

多层体系 GIS 与模型集成研究

任建武^{1,2}, 闫国年¹, 王 桥^{1,3}

(1. 南京师范大学 地理信息科学江苏省重点实验室, 江苏 南京 210047; 2. 南京市环境保护局, 江苏 南京 210018; 3. 国家环境保护总局信息中心, 北京 100029)

Research on the Integration of Geography Information System and Model in Multiple Tier System

REN Jian-wu^{1,2}, L Ü Guo-nian¹, WANG Qiao^{1,3}

(1. *Jiangsu Key Lab of Geoinformatics, Nanjing Normal University, Nanjing 210047, China*; 2. *Nanjing Environmental Protection Bureau, Nanjing 210018, China*; 3. *Information Center of State General Environmental Protection Bureau, Beijing 100029, China*)

Abstract: Component technique is a direction of software developing and becomes more popular in GIS (geography information system) software developing domain as well as other domains such as database management and system integration, etc. The research on GIS software integration and system structure which is based on component GIS and Web GIS in multi-tier system is now attracting the attention of experts in GIS software developing domain.

The current of GIS software structure and model integration is discussed comprehensively in the article. Moreover the article studies the key techniques of multi-tier structure and model integration in GIS project and advances the browser/ server structure model of multi-tier GIS in Web environment in addition to the model integration implementation in the same structure.

Key words: geographic information system; component GIS; Web GIS; software structure of GIS

摘 要: 在 GIS 软件开发领域, 组件技术是 GIS 软件发展的潮流。随着分布式计算技术的完善, 基于组件 GIS (ComGIS) 和 Web GIS 的多层体系 GIS 体系结构和系统集成技术的研究和开发成为 GIS 领域关注的焦点。

系统地探讨了 GIS 软件技术体系和模型集成技术的发展, 对多层体系 GIS 的关键技术以及模型集成技术作了进一步的研究, 提出 Web 环境下多层体系 GIS 的 Browser/ Server 模型, 并提出了多层体系 GIS 的模型集成技术。

关键词: 地理信息系统; 组件式 GIS; WebGIS; GIS 软件技术体系

在 GIS 应用领域, 模型系统的研究与开发是关键技术, 决策模型的应用是 GIS 走向产业化, 发挥其不可替代作用的首要条件之一。在互联网时代, 在分布式计算技术的支持下, 多层体系结构

下 GIS 的研究及开发成为 GIS 工程中的热点, 而模型系统的集成及分布式互操作更成为新时代 GIS 领域的焦点问题。本文通过多层体系结构的剖析, 提出了模型集成的方法, 并设计了一个基于

收稿日期: 2001-11-23; 修回日期: 2002-12-12

作者简介: 任建武 (1971-), 男, 甘肃武威人, 博士, 工程师, 主要从事网络 GIS 设计, GIS 建模, 资源环境信息技术的研究、开发和管理工作。

多层体系结构的 GIS 系统,在此系统中实现了模型的高效集成。

1 GIS 软件技术体系的发展

由于信息技术的快速发展和网络的普及, GIS 软件在以下几个方面取得了很大的进展:开放的 GIS 的研究, GIS 面向对象数据建模, GIS 空间数据库, GIS 组件(Component)的开发, Web GIS 的研究。

开放的 GIS 研究的目的是保证用户对于 GIS 数据获取的“透明性”,使其可以存取广泛分布在网络上的 GIS 数据,并可实现功能方面和处理单元的资源共享,而不考虑数据和处理的源地和规格。GIS 空间数据面向对象建模使无缝集成地理对象空间数据和属性数据成为可能。GIS 空间数据库管理实现了关系数据库(RDBMS)和 GIS 的结合,利用 RDBMS 存储 GIS 数据,并通过 RDBMS 存取和操纵这些数据。新的 RDBMS 也将支持新的对象-关系模型(ORACLE),从而可以更好地支持空间数据类型。GIS 组件(Component)的开发使得 GIS 社会化成为可能。标准的包装技术已经出现,从而使 GIS 应用的开发者可以利用这些元件快速地组装 GIS 应用软件。互联网(Internet)已经成为 GIS 的新的操作平台。Web GIS 的应用目前主要集中在空间数据的共享以及空间敏感性信息的查询和分析,并开始出现更为复杂的网格 GIS 应用,在 Internet 环境下实现组件的异地互操作。

