

三层 C/S 架构在城市地质环境信息系统中的应用 ——以浙江省义乌市城市地质环境信息系统为例

茅晶晶¹, 陈锁忠¹, 张达政², 孙亚琴¹

(1 南京师范大学 虚拟地理环境教育部重点实验室, 江苏 南京 210097; 2 浙江省地质环境监测总站, 浙江 杭州 310000)

[摘要] 从体系结构的角度, 分析了传统 C/S 结构、B/S 结构和三层 C/S 结构的特点及优缺点, 进一步阐述了利用三层 C/S 结构进行城市地质信息系统开发的必要性和优越性。详细介绍了三层 C/S 结构的 3 个层次: 数据层、业务逻辑层和用户界面层及其各自不同的职责和通讯机制, 并以义乌市城市地质环境信息系统为例介绍了三层 C/S 结构与面向对象技术、组件式技术相结合共同构建城市地质环境信息系统的实现方法。从分析、建模、设计、编码等不同角度证明了三层 C/S 结构应用于地质环境信息系统的可行性。

[关键词] 三层体系, 地质环境, GIS, 面向对象

[中图分类号] TP79 [文献标识码] B [文章编号] 1672-1292(2007)02-0076-06

Study on Three-Tiered C/S Structure Application in City-Geology Environment Information System

—— Taking Yiwu City-Geology Information Environment System for Example

Mao Jingjing¹, Chen Suozhong¹, Zhang Dazheng², Sun Yaqin¹

(1 Key Laboratory of Virtual Geographic Environment of Ministry of Education, Nanjing Normal University, Nanjing 210097, China

2 Zhejiang Chief Station of Geology Environment Monitor, Hangzhou 310000, China)

Abstract This paper discusses the character, strongpoint and shortcoming of traditional C/S structure, B/S structure and three-tiered C/S structure, and describes the essential and the advantage of using three-tiered C/S structure in City-Geology Information System. In the paper, the three layers of three-tiered C/S structure is introduced, including Data Access Layer, Business Layer and User Interface Layer, and each layer's responsibility and the communication theory is listed too. Yiwu City-Geology Information Environment System is taken for example and the implementing method combining three-tiered C/S structure, object-oriented technology with component technology is shown. From different views of analysis, modeling, design and coding prove the feasibility of three-tiered C/S structure application in City-Geology Environment Information System.

Key words three-tiered structure, geology environment, GIS, object-oriented

0 引言

随着社会经济的发展, 人类工程活动对地质环境的破坏日益严重, 出现了地下水资源枯竭、地面沉降、矿山环境恶化、地质遗迹遭到破坏等地质环境问题。受自然因素的影响, 滑坡、崩塌、地面塌陷和地裂缝等地质灾害也频繁发生。地质环境问题的加剧, 严重影响了人民群众生命财产的安全, 成为社会经济可持续发展的障碍, 已经引起了各级政府的高度重视。但是, 传统的地质环境管理方法存在着数据资料的管理混乱、信息化程度低、数据共享性差、安全得不到保障等多方面的不足, 难以适应当前对地质环境科学高效管理的迫切需求。提高地质环境的管理水平, 建立基于 GIS 技术的地质环境信息系统已是当务之急, 是今后

收稿日期: 2006-09-28

基金项目: 国家自然科学基金 (47001101) 资助项目。

作者简介: 茅晶晶 (1982-), 女, 硕士研究生, 主要从事城市地质环境信息系统与科学计算可视化的学习与研究。E-mail: mjj0814@163.com

通讯联系人: 陈锁忠 (1964-), 教授, 博士, 主要从事城市地质环境信息系统与科学计算可视化的教学与研究。

E-mail: szdhen@mail.njnu.edu.cn

地质环境工作的一个重要发展方向,也是建设数字国土的一项重要内容。在地质环境信息系统建设方面,国内外已对此进行了研究,比如陈辉依据国内外相关信息化发展的趋势,结合国内地质环境工作的实际情况,提出了未来几年地质环境信息化建设的发展思路和总体战略构想^[1];武健强等在 ArcInfo 上定制开发基于两层 C/S 结构的“苏锡常地区地质环境信息系统”^[2];戴福初等在 GIS 支持下对地质环境进行了评价^[3]。

