

基于三级客户机/服务器模式的 GIS 软件平台设计与实现

熊汉江¹ 龚健雅¹

(1 武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室, 武汉市珞喻路 129 号, 430079)

摘要: Internet/ Intranet 的快速发展、数据仓库技术的应用, 使得 GIS 空间数据管理与应用呈现多用户、分布式和网络化的特点。面对这一发展趋势, 传统 GIS 软件平台普遍采取的单机或二级客户机/服务器模式存在难以克服的缺陷, 开发基于三级客户机/服务器模式的 GIS 软件平台成为当前研究的重要课题。本文详细介绍了基于三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台的基本设计思路和体系结构, 并且在此基础上, 运用 socket 技术构造中间件, 建立了一个试验性平台——VirtualWorld, 同时介绍了在此体系上解决 GIS 互操作方案, 最后对试验进行了简单分析。

关键词: 地理信息系统; 客户/服务器体系; 空间数据库
中图法分类号: P208; TP311.52

早期的 GIS 软件平台一般都是采用单机模式, 这种 GIS 软件平台一般都是以文件系统型或者文件+关系数据库型来组织数据。文件系统型指图形数据和属性数据都采用文件组织方式, 而将属性数据存储于关系数据库当中, 同时图形数据用文件管理的组织方式, 称为文件+关系数据库型。其特点是开发周期短, 数据存取效率高, 但数据安全性、完整性和互操作性差。随着计算机技术和网络技术的迅速发展, 尤其是 Internet/ Intranet 的高速发展, 促使计算机系统由集中式向分布式过渡, 人们希望能够通过网络来获得自己需要的各方面信息(如城市交通、旅游景点、城市规划、房地产等), 同时关系数据库技术的发展使得空间数据能够在改进后的商用关系数据库(如 DB2, Oracle, Informix 等)中存储, 因此, 二级客户机/服务器模式以其自身独特的优势在 GIS 软件平台的构建中得到了广泛的应用。采用二级客户机/服务器模式的 GIS 软件平台一般具有 GIS 的基本功能(如数据编辑、地图制图、空间分析等)。另外, 通过数据库接口直接与关系数据库系统交互存取数据图形和属性数据, 关系数据库系统一般起数据存储作用。这种模式利用了关系数据库

系统的优点, 部分克服了单机模式下数据安全性差等缺点, 同时能在一定程度上实现数据网络共享, 但是二级客户机/服务器模式还是存在着很大的缺点^[1]。随着 GIS 应用系统的大型化以及用户对系统性能要求的不断提高, 这些缺陷和不足限制了 GIS 应用的发展, 三级客户机/服务器模式^[2]以其独特的优势^[1], 逐步得到应用^[3], 构建基于三级客户机/服务器体系的 GIS 软件平台能够满足当前 GIS 应用的需求, 克服现有的 GIS 瓶颈。

当前数据库技术正在发生很大的变化, 在传统数据库基础上发展起来的数据仓库(data warehouse)技术方兴未艾。相对于传统的数据库侧重于数据的操作处理而言, 数据仓库技术侧重于数据的分析处理^[4]。同时还有其他的相关技术, 旨在帮助用户提取数据, 取得很好的应用效果, 这些技术与 Internet 数据库的联通性一起将使数据库的应用和维护产生巨大的变化。在 GIS 领域, 海量空间数据的组织、提取与分析一直是一个难以解决的问题。将数据仓库技术引入到空间数据的处理领域, 为空间数据的高效率管理与应用提供了新的思路。建立三级客户机/服务器体系的

GIS 软件平台, 能够将数据管理的工作交给服务器而在事务处理中增加数据挖掘和知识发现功能, 更好地满足空间数据仓库建立与发展的要求, 给 GIS 空间数据库的发展带来新的生机。

1 基于三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台事务逻辑划分

基于三级客户机/服务器模式的 GIS 软件平台采用的空间数据模型和数据组织方式类似于二级客户机/服务器模式 GIS 软件平台, 其设计与实现的关键在于如何构造良好的 GIS 软件体系和功能模块划分, 尤其是中间件部分。

依照三级客户机/服务器模式的基本划分, 采用这种模式的 GIS 软件平台在逻辑上相应地分为用户界面、GIS 事务处理和 GIS 空间数据存储服务 3 部分。与其他采用三层体系模式的信息系统相比, 比较特殊的是第三部分。一般来说, 三级客户机/服务器模式中数据存储是由数据库管理系统来完成的, 但是由于目前已经通过各种各样的手段如卫星遥感、实地测量、地图数字化等建立了一批空间数据库, 并且还在运行当中, 这些数据是宝贵的, 但存在着将其改造的困难, 如可能影响正在运行的 GIS 系统等。尽管 GIS 互操作性在逐渐得到重视, 但是能够利用的手段仍然有限, 需要在不改变原来 GIS 数据格式和存储的情况下, 通过一个数据存取事务来完成对已存在的、不同存储方式的空间数据库数据存取工作。因此, 在 GIS 空间数据存储服务部分划分为 GIS 数据存取和 GIS 空间数据库管理两个部分。图 1 描述了该模式下 GIS 软件平台的三级功能划分。