2 GIS 和模型集成的方式及面临的挑战

模型是 GIS 系统的重要组成部分,随着 GIS 的发展,产生了相对独立的一些模型结构,如网络模型、地形模型、可视化模型等。但是在不同领域,面向决策支持的 GIS 系统仍然需要通过这些基本的数据模型,集成专业领域的数学模型,来完成复杂问题的辅助决策支持。传统方式下 GIS 系统和应用模型系统集成,从数据集成的角度看可分为以下几种模式。

松散集成: GIS 软件与应用分析模型之间通过数据文件转换来完成集成。这种模式中 GIS 系统和模型系统是 2 套系统,甚至界面和开发语言都不统一,只是借助于数据文件的转换来完成功能集成。

半松散集成:包括使用 GIS 提供的二次开发语言编制模型系统;利用程序设计语言直接访问 GIS 的数据开发应用模型。其解决了文件集成的缺陷,但 GIS 所提供的二次开发语言效率较低,同时直接对 GIS 软件数据结构的访问无疑增加了应用开发的难度和不安全性。

紧密集成:通过公共对象模型(COM)建立 GIS 与应用模型之间的快速通信。COM 技术可以在进程内对 COM 进行调用,可以避免频繁的文件数据转换,也避免了外部直接访问 GIS 数据结构的代价,可以通过任何符合工业标准的开发语言进行集成。

总之,无论使用上述哪种方案,传统 GIS 都很难实现与应用模型高效的、一体化的系统集成。作为数字化地球战略技术支柱的 GIS 技术正面临着信息互操作、功能互操作、软件架构的重用等问题。一个 GIS 应用项目中往往要集成 GIS 以外的多种功能,比如与遥感系统、ERP 系统、客户关系管理(CRM)系统、管理信息系统(MIS)、办公管理系统(OA)以及电子商务的结合,与 GPS 网络和无线数据通信网络系统以及移动通讯网络的结合,与 Internet 和虚拟现实(Virtual Reality,简称 VR)的结合等。在系统集成方面,传统 GIS 将会面临越来越多的困难。

3 多层体系 GIS 的结构模型

在 GIS 领域,伴随着分布式对象计算技术的成熟以及 Web 技术的发展,多层体系 GIS 的开发研究也已形成了一些比较成熟的方法。

多层体系 GIS 从结构上一般分为 4 层:形式逻辑,业务逻辑,数据逻辑,数据存储。它的客户机(浏览器)只有形式逻辑,即将过去多种应用存在的多种界面的状况,彻底统一为一种界面格式。而将业务逻辑和数据逻辑驻留在中间件上。数据存储放置于服务器(见图 1)。中间层提供了允许客户机与服务器过程以一透明形式彼此联系的基本结构。中间层主要反映和处理业务逻辑,包括将从表示层获取的信息引导给系统的数据库服务器。引导给系统做各种复杂的数据分析并监督种种自发的进程。因此,中间层并不直接承担表示层或数据层的工作,但沟通和协调着 2 层的关系,中间层主要基于 WEB 服务实现,因此多层体系结构 GIS 的 Browser/Server 模型的研究十分重要。

