

# 基于万维网的地理信息系统集成研究\*

孔云峰 林 瑋

(香港中文大学地理系 香港沙田)

**摘 要** 本文在总结了近年来 GIS 软件进展状况的基础上,探讨了基于万维网的地理信息系统,对于系统集成方面的几个问题,提出了一些观点和看法,如基于万维网的 GIS 分布模型、分布式 GIS 客户机 / 服务器模型、地理分析“巨事务”处理方案等;同时介绍了一些相关的新技术、新概念。

**关键词** 地理信息系统,系统集成,万维网

## 1 引 言

经过十几年的发展,传统的 GIS 技术已基本成熟,商业软件也日益丰富完善,已经应用到多个行业。但随着 Internet 技术的发展,特别是万维网的出现和普及,在万维网上运行 GIS 已成为新的用户需求。

目前,已经有几十个基于 Internet 的 GIS 软件产品出现,具有代表性的有 Intergraph's GeoMedia Web Map, Autodesk 的 MapGuide Server, Genasys 的 Spatial Web Broker, ESRI 的 Mapobject Internet Map Server, MapInfo 的 ProServer 等。在美欧已有不少城市安装使用了基于万维网的 GIS,如 City of Ontario 的 Graphics Information Web Server<sup>[1]</sup>, SSC 的 GIR(Geographic Information Retrieval)<sup>[2]</sup>等,这些 GIS 网站主要用于空间信息的传播,也提供部分地理空间查询服务。

虽然基于万维网的 GIS 已经取得了一些成果,但与用户的需求相比,目前的系统还仅仅处于初级阶段,存在很多不足,如很难在网络上查询所需要的数据,不同格式数据还不能直接使用,系统运行效率低,系统集成困难等。解决这些不足,需要引入新的信息技术,如客户机 / 服务器模式、面向对象技术、分布式互操作技术、目录服务技术等,使 GIS 成为“开放”系统<sup>[3,4]</sup>。

本文从系统集成的角度,对基于万维网的 GIS

系统集成中的一些问题进行了探讨。

## 2 基于万维网的 GIS 的基本特征及相关技术

### 2.1 万维网 GIS 的基本特征

从系统集成的角度,综合 OpenGIS<sup>[3,4]</sup>, ESRI<sup>[5,6]</sup>, Intergraph<sup>[7]</sup>的观点,基于万维网的 GIS 应具备以下特点:

(1) 首先是开放系统。注重数据共享、软件重用、跨平台运行、易于集成等。简单地说,它能够共享多种来源、多级尺度、存放在不同地点的地理数据;能够通过对象管理、中件和插件等技术手段与非 GIS 系统(如 Delphi)集成;并能够通过 Java、CORBA、DCOM 等技术跨平台协作运行,支持用客户机 / 服务器模式等。开放式系统使 GIS 用户、软件开发、系统集成者都得到益处。

(2) 适合在万维网环境中运行。将 GIS 软件与 Web 服务器集成,通过普通浏览器,用户可以在任何地方操纵网络 GIS,享用地理空间信息服务,从而将 GIS 扩展成为公众服务系统;同时拓宽地图出版渠道,降低数据散发成本,提高地理数据共享程度。

(3) 支持数据分布(data distribution)和计算分布(distributed processing)。GIS 服务器为局域和远程用户提供 GIS 服务,如地理数据目录服务,地理数据存取服务,地理空间分析服务,地理模型系统服务,地理空间可视化服务等;通过互操作技术,一个

\* 本文的研究得到香港政府大学资助委员会资助,项目编号CUHK150/96H.

收稿日期:1997-07-08;收到修改稿日期:1997-09-30

GIS 处理过程可由多个 GIS 服务器协调完成,它们共享分布的数据对象,在多个不同的平台上协同运行,最大限度地利用网络资源。

## 2.2 与万维网 GIS 相关的技术

开发基于万维网的开放式 GIS,所需多种技术支持,主要包括以下几个方面:

**Internet 和 Intranet 技术。** Internet 是一个快速增长的、全球性的、开放式互连网络,能为用户提供多种服务,如万维网、WAIS、电子函件、新闻组等等。Intranet 是企业级的 Internet,即使用 Internet 技术服务于内部用户。万维网 GIS 适合 Internet 远程用户和 Intranet 内部用户。