图 1 三级客户机/服务器模式的 GIS 平台事务逻辑划分

Fig. 1 The Work Flow of the Three tiered GIS Platform

GIS 数据的一个特点就是来源多、数据量大、数据类型多(有矢量数据、栅格数据、多媒体数据等)。如此大量而复杂的数据往往分别存放在不同的服务器上, 因此, GIS 系统中往往存在多个数据服务器, 带来的网络负荷很大。为了不造成胖

客户, 同时减少数据服务器的负担, 一般的数据处理中间件实现由专门的功能服务器完成。图 2 描述了基于这种平台的 GIS 系统网络体系。

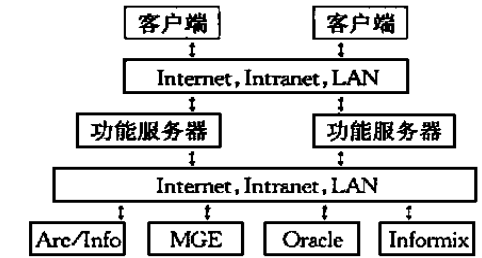


图 2 三级客户机/服务器模式 GIS 平台支持的 GIS 系统网络结构

Fig. 2 The Architecture of Network of the Three-tiered GIS Platform

2 基于三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台的模块划分与功能设计

按照客户端、功能服务器和数据服务器三级, 三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台的模块划分如图 3 所示。

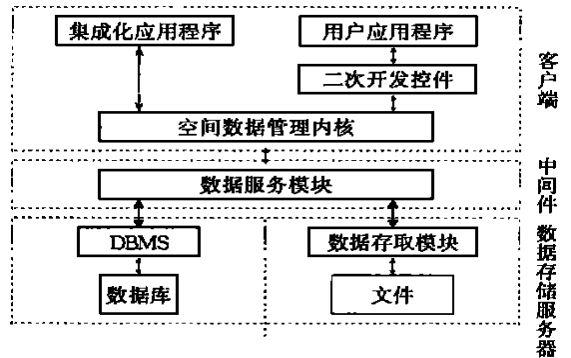


图 3 模块设计图

Fig. 3 The Architecture of the Three-tiered GIS Platform

2.1 数据服务器

数据服务器提供空间数据库存取管理功能, 同时负责与功能服务器进行数据交互, 一般情况下采用扩充的关系数据库系统如 Oracle 8.1.6 来管理空间数据, 同时考虑到 GIS 数据兼容与互操作的问题, 有必要提供对传统的文件管理的支持, 因此在数据服务器端存在两种模块的组合。

1) 直接利用数据库管理系统开发接口来存取空间数据。位于功能服务器上的数据服务模块直接与数据库管理系统进行数据通讯, 存取存储在关系数据库中的空间数据。

2) 数据存取模块与数据文件。在目前的

GIS 系统中, 存在大量的不同数据格式的空间数据, 这些数据基本上都是以数据文件的形式存放在文件系统下。为了使位于功能服务器上的数据服务模块能够透明地存取不同格式的空间数据, 需要针对特定的数据格式开发相应的数据存取模块, 在数据服务模块和数据存取模块之间有透明的空间数据存取协议。通过数据存取模块, 数据服务模块可以自由存取各种各样的空间数据文件。

2.2 功能服务器(中间件)

功能服务模块是整个三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台的核心, 它的主要功能有:

- 响应客户端的数据请求, 提供客户端所要求的空间数据, 如某一个范围的所有空间数据; 某一个层的所有数据等。
- 与数据服务器进行数据交互, 通过与数据存取模块或 DBMS 获得、修改、增加空间数据。
- 进行复杂的数学运算和事务处理, 如空间查询、空间分析等。
- 用户的身份验证和权限控制。
- 数据缓冲处理与并发控制, 包括对需要动态了解数据变化的用户提供适时的空间数据变化监测信息等。

2.3 客户端

客户端分 3 个模块: 空间数据管理内核、集成化应用程序和二次开发模块。

1) 空间数据管理内核是整个客户端所有模块的基础, 主要实现以下功能:

- 从数据服务模块获得客户端用户所需要的空间数据;
- 发送数据给数据服务模块透明地修改空间数据库;
- 与数据服务模块通讯进行数据处理, 如空间查询、属性查询、空间分析等;
- 负责空间数据的本地管理, 为上层应用程序服务;
- 响应上层应用程序的请求, 进行相应的数据处理操作。