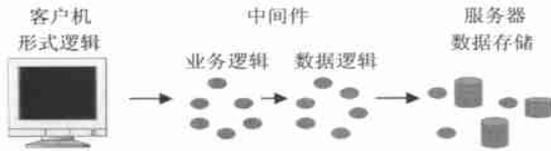


图 1 多层体系结构示意图

Fig. 1 Diagram of multi-tier model structure

3.1 分布对象计算

分布对象计算技术是构建多层体系 GIS 的核心技术。传统的纯分布处理技术和面向对象技术以及客户/服务器技术相结合形成了一种全新的分布式计算平台模型——分布对象计算。分布对象计算 (DOC) 可以看做面向对象 (Orientated Object) 技术异构分布计算平台和客户/服务器环境的扩展和应用。其中心是分布式对象 (Distributed Object), 分布式对象具有面向对象语言中对象的全部特征, 这就保证了在 DOC 环境中进行软件开发具有 OO 技术的所有优势。按照分布式对象的封装方式, 一个分布式对象就是一个组件。在分布对象系统中, 完成系统功能的一部分的一个独立的分布单元就是一个组件, 上述分布对象计算框架使得组件更具自治性和协作性。

目前, 实现分布式系统的主要技术有 3 种: OMG 的 CORBA (Common Object Request Broker Architecture)、Microsoft 的 DCOM (Distributed Component Object Model) 和 SUN 的 Java。随着微软公司的分布式互联网应用结构 (Windows Distributed Internet Application) 的全面建立, 基于 Windows 开发系统体系结构 (WOSA) 的分布式计算技术成为构建分布式 GIS 系统的重要技术。

3.2 Browser/Server 模型简介

Internet/ Intranet 体系的完善和流行使多层体系 GIS 系统必然和其密不可分。在技术体系上, 多层结构实现了软件功能组件的高效重用和分布式操作; 在交互式界面方面, Internet/ Intranet 体系提供了客户端的一致性。同时, 多层体系结构下“薄”客户可以在任何有 Web 浏览器的系统上运行, 并且可以和 Web 服务器通讯。因此, 基于 Internet/ Intranet 体系, 利用组件技术实现分布式操作成为多层 GIS 系统的主要架构方式。

Browser/Server 结构将使当前的软件结构、

开发环境和应用环境发生极大的改变, 它的通信方式如下:

1. 用户打开计算机中的浏览器;
2. 输入一个 URL, 浏览器将组成一个 HTTP 请求并把它发送到指定的 Web 服务器;
3. 服务器将主页发回, 浏览器将其显示在屏幕上;
4. 用户阅读相关信息, 可继续查找有关信息, 向浏览器发出请求;
5. 浏览器发送一个请求给相应的服务器, 将由 URL 标识的文档/文件返回屏幕;
6. 服务器收到请求后, 激活应用服务程序的特定方法, 该特定方法通过一系列的内嵌组件的属性定义、方法调用、事件激活来完成一定的功能请求, 该请求产生的文档放入响应信息中返回浏览器;
7. 浏览器收到响应, 查看头文件格式, 判断是否能直接显示, 如能即显示出来, 否则调用对应的帮助应用程序或插件程序处理;
8. 浏览器等待用户的下一条指令, 而服务器准备接受来自浏览器的下一条请求。

在 Browser/Server 模型中, 中间层或商业层是多层结构中最重要的一部分。微软提供的大多数新的服务都是针对中间层的, 微软为中间层提供的 3 种主要通用服务是组件服务 (COM+), 消息队列服务 (MSMQ), 英特网信息服务 (IIS), 这为 Browser/Server 模型的构建提供了坚实的基础。

4 模型集成的研究

在基于计算机技术的决策支持系统中所使用的模型大部分为数学模型, 对于数学模型可归结为一套反映数量关系的算法, 通过解析解或者数值解来模拟事物的演变规律。这种算法可编制成计算机程序, 其包括输入、输出格式和算法在内的完整程序就可以表示一个模型。按照面向对象的程序设计方法, 可以开发出可重用的模型组件, 利用其所提供的方法、属性、事件来完成模型的计算; 根据分布式计算技术, 我们可以开发出利用 DCOM 或 IOP 网络协议实现的功能互操作模型组件, 实现在网络环境下对模型的透明访问。模型的组件化提供了系统“无缝集成”的技术手段。在一个高度分布式互操作的 GIS 系统中, 我们可能会使用不同软件厂商的 GIS 功能组件, 使用不同部门开发的模型组件, 这些组件在共同的网络