**数据库管理技术 (DBMS)。** 关系型数据库管理系统已相当成熟,商业化的 RDBMS 不仅支持 C/S 模式,而且支持数据分布,通过 SQL 语言和 ODBC 接口,几乎所有的 GIS 软件都能和商业 DBMS 软件协同运行。

**面向对象方法。** 面向对象既是一种技术手段,又是一种认识方法。面向对象分析、面向对象设计、面向对象语言、面向对象数据管理,贯穿整个地理信息系统的生命周期。从面向对象技术的发展看,它可能是描述地理问题较理想的方法之一。

**客户机 / 服务器模式 (Client/ Server)。** 客户机 / 服务器的含义非常广泛,数据库技术和分布处理技术,都和它密切相关。通过平衡客户机 / 服务器间的数据通讯和地理运算,能够利用服务器的高性能处理复杂的关键性业务,并降低网络数据流量;通过规划客户机 / 服务器模式的 GIS 系统,用户能够最大限度地利用网络上各种资源。

**插件技术 (Component Plugging Software)、嵌入技术 (如 OLE)、中件技术 (Middleware) 和 Java 小程序 (Applet)。** 软件开发商制作自己最拿手的部件,其他软件开发人员和系统集成人员,可直接使用该软件提供的功能,无需重新编码,从而扩大软件开发社会分工,提高软件生产效率;如 Netscape 支持的“Plug-in”属于插件技术,ESRI 的 Mapobject 属于软件嵌入技术,JavaApplet 已正在国际网络上流行起来。

**分布计算平台 (Distributed Computing Platform, 简称 DCP) 技术,** 如 OMG 的 CORBA, MS OLE / COM, SUN 的 Java, C / C++ 等。每一种 DCP 技术都各有千秋,也各有不足: CORBA 技术先进,OLE / COM 市场占有率高, Java 发展迅速, C / C++ 则是

大多数软件的宿主语言。

多媒体 (包括空间数据) 数据操作标准 ISO SQL / MM、地理数据目录服务技术, (Geodata Catalog Service)、数据仓储技术,地理信息高速公路设施 (如美国 NSDI)、HTML (Hyper Text Makeup Language) 和 VRML (Virtual Reality Model Language)、Web Server 和 CGL 等,都是与开发开放式 GIS 密切相关的技术。

## 3 基于万维网的 GIS 分布模型

Internet 在近几年来出现了惊人的增长,据 Network Wizard 统计,截至 1997 年 1 月,全球联入 Internet 的主机超过 1600 万台,注册域名近 83 万个<sup>[8]</sup>; Internet 浏览用户保守估计为 5700 万人次。Internet 正在逐步改变人们的日常生活方式,也影响到 GIS。

基于 Internet 的 GIS,改变了传统的 GIS 运行模式,使用户可以在远程使用 GIS,这一点对于 GIS 产业具有重大的意义。第一, Internet 使 GIS 由专业人员使用的系统转变为公众信息系统,通过 Internet 没有 GIS 专业知识的人,可以在任何地方操纵网络 GIS 应用系统,享用地理空间信息服务;第二,通过 Internet 存取地理空间数据,降低了数据散发成本,提高了地理数据共享程度,可避免信息资源的重复生产;第三,运用基于 Internet 的 GIS 技术,通过信息高速公路设施,可以构造跨地区、跨部门的地理信息服务网络,无线通讯技术的普及也使移动式 GIS 应用更容易实现。

根据 Internet 构成特点,适合中国管理体制的基于万维网的地理信息系统可划分为 4 个部分: 主要城市 GIS 中心、县市级 GIS 服务站、Internet 服务网络

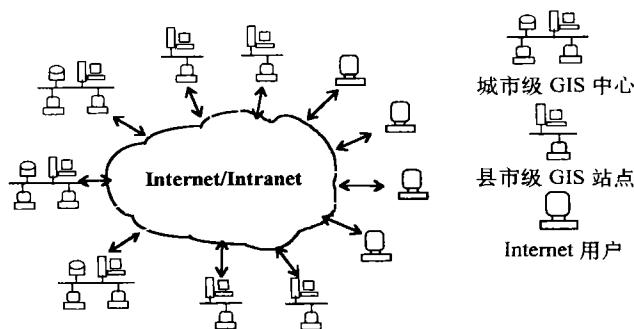


图1 基于 Internet/Intranet 的分布式 GIS

Fig. 1 Distributed GIS based on Internet/Intranet

和普通 Internet 用户 (图 1)。按 OpenGIS 的“社区”观点<sup>[3]</sup>, 多个 GIS 中心 / 站点 / 客户, 根据所属专业领域和所拥信息特征, 可划分在不同的 GIS“社区”中。