GIS 是集空间信息和属性信息管理于一体的技术,空间信息具有关系复杂、非结构化、数据量大、随时间变化以及多源异构等特点^[4]。同时随着网络技术和分布式计算技术的发展,使得信息系统的应用从桌面转向企业级。企业级应用具有用户数多、数据量大、业务多变、对可扩展性和安全性要求较高等特点,使得系统体系结构的设计成为系统成败的关键^[5]。目前, GIS 在 Web 上的应用还受到很多条件的制约,很多 GIS 功能无法在 Web 上实现,因此本次系统建设的研究采用了三层 C/S 体系结构,并阐述了基于三层 C/S 体系结构的地质环境信息系统的优点和必要性。

1 几种体系结构的比较

1.1 传统的 C/S 结构

在传统的 C/S 结构的应用体系中,客户端与数据库完全分开,在客户端上运行了大部分服务,如数据访问规则、业务规则、合法性校验等。每一个客户端都存在数据引擎,并且每个客户端与数据库服务器建立独立的数据库连接。基于该种体系结构的数据库应用系统的优势有:开发周期较短,能够适应大部分中小型数据库应用系统的要求^[6]。但是,随着数据库应用的日渐发展、数据容量的不断增加(特别是空间数据的增加)、客户端数量的不断增加,该种体系结构显示出了诸多缺陷,主要体现在以下几个方面:

(1) 可扩充性:对于数据库服务器端,每当建立一个数据连接,就会占用大量的系统资源,当数据连接达到一定数量时,数据库服务器的响应速度与处理速度将大打折扣。

(2) 可维护性:基于传统 C/S 结构的数据库应用系统,业务规则通常置于客户端应用程序中。如果业务规则发生变化,就必须修改客户端应用程序,并且每个客户端将进行相应的升级工作。

(3) 可重用性:采用传统 C/S 的设计模式时,数据库访问、业务规则等都固化在客户端应用程序中。如果客户另外提出了 B/S 的应用需求,则需要在 Web 服务器中重新进行数据库访问、业务规则、合法性校验等编码,而所做的工作与客户端应用程序中的功能完全重复,因而加大了工作量。

1.2 B/S 结构

B/S 结构对用户的技术要求比较低,对客户端的配置要求也较低,而且界面丰富、客户端维护量小、程序分发简单、更新维护方便。它容易进行跨平台布置,容易在局域网与广域网之间进行协调,尤其适宜信息发布类应用^[7]。但是,B/S 结构在客户端对大容量数据进行深层次分析、汇总、批量输入输出、批量更改的工作中出现困难,尤其难以实现图形图像等复杂应用,对于需要与本地资源进行交互性的操作上极不方便。而 GIS 中的空间数据量非常庞大,因而 B/S 结构很难适用于基于 GIS 的办公、空间决策、数据管理等系统。目前在 B/S 结构下,只能实现一些 GIS 的基本操作功能,很难实现一些复杂的 GIS 功能,比如空间分析、数据编辑等等。

1.3 三层 C/S 结构

所谓三层结构,是在客户端与数据库之间加入了一个“中间层”,即组件层。三层结构的应用程序将业务规则、数据访问、合法性校验等工作放到了中间层进行处理。通常情况下,客户端不直接与数据库进行交互,而是通过 COM /DCOM 通讯与中间层建立连接,再经由中间层与数据库进行交互^[8]。这样的好处显而易见:

(1) 由于数据访问是通过中间层进行的,因此客户端不再与数据库直接建立数据连接。也就是说,建立在数据库服务器上的连接数量将大大减少。同时,中间层与数据库服务器之间的数据连接通过“连接池”进行连接数量的控制,动态分配与释放数据连接,因此数据连接的数量将远远小于客户端数量。

(2) 可维护性得以提高。因为业务规则、合法性校验存在于中间层,因此当业务规则发生改变时,只需更改中间层服务器上的某个组件(如某个 DLL 文件),而客户端应用程序不需做任何处理,有些时候,甚至不必修改中间层组件,只需要修改数据库中的某个存储过程就可以了。

(3) 良好的可重用性. 同样, 如果需要开发 B/S 应用, 则不必要重新进行数据访问、业务规则等的开发, 可以直接在 Web 服务器端调用现有的中间层.

(4) 事务处理更加灵活. 可以在数据库端、组件层、COM+ 管理器中进行事务处理.

由于城市地质环境信息系统要管理大量的空间数据, 进行空间分析、图形处理和基于 GIS 的建模, B/S 结构和传统的 C/S 结构不能满足以上的需求, 所以采用了“三层 C/S 体系结构”来实现义乌市城市地质环境信息系统, 并在实际应用过程中得到了比较好的效果.