协议的基础上集成在某一种可视化开发环境下,通过 Web 系统向用户提供专业性的信息服务和决策支持。

模型组件的设计、开发中,模型对象视图的定义非常重要,体现了模型系统的继承、封装关系;模型标准化工作也很重要,决定了模型系统的元数据的一致性和模型功能的互操作问题。

4.1 模型的标准化

在组件化模型的模型管理中,模型是作为一个对象来处理,共享同一属性集合和方法集合的一组模型构成一个模型组件。模型元数据是决策支持模型管理系统维护和使用模型所必须的技术手段,它一般应反映出模型的以下内容:模型的分类与编码;模型的应用状况;模型的使用条件及范围;模型输入/输出要求;模型方法及功能描述;模型共享与开发信息。

模型的结构化采用面向对象方法,把模型形式规范成统一的结构,并使其封装模型所需的全部属性变量和这些属性变量上的所有操作。模型系统可作为一个组件来管理;对应用系统开发者来说,模型开发与系统开发完全分离,开发前只需了解模型组件的接口规则,而不需对模型系统作任何修改。

模型组件可分成 3 个层次:对象组件,功能组件和应用组件。对象组件是一些提供系统基本服务的单元。这些单元与应用是相互隔离的,例如,安全管理组件、事件管理组件和目录管理组件等;功能组件是整个结构的核心,提供系统特定的模型功能服务,例如,一元回归分析组件、多元线性回归分析组件、最优化方法组件等;应用组件是最上层的模型组件,可能是对功能组件的封装,按照一定的条件,添加决策方法,它直接与模型应用的用户衔接,响应用户的操作请求,并为特定的应用服务。后两者的界限实际上并不是那么清楚,在不同的域里可能有不同的分类。

4.2 多层体系 GIS 与模型集成的逻辑结构

在 GIS 与模型集成的多层体系结构中,可以划分为表示层,商业逻辑层和数据访问层,这 3 层构成了一个经典的 3 层体系结构,在商业逻辑层的软件组件如果不是分布在同一台服务器上而是分布在其他服务器上,则构成了多层体系结构。分布式计算技术的发展为多层体系结构的成熟奠定了基础。由于有多个客户同时访问商业层,多

线程也是一个问题,这就需要对分布式事务进行管理。如果必须要在应用层处理以上讨论的问题,实现 3 层应用就非常困难,多层体系下的应用开发就比较困难,随着分布式处理技术的商业化,出现了分布式处理体系结构,这就使多层体系下的 GIS 和模型集成有了进一步的发展,使得开发者可以集中精力去处理模型商业逻辑和 GIS 功能请求而不必太多考虑应用服务器网络协议方面的开发,同时也保证了系统的稳定性。

在模型和 GIS 集成的多层体系中,表示层可以分为“厚”客户和“薄”客户。“厚”客户可以访问客户端计算机全部 Windows API 资源,构造“厚”客户的传统方法是借助于高级的可视化语言,或者基于具有开发环境的 OFFICE 产品。“薄”客户是指运行于浏览器上的扩展了的超文本页面,借助于 ActiveX 控件,JavaApplets 等可增强 Web 交互功能。

商业逻辑层(图 2)借助于英特网信息服务器(Internet Information Server),微软事务服务器和 COM⁺以及微软消息队列来构建模型组件,实现可分布式处理的模型体系;由于 GIS 服务器是英特网信息服务器的扩展,它的响应逻辑大多通过 ISAPI(英特网服务应用响应接口)来调用 Windows API 或者利用 COM 组件,因此可以在应用服务器端通过 COM 技术紧密集成 GIS 和模型系统,实现复杂的商业逻辑。在应用服务器端通过 ASP(Active Server Page)实现和脚本命令混合。由于客户端的脚本语言 VBScript,JavaScript 也可用于服务端,因此编写 ASP 页效率比较高,是一个优秀的商业逻辑开发环境。