在主要城市建立适当规模的 GIS 中心, 在县市组建地理信息服务站。系统大部分数据分布在较大的 GIS 中心, 小部分在 GIS 站点; 系统数据除了 GIS 空间信息和属性信息外, 还包含大量的主页数据和常规的管理数据。通过 Internet, 任何人在任何地方都可访问 GIS 中心。

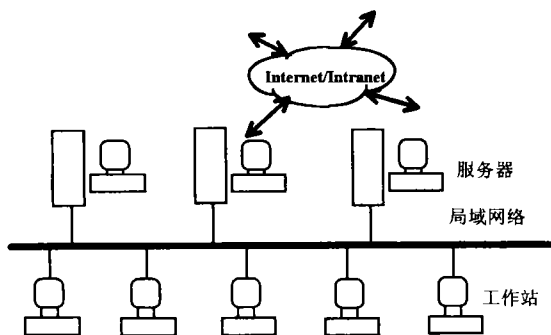


图2 GIS中心/站点  
Fig. 2 GIS Center/Station

GIS 中心和站点如图2。其设计应遵循开放性原则: (1) 系统软件资源、硬件资源和数据资源能够共享; (2) 系统可伸缩性强, 容易扩大规模; (3) 网络数据流量均衡, 整个系统运行效率高; (4) 遵循系统工程的原则, 使用系统集成方案等。

GIS 中心的服务器包括网络服务器、数据库管理服务器、GIS 服务器、Web 服务器等。操作系统一般采用 UNIX 或 Windows NT 或 Netware。数据库管理系统 RDBMS, 使用高档次的 Oracle 或 Sybase 数据库系统, 或中低档次的 Sybase Anywhere, 或简单易用的 FoxPro; 数据存取采用较流行的 ODBC 或 JDBC 等数据库连接标准; GIS 软件可选用 ESRI 的 SDE, Mapobject 等。GIS 服务器提供数据存取、地图显示、空间分析、模型管理、目录索引等服务, 通过扩充 Web 服务器, 使 GIS 服务器透过 Web 服务协议为用户提供地理信息服务。GIS 服务器的设计是开放式 GIS 的核心之一。

#### 4 基于万维网的地理信息客户机 / 服务器模型

Lin 和 Zhang 提出了一个开放体系的 GIS 服务器模型, 对 GIS 服务类型作了划分<sup>[9,10]</sup>, 并描述了它

们间的关系; Li 总结了基于 Web 的 GIS 模型<sup>[11]</sup>, 在这些模型基础上, 对地理数据进一步划分, 并结合 GIS 运行环境, 将 GIS 客户机 / 服务器模型表示如图 3, 模型共分 6 个部分: 数据库、GIS 服务器、WEB 服务器, GIS 服务代理、本地 GIS 应用软件和远程用户 GIS 应用软件。

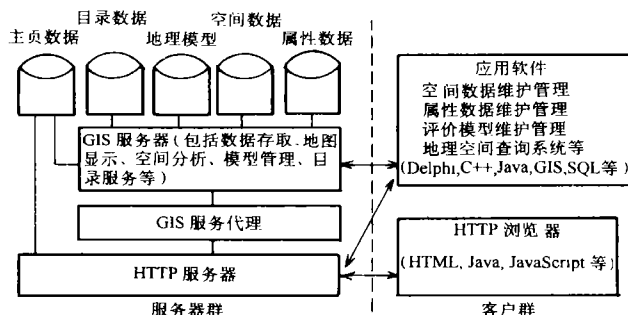


图3 基于万维网的分布式地理信息服务器模型  
Fig. 3 Web-based distributed GIS services model

与普通信息系统数据库相比, 地理数据库内容比较复杂, 主要包括以下 5 类数据: Web 主页数据、地理空间数据和属性数据、数据目录数据、地理分析模型数据等。每种数据的格式和存储也不一样, 主页数据是 HTML 格式, 供浏览器阅读; 地理空间数据的格式比较多, 目前大多以文件的方式存储, 也有部分使用扩展关系型数据库; 地理属性信息和目录信息, 一般采用关系型数据库系统。随着面向对象技术的成熟, 面向对象数据库可能是未来流行的数据库管理系统。由于地理模型本身的复杂性, 地理模型和 GIS 系统相对独立发展, 两者之间集成度不高, 基于 GIS 的地理模型库有待进一步研究。