2) 集成化应用程序是在空间数据管理内核上开发的终端应用程序, 直接面向用户完成特定的系统功能, 如地图数字化、图形数据与编辑等, 主要是软件平台提供给用户的一些便利工具。

3) 二次开发模块是提供给用户进行专业系统开发的基础模块, 它建立在空间数据管理内核基础上, 目前采用较多的是 ActiveX 控件技术, 当然也可以是动态连接库和 API 函数。借助二次

开发模块, 用户可以透明地利用高效率的空间数据机制, 快速高效地开发满足自己需要的 GIS 专业系统。

3 基于三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台实现

采用上述设计思路, 笔者在 Windows NT4.0 平台上采用 VC++6.0 开发了一个基于三级客户机/服务器模式 GIS 软件平台 VirtualWorld。它采用了 GeoStar 的空间数据模型, 并且将 GeoStar 的空间数据组织与管理方式应用于客户端的本地数据管理^[5]。

3.1 VirtualWorld 的实现途径与方法

1) VirtualWorld 数据服务器端

VirtualWorld 在数据服务器端实现了两种方式: ①利用 Oracle 8.1.6 来管理空间数据, 通过数据服务中间件 VirtualWorldServer, 利用 Oracle 提供的开发函数和 DBMS 进行数据交互; ②针对 GeoStar 空间数据文件, 开发了一个数据存取服务程序——VirtualDataServer, 它是一个 Windows NT 服务程序, 主要有以下功能:

- 根据 VirtualWorldServer 的请求传递符合要求的数据, 如一定范围或者一定特征的数据;
- 接收 VirtualWorldServer 传递的修改数据;
- 提供 GeoStar 专用文件格式的数据编辑和管理。

2) VirtualWorld 功能服务器端

VirtualWorld 功能服务器端运行一个 Windows NT 后台服务程序——VirtualWorldServer, 它采用套接字(socket)技术、TCP/IP 协议来实现客户端和数据服务器之间的通讯。一般来说, 数据通讯的方式很多, 如命名管道、套接字(socket)等。为了加强软件的跨平台性, 使软件平台能够在 Intranet/Internet 上运作, 数据服务中间件可以采用 socket 来实现客户机与功能服务器、功能服务器与数据服务器之间的数据通讯。采用 socket 技术同时也能够让用户利用 Java 与数据服务中间件开发 web 应用, 实现不同存储方式的空间数据库在网络上的发布。目前其主要功能包括:

- 根据客户端提供的查询信息和要求, 提供在网上存储的符合查询条件的空间数据描述信息给客户端, 使用户能够快速定位自己需要的数据服务器信息。
- 根据客户端的数据请求, 为客户端提供在

网络上存储的基于范围、地物分类等不同要求的空间数据。

° 向运行在同一组空间数据上的不同用户提供相应的修改信息和数据,满足用户的实时性要求。

° 提供多用户的安全验证和多用户并发机制。

3) VirtualWorld 客户端

VirtualWorld 的客户端分为 VirtualBase 动态连接库、集成化应用程序 VirtualWorld 和 ActiveX 控件 3 大部分。集成化应用程序 VirtualWorld 是一个简单的 GIS 平台,实现一些基本的 GIS 功能如显示、查询等;二次开发模块则是以 ActiveX 控件方式向用户提供强大的 GIS 应用程序开发能力,让用户开发自己的专用系统。这两个模块都运行在一个相同的空间数据管理内核——VirtualBase 动态连接库上,VirtualBase 动态连接库运用面向对象技术,一方面负责提供空间数据本地组织与管理功能,另外还负责与 VirtualWorld-Server 之间的数据存取。

3.2 运行结果与分析

下面是以 Oracle 8.1.6 版本为数据库管理系统,基于 VirtualWorld 控件的三维地形浏览器运行结果,如图 4 所示,它利用数据服务端 VirtualWorldServer 进行 DEM 数据的压缩/解压运算,