数据访问层实现对于数据的透明访问,我们无须知道数据库的物理存放位置。微软数据访问技术 OLE DB 是一个非常灵活的低层 COM 接口。OLE DB 是目前最快的面向对象的数据接口。众多的数据库厂商都提供了对它的支持。微软通过 ADO(ActiveX 数据对象)这一统一数据访问技术(UDA)来访问任何数据。当然,对于存储在关系数据库中的空间数据需要通过空间数据引擎访问,利用 GIS 组件实现空间数据的空间分析。随着商业化数据库对空间图形数据的支持以及 SQL 的空间集扩展,未来利用统一的数据接口访问数据为期不远。

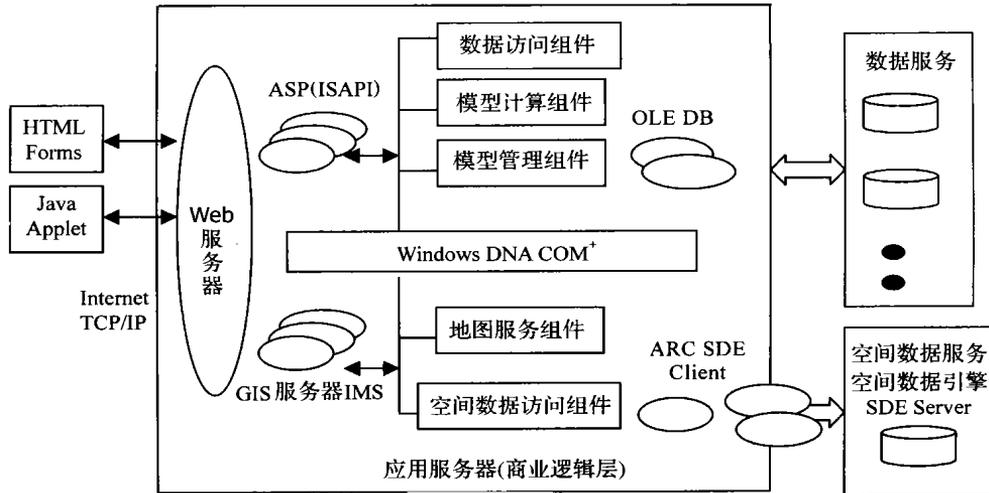


图 2 多层体系 GIS 与模型集成的逻辑结构

Fig. 2 Integration structure of GIS and model based on multi-tier system

5 结束语

组件化 (Componentization) 是 GIS 适应计算机发展的又一大转变,应用最新的分布式技术,这些组件之间可以跨网络和跨操作系统进行互操作。但是我们也要看到,由于分布式处理技术的不同及商业化战略,使得分布式技术的发展呈现出复杂化的态势,特别是在 Internet 环境下由于不同的操作系统及浏览器,造成了分布式技术支持性的复杂性,因此,对于模型和 GIS 的集成系统我们要根据系统的目标运行环境来确定分布式计算体系及集成方案,本文提出的集成方案适用于微软 DNA 体系,是一种基于 DCOM 的企业化解决方案,其部分成果已在分布式南京市环境决策支持系统等系统的开发中得到应用。

参考文献:

[1] MICROSOFT. Distributed Component Object Model

Protocol[M]. WA: Microsoft Corp, 1996.

- [2] WANG Qiao, WU Ji-tao. Application Model and It's Management Research of GIS[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 1997, 26(3): 280-283. (in Chinese)
- [3] ESRI. MapObjects Internet Map Server[M]. CA: ESRI Corp, 2000.
- [4] GAO Li, REN Jian-wu. Development of the Distributed UGIS Application Software in Internet/ Intranet Environment [J]. Bulletin of Surveying and Mapping, 2000, (4): 24-26. (in Chinese)
- [5] MUHANNA W A. An Object-oriented Framework for Model Management and DSS Development [J]. Decision Support Systems, 1993, (9): 21-24. (in Chinese)
- [6] ZEILER M. Modeling Our World [M]. CA: ESRI Inc, 2000.
- [7] WANG Qiao, WU Ji-tao. Research on the Problem of Model Standardization in Spatial Decision-making Supporting System [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 1999, 28(2): 128-130. (in Chinese)