GIS 服务器是指能够为网络客户提供各种地理服务的软件系统和硬件系统的总称。服务包括数据存取、地图显示、空间分析、模型管理、目录检索等。数据存取服务指服务器响应客户的数据操作请求, 以数据记录或空间基本单元为单位, 通过数据库管理系统或 GIS 软件, 完成存取空间数据及相关属性数据; 数据存取服务要支持多用户请求, 并保持空间数据的完整性和一致性。地图显示服务指服务器能够按特定的要求, 取出满足条件的空间信息, 组织成地图格式 (如 CGM), 或图像格式 (如 JPEG), 然后送给用户; 地图显示服务应当包括一维、二维、三维的地图显示, 并能保持与属性数据和多媒体数据的连接。地理空间分析服务指服务器能够按照客户的要求, 对特定的空间数据, 进行最基本的空间分析, 分析的结果可返回给用户。地理模型服务相当复杂, 须

结合实际应用讨论。地理目录服务指服务器集中管理本地的空间数据目录,供客户检索和判断所需地理数据。

本地地理应用软件,指在本地 LAN/ Intranet 环境中运行的系列软件。如空间数据维护管理,包括空间数据采集、空间数据目录管理等;属性数据维护管理,包括空间属性数据管理、非空间关系型数据管理等;评价模型维护管理,包括模型的定义、建立、维护、运行等;地理空间查询系统,如土地登记图形查询、市政设施管理等。本地地理应用软件内容非常丰富,它为本地区提供地图服务、空间信息管理、地理问题分析等服务。

远程用户地理应用软件,是通过 Internet 协议通讯,为远程用户提供空间信息服务的软件。远程用户地理应用软件的设计,要求信息通讯量尽可能少,同时平衡客户端和服务器端地理信息处理和分析工作。

在上述 GIS 客户机 / 服务器模型支持下,可以组建基于万维网的区域投资环境评价信息系统。做法如下:第 1 步,分析与投资环境评价有关的因子,并分析因子间的关系,抽象出投资环境评价的数学模型;编写管理该模型结构和参数的软件,开发模型分析和应用的界面等;第 2 步,准备空间地图数据,与区域投资环境评价有关的属性数据,使用 GIS 软件和 RDBMS 将这些数据管理起来;第 3 步,通过 Web 服务器,建立 GIS 服务器,使用现有的 GIS 软件提供地理分析功能,使用支持 ISO Z39.50 的软件提供目录服务,使用 ESRI, Intergraph, Autodesk 等公司的产品提供地理数据存取服务和地图显示服务;第 4 步,组建 GIS 服务代理,通过服务代理协调 GIS 软件、GIS 数据库、GIS 应用程序间的通讯;第 5 步,开发投资环境评价系列工具软件和应用软件,供万维网使用。以上所述是单个 GIS 中心运行的模式,若组建分布式的系统,需要加强数据存取功能和数据目录服务功能,使服务器间具备“互操作 (Interoperability)”能力。

## 5 地理分析“巨事务”处理方案

与数据库之类的事务处理相比,多用户环境中的地理分析是一个相当长的事务,称“巨事务”。一个地理分析事务,可能在几秒内完成,也可能需要几十分钟。为适应地理分析“巨事务”,可以使用 HTML 主页技术和“Push”技术,即将地理分析结果