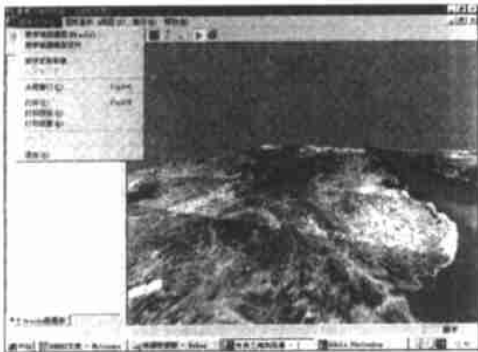


图 4 基于 VirtualWorld 控件的三维地形浏览器

Fig. 4 The 3D Terrain Explorer Based on the VirtualWorld ActiveX Control

迅速将数据库中的数字地面模型(DEM)和数字正射影像数据(DOM),按照应用需求优化传输到客户端进行可视化应用。

4 结论分析与建议

试验表明,三级客户机/服务器模式使得客户端应用程序非常简化,同时数据存储服务器端的负担被数据服务器分担而减轻,尤其是在大数据量、多用户的条件下,应用程序是通过数据服务端来获取数据存储端的数据,分担了服务器的负担,而由多数据服务端和多数据服务器组成的网络数据管理系统能够更好地满足 GIS 大数据量、多用户、应用复杂的要求。当然,三级客户机/服务器模式使整个 GIS 系统更复杂,维护难度加大,开发周期长,尤其是应用程序和数据服务端的 GIS 数据通讯协议,数据服务端和数据存储端如何实现透明存取各种 GIS 格式数据都是需要进一步研究的课题。

我国近年来先后建立了 1:100 万、1:25 万等国家级大型空间数据库,如此众多的大型空间数据库为我国信息社会的发展奠定了良好的空间信息基础,但如何安全有效地管理、利用这些数据成为目前亟需解决的问题。建立三级客户机/服务器模式的 GIS 平台有利于利用原有的各类空间数据,实现数据库之间的互操作,便于空间数据库的管理和网络发布与应用,更好地为国民经济服务。

参 考 文 献

- 1 张学福,冷伏海.三级客户机/服务器模式与我国市场信息网络资源中心库系统建设.情报学报,2000,19(1):18~23
- 2 钟虎林.新一代客户机/服务器体系结构.计算机系统应用,1998(1):6~8
- 3 鞠英杰,张学福.客户机/服务器模式与我国学科信息网络资源中心库系统建设.情报学报,1997,16(2):139~143
- 4 Inmon W H.数据仓库.王志海,王琨,王继奎,等译.北京:机械工业出版社,2000
- 5 朱欣焰,龚健雅,黄俊韬,等. GeoStar 空间数据组织与管理.武汉测绘科技大学学报,2000,25(2):122~125

作者简介:熊汉江,博士生。现主要从事 GIS 空间数据管理的研究。

E-mail: xhj@regis.wtustm.edu.cn

Design and Implementation of GIS Platform Based on the Three-tiered Client/Server Pattern

XIONG Hanjiang¹ GONG Jianya¹

(1 National Laboratory for Information Engineering in Surveying, Mapping and Remote Sensing, Wuhan University, 129 Luoyu Road, Wuhan, China 430079)

Abstract: The central or two-tiered Client/Server pattern have been adopted more commonly by most of traditional GIS platform. But now, accelerated by the development of Internet/Intranet, the spatial data management and application of GIS is tending to multi-user and network distribution. The spatial data can be efficiently Stored by the improved relational DBMS such as Oracle, DB2. It is possible for us to develop the large and distributed GIS application, but the inefficiency and worse security of traditional patterns restrict this development. Compared to those patterns, the three-tiered Client/Server pattern has more advantage, and fits the trendcy of spatial data management. It can solve the problem of efficiency and security well. Above all it fits the demand of sptatial data warehouse, which will be built with the data warehouse technique and used to store and manange multiscale and spatial-temporal data in the future.

In this paper, the design of this new kind of GIS platform, which is based on the the three-tiered Client/Server pattern, is introduced. This GIS platform consists of three components: the Client, the Server and the middleware. The Client has three components: the spatial data management module, the integrated GIS application and the ActiveX control. The spatial data management module is the base of client software, and includes the local issue of spatial data and communication with the middleware. The integrated GIS application, which is developed on the spatial management module directly, is GIS professional softw are like Editor. The ActiveX control is used to build a professional system by the developer. The middlew are is a service to process the spatial data such as spatial analysis, data compression/decompression. It also provides the Client valid spatial data, which can reduce the burden of the network, and pass some command and new data from the client to the Server. The Server may be a improved relational DBMS which can store the spatial data efficiently, or a service to read and edit the spatial data file, which is stored with special format such as DXF format, Arc/Info shape file etc.

The paper also shows a sample of this kind of platform, VirtualWorld software, and a application built with the VirtualWorld ActiveX control — the terrain explorer. In the application, the DEM data and the digital photogrammetric image are stored in the Oracle 8.1.6, which is installed on the Server. The three parts communicate the information with the socket.

Finally, a conclusion is made that the GIS platform based on the three-tiered pattern can optimize the structure of network, reduce the burden of the Server and Client, improve the efficiency of GIS system. Also, some problems are pointed out.

Key words: GIS; Client/Server; spatial database