2 三层 C/S 架构的城市地质环境信息系统设计与实现

2.1 系统建设的目标

系统首先依据现有的行业规范和国家标准, 对数据进行分类、编码, 实现地质资料 (如地图、图像、文档、数据表格) 的数字化存储, 再利用 GIS 技术实现对区内地质环境信息的管理. 在此基础上实现地质环境分析、评价、预测、灾害损失估算等功能, 为当地的地质环境保护、社会的可持续发展服务. 下面以义乌市城市地质环境信息系统为例, 介绍系统三层体系结构的实现. 义乌市城市地质环境信息系统采用组件式 GIS 软件 ArcObject Visual Studio .NET 开发环境, 数据库采用 Oracle9i 为基础进行开发.

2.2 数据组织

城市地质环境数据库包括空间数据库和属性数据库. 空间数据库建设按地物特征采用点、线、面 3 种要素进行存储, 具体由 5 个专题库组成:

(1) 基础地形数据库: 主要包括基础地形图中包括行政区、居民地、交通、水系、地貌、辅助要素、地理格网等图素.

(2) 基础地质数据库: 主要包括区域地质图、构造纲要图、剖面图、基岩分布图、地层综合柱状图等.

(3) 第四系地质数据库: 主要包括地貌类型图、沉积相分区图、剖面图、地层综合柱状图等.

(4) 地下水数据库: 主要包括第 I II III 承压含水层综合水文地质图、观测井分布图、地下水类型图、环境水文地质分区图、地下水富水区段分布图等.

(5) 地质环境数据库: 主要包括地质灾害分布图、区域地质环境系统稳定性分区图、GPS 控制点图等.

考虑到义乌地区地质环境资料不仅数据量大、种类繁多, 而且有些数据是动态的 (如地下水监测数据), 为了保持系统平衡和维护方便, 系统中的属性数据可分为内部属性和外部属性分别进行存储和管理. 内部属性数据也就是 GIS 自身所管理的属性数据, 它和空间数据用公共码进行链接, 从而实现数据的一致性, 有利于数据的更新和维护. 外部属性多为历史积累的业务数据、文档、图片等数据. 这种类型的数据具有数据量庞大、使用频率较低、更新频率高的特点, 采用关系型数据库进行维护. 因此系统建设中采取的策略是利用关系型数据库管理系统进行管理维护, 但为了满足 GIS 的查询和分析需要, 把它们和地理实体进行惟一标识码 (UID) 连接, 从而实现在系统中的调用.

2.3 系统架构

为了提高系统灵活性, 满足用户业务不断变化的需求, 并能够对系统进行灵活的功能增加或删除, 采用组件式软件开发方法, 在业务上将系统划分为水文地质、工程地质、地质灾害和地质环境四大模块; 在系统内部功能实现上将系统划分为相对独立的功能组件, 相互之间基于接口进行通信.

系统的整体架构为 C/S 结构, 共分 3 个层次, 即数据层、业务逻辑层、用户界面层, 分别负责实现数据访问、业务逻辑、用户交互等功能. 义乌市城市地质环境信息系统的系统架构如图 1 所示.

2.3.1 数据层

城市地质环境信息系统中不仅包含属性数据, 而且还包含大量的空间数据. 数据层的作用是封装使对象持久化的行为, 或者说从 (或者向) 永久存储中读取、写入、删除对象. 数据层使得业务逻辑层对具体数据库的依赖降低, 提高数据库访问的透明性及系统的灵活性. 本系统中数据层的属性数据管理的解决方案为 ADO.NET; 在空间数据管理中, 采用 ESR I 公司的 ArcSDE.

ArcSDE 支持 3 种形式的数据访问方式: 嵌入式的 ArcObjects 组件库; ArcSDE 客户端 API 直接数据库连接. ArcSDE 客户端 API 访问接口不是以面向对象的形式提供, 这与地质环境管理信息系统采用面向对象的编程模式相冲突. 利用直接数据库连接的方式虽然有较高的数据库访问性能, 但难以直接处理空间数