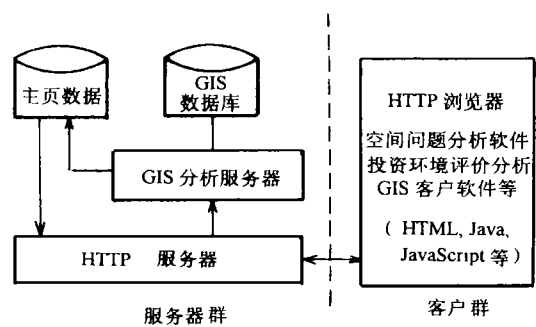


图4 地理服务器将分析结果转化为HTML主页

Fig. 4 GIS server translate the analysis results to HTML pages

存储在特制的主页中,并通过“Push”机制,将结果送到客户端(图 4)。

一个“巨事务”处理过程如下:(1)用户端经过准备和规划后,发出地理分析请求,该请求通过 Web 服务器,传输到地理分析服务器;客户请求中包含用户标识文本、请求操作指令、用户密码等。(2)地理分析服务器通过读取空间数据和属性数据,进行各种各样的地理分析,分析完成后,将分析结果保存起来;然后根据分析结果类型,生成适当的主页。(3)在事务处理期间和事务完成之后,用户端可以使用标识和密码查询事务的处理状态。(4)事务完成之后,用户端可以使用标识和密码,查询地理分析结果;如果用户认为有必要,可将分析结果文档下载,可将结果在网络公布,也可将结果删除。(5)若使用“Push”技术,服务器可在事务处理完成后,将分析结果自动送给用户。

地理分析巨事务处理方案,对于在 Internet 上使用 GIS 进行较大规模的地理分析很有意义。例如,基于 GIS 的京九沿线投资环境信息系统中的多因子评价模型<sup>[2]</sup>,是运行在局域网环境中的;使用“巨事务”处理方案,可将该系统移植到 Internet 环境中。

## 6 结论与讨论

地理空间数据是 GIS 最重要的资源,对于分布式 GIS,地理数据目录管理及检索相当重要;通过有效的目录服务,可以开拓新的地图传播途径,快速扩散地理空间数据,提高地理空间信息共享程度,使地理空间信息更加大众化。地理目录数据(或称元数据, Metadata)是对地理空间数据的定量和定性描述,主要包括以下内容:所在区域、采集者、所有者、覆盖范围、涉及专题和用途、比例尺和精度(分辨

率)、采集日期和更新、数据结构和属性、时空参照以及数据所在位置等<sup>[3,13]</sup>。关于目录数据的标准已有很多,如 FGDC, ISO 15046-15, SDTS, SAIF, DIGEST等。地理数据目录服务的核心问题是地理目录数据标准、目录数据管理、目录数据服务、目录数据语义分析等。Blue Angel 公司提供了一个基于 ANSI / NISO Z39.50 协议的空间数据目录服务的模型<sup>[14]</sup>,可以用于空间数据检索,但它缺乏语义分析功能,需要进一步完善。

现有的空间数据标准接口和数据交换软件,基本上是“静态的”数据交换,其功能是将空间数据从一种格式转化为另一种格式;为使 GIS 直接获取异种空间数据,Clement 等提出了 OGD(Open Geospatial Datastore Interface)<sup>[15]</sup>;Rawlings 也勾画了空间数据交换蓝图<sup>[16]</sup>。借鉴两者的观点,在地理数据存取服务中引入“开放空间数据引擎”(Open Spatial Data Engine, OSDE),即采用某一空间数据标准,定义数据存取接口和操纵规范,依此开发 ODSE 中件模块,地理数据存取等服务建立在该 ODSE 之上;要存取不同格式的地理数据,就为该种格式的数据开发相应的驱动程序。ODSE 的好处是显而易见的,它能够兼容现有的数据格式,保护现有的空间数据资源。“开放空间数据引擎”技术要解决 3 大核心技术,空间数据标准和操纵标准、开放引擎设计、标准驱动程序接口等。

分布“互操作”是 GIS 与 Internet 集成的基础,它在技术上相当复杂,涉及一些并不太成熟的分布计算平台,如 MS 的 OLE / DCOM,OMG 集团的 CORBA, SUN 的 JAVA, C++ 等;这些模型虽存在有一定的缺陷,但仍是分布式运算的发展方向。不管采用何种技术方案,最终目的是 GIS 软件能够在网络上相互协作,共享数据对象,共同协调网络资源,从而提供多样化的 GIS 服务。从分布概念出发,按照系统集成的思想,定义 GIS 的服务模型,合理划分 GIS 服务层次和内容,使 GIS 适应多种平台、多源数据、多个应用和多级用户,将是一个长远的研究目标。

