

整个平台提供如下功能:数据注册、搜索和评价,服务注册、搜索和基于固定模板的元服务装配。平台对数据和服务实现了目录方式的组织管理。

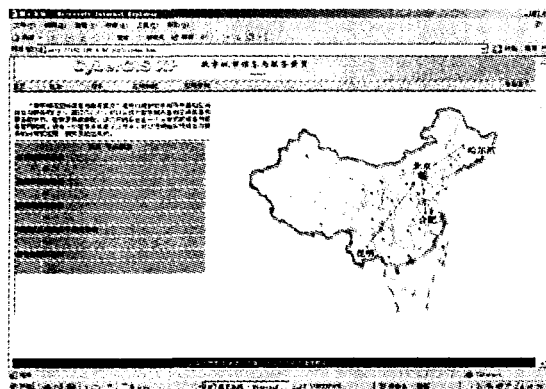


图7 原型系统首页

其中,数据按如下分类管理:

(1)按功能分类:电子地图元数据;影像地图元数据;组织机构元数据;专题服务元数据;社会经济元数据;

(2)按服务提供者分类:政府部门;公司企业;科研院所;

(3)按格式分类:Oracle;SQL Server;shape;tab;Excel;服务按如下分类管理:

(1)按功能分类:OGC 标准服务;关于电子地图的元服务;关于影像地图的元服务;地理编码元服务;

(2)按服务提供者分类:政府部门;公司企业;科研院所;

(3)按接口分类:SOAP;API;

图8显示了服务搜索页面:

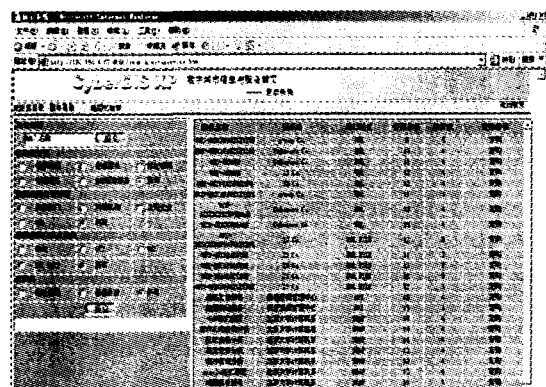


图8 服务搜索页面

元服务装配按照如下框架进行:

服务请求→系统解析→建立模型→动态装配→实例运行

由于目前尚没有实现本体库,因此“建立模型”环节采用了固定模板,指定了参加装配的服务和信息的内涵,同时还固定了装配方式。下面通过北京市崇文区疫情分析系统和北京市古树名木系统的结构来说明固定装配方式的实现。图9说明了这两个系统的构成,它们使用了相同的集成框架,并且每个集成单元均有固定语义。但是根据请求的不同,如果为疫情分析请求,则疫情分析服务、数据格式适配服务(Oracle 空

间数据格式适配服务)、影像服务和位置服务将有效;如果为古树查询分析请求,则数据格式适配服务(Mapinfo 空间数据格式适配服务)、影像服务和位置服务将有效,同时访问相应的空间数据和应用数据。

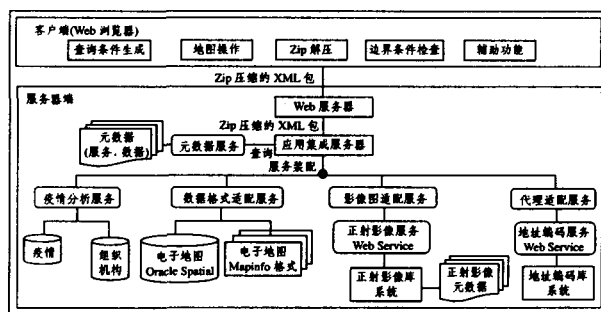


图9 空间应用集成结构

结语与展望 本文通过分析空间信息的本质属性,从语法、语义和语用三个层次讨论了空间信息集成交换的技术方法,并结合大量研究者的研究和实践,提出了实现空间信息集成交换的统一技术框架。在这一技术框架下,能实现从语法到语义,再到语用,逐步智能化的空间信息集成交换;作为该框架的技术实现,我们提出了 CyberGIS studio 软件平台结构,遵循该平台结构,构造了初步的原型系统,同时对技术框架的实践性进行了初步探索。目前,空间信息语法层面的互操作体系已趋于成熟,而且已经出现了大量工程实践和软件支持,下一步需要对空间信息本体库和空间应用流程装配加大研究力度,推动空间信息在语义和语用层面的互操作,到那时,空间信息才能在更大程度上支持数字城市中多部门协同、快速反应和降低管理成本的需求。

参考文献

- 1 钟义信. 信息科学原理. 福州: 福建人民出版社, 1988
- 2 GeoSpatial One-Stop, 2003. <http://www.geo-one-stop.gov/>
- 3 NSDI India Prototype, 2003. <http://gisserver.nic.in/nsdiportal/gotogos.jsp>
- 4 NGDF Central Management Team, 2000. NGDF Metadata Gateway Architecture V1. 2. <http://www.gigateway.com/moreinformation/pdf/archive/Architecture of the Gateway v1.1.pdf>
- 5 陈常松, 何建邦. 面向数据共享目的的 GIS 语义数据模型. 中国图象图形学报, 1999, A(1)
- 6 Bishr Y. Overcoming the semantic and the other barriers to GIS interoperability. IJGIS, 1998, 12(4): 299~314
- 7 黄裕霞, 柯正谊, 何建邦. 基于元数据调解器的 GIS 语义互操作. 中国图象图形学报, 2002(8)
- 8 王洪. 基于 Geo-Ontology 的元数据服务体系与技术研究: [北京大学博士研究生学位论文]. 2003
- 9 Keller R M, Dungan J L. Meta-Modeling: a knowledge-based approach to facilitating process model construction and reuse. Ecological Modelling, 1999
- 10 OGC, Inc. A Request for Technology In Support of an OGC Web Services Initiative. 2001. [ip. opengis.org/ows2/documents.htm](http://opengis.org/ows2/documents.htm)