OpenGIS 集团是分布式“互操作”GIS 系统的积极倡导者。OpenGIS 提出,实现分布式“互操作”GIS 软件的基础是客户机 / 服务器技术、面向对象技术、可插入计算技术、分布式计算平台技术以及基于 OGIS 的空间数据模型通用空间语言(CSL)等。从地理现实世界,到地理概念世界,再到地理信息世界,OpenGIS 将它抽象为 9 个层次,并探讨了相关的 GIS 数据模型、GIS 服务模型等,其中的许多观点,值得

GIS 研究人员和开发人员学习和进一步探讨。

## 参 考 文 献

- 1 City of Ontario, California. Graphic Information WEB Server. Http: / / gis. ci. ontario. ca. us / , 1996.
- 2 Swedish Space Corporation. GIR-Geographic Information Retrieval, SSC. Http: / www. ssc. se / gir / , 1995.
- 3 The Open GIS Consortium. The OpenGIS Guide: Introduction to Interoperable Geoprocessing, Part I of the Open Geodata Interoperability Specification. Http: / / www. opengis. org / guide / guidel / htm, 1996.
- 4 The Open GIS Consortium. The OpenGIS Abstract Specification: An Object Model for Interoperable Geoprocessing, Revision 1. Http: / / www. opengis. org / public / abstract. html, 1996.
- 5 ESRI. System Design Strategies. ESRI White Paper Series, 1996.
- 6 ERSI. Spatial Database Engine(SDE). ESRI White Paper Series, 1996.
- 7 Intergraph. Geographic Information Systems (GIS) based on Jupiter Technology. Http: / / www. intergraph. com / iss / ipc / library / trendsin. htm, 1996.
- 8 Network Wizard. Internet Domain Survey, Jan 1997. http: / / www. nw. com / zone / www / report. html, 1997.
- 9 Lin Hui, Zhang Li. Plugging Computing Strategy for Integration of GIS and Environmental Modelling. Proceeding of GIS AM / FM ASIA' 97 & GeoInformatics' 97, 1997, 299—305.
- 10 Lin Hui, Zhang Li. A Client / Server Approach to 3D Modelling Support System for Coast Change Study. GIS / LIS' 96 Proceedings. 1996, 1265—1272.
- 11 Li Bin. Issues in Designing Distributed Geographic Information Systems. GIS / LIS' 96 Proceedings. 1996, 1275—1284.
- 12 H Lin, Q Wan, X Li, et al. GIS-Based multicriteria evaluation for investment environment. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 1997, 24:403—414.
- 13 Federal Geographic Data Committee. Content Standard for Digital Geospatial Metadata. Http: / / www. fgdc. gov / , 1997.
- 14 Blue Angel Technologies. Meta Star Product Architecture. http: / / bluangel. com / products / MetStArc. htm, 1997.
- 15 Gilles Clement, Christian Larouche, Denis Gouin, Paul Morin. Open Geospatial Datastore Interface(OGDI). Conference Proceedings of GIS' 97. 1997, 347—351.
- 16 Henry Kucera, Jim Rawlings. The Mercator Alliance: A Spatiotemporal Framework for Multidisciplinary Systems. Conference Proceedings of GIS' 97. 1997, 501—505.

## 作者简介

孔云峰,男,1967年10月生,工程师,现为香港中文大学地理系博士研究生。1989年毕业于桂林地质学院地质系,

获学士学位;1992年毕业于同济大学测量系,获硕士学位; LIS/ GIS 的数据模型、应用模型和系统集成,土地测量与制图等。  
1992年至1995年从事 MIS 软件开发和系统集成,1996年至  
1997年主持并开发地籍管理信息系统。主要研究方向有:

## Some Issues in System Integration of Web-Based Geographic Information Systems

Kong Yunfeng      Lin Hui

*(Dept. of Geography, The Chinese University of Hong Kong, Shatin, Hong Kong)*

**Abstract** Based on the overview of GIS software development in recent years, some issues in system integration of Web-based geographic information systems are discussed, such as distributed Web-based GIS architecture, distributed GIS Client / Server model, and method for long geo-processing transaction. Some new concepts and new technology related to open geographic information system are also introduced.

**Key words** GIS, Web, System integration