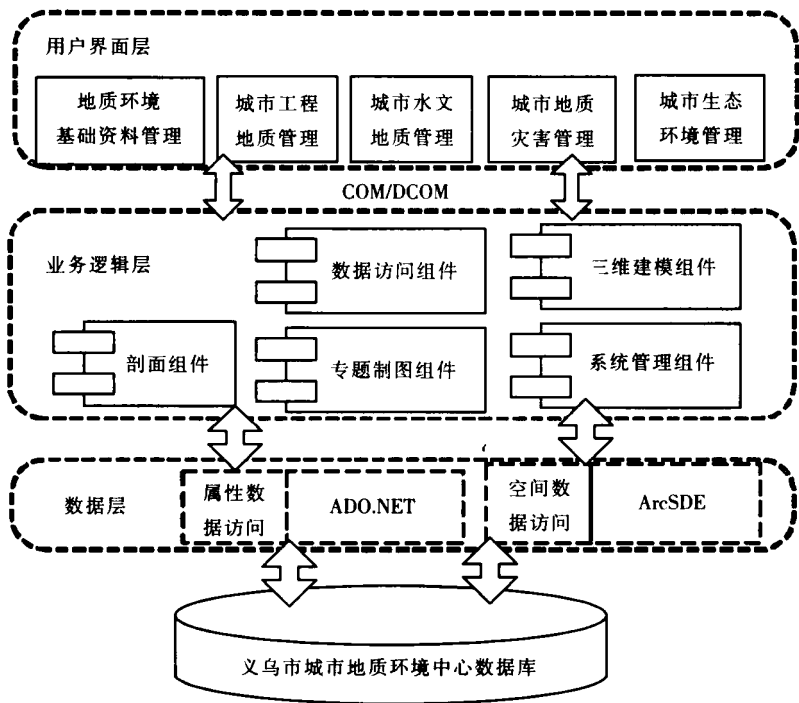


图 1 义乌市城市地质环境信息系统的系统架构图

Fig.1 The framework picture of Yiwu city geology environment information system

据. 综合考虑以上因素, 在义乌市城市地质环境信息系统中采用嵌入式的 GIS 组件库开发的方式, 这样能够充分发挥 ArcSDE 的功能, 而且以面向对象的接口提供访问界面.

2 3 2 业务逻辑层

业务逻辑层是应用系统的核心部分, 负责整个系统中业务逻辑的实现. 该层负责处理用户输入的信息, 根据输入信息实现对数据库的操作, 并将操作的结果反馈给用户.

本系统的业务逻辑层主要由数据访问、三维建模、模型库和系统管理等几个功能模块组成. 在业务逻辑组件中, 加入了大量的业务规则, 如钻孔、开采井、地质灾害点等的统一编号必须为 10 位数字等.

为了区分逻辑与数据本身, 本文提出了两种不同的组件类型:

(1) 数据访问逻辑组件: 数据访问逻辑组件从数据库中检索数据并把实体数据保存回数据库中. 数据访问逻辑组件还包含实现数据相关操作所需的所有业务逻辑.

(2) 业务实体组件: 用来表示钻孔、地质灾害点等地质环境中的业务实体. 在应用程序中表示这种业务实体的方法很多, 例如 XML、DataSet 面向对象的自定义类等, 采用何种方式取决于应用程序的物理和逻辑设计限制. 本系统用 XML 来表示业务实体, 以下示例显示了如何将一个泥石流点用 XML 表示:

```
<? xml version= "1.0"? >
< Disaster xmlns= "urban Geologic Environment">
  < DisasterId> 33078204001 < /DisasterId>
  < DisasterName> 马交塘泥石流 < /DisasterName>
  < DisasterGrade> 中等 < /DisasterGrade>
  < Development> 发展期 < /Development>
  ...
< /Disaster>
```

2 3 3 用户界面层

在业务逻辑层的 COM 组件编写完成并通过测试后, 接下来的工作就是进行界面的编写了. 采用基于三层体系结构的设计模式, 界面程序员可以不懂数据库编程, 只需引入相应的 COM 组件, 然后就可以按照自己的意图来设计界面, 图 2 所示为义乌市城市地质环境信息系统的用户界面.

2.4 功能模块设计

在系统的功能设计上充分利用 ArcGIS 已有的功能, 结合地质环境的专业需求进行扩展, 图 3 所示为义乌市城市地质环境信息系统功能结构图.

2.4.1 水文地质子系统

义乌市现已积累了大量的水文地质勘察资料. 该子系统的主要功能有: 通过对各类水文地质、地下水动态及开采井和开采量等基础信息的收集处理, 建立相应的数据库系统, 可实现基于 GIS 的资料查询、各类系统分析、自动生成图表等功能; 基于模板的钻孔卡片和剖面的自动生成功能; 地下水动态曲线和实时等值线自动生成功能; 地下水资源评价模型与 GIS 紧密集成, 可提供地下水位预警预报机制, 从而为加强义乌市地下水资源管理工作, 科学有效地合理配置调度地下水资源提供技术支持、数据服务和决策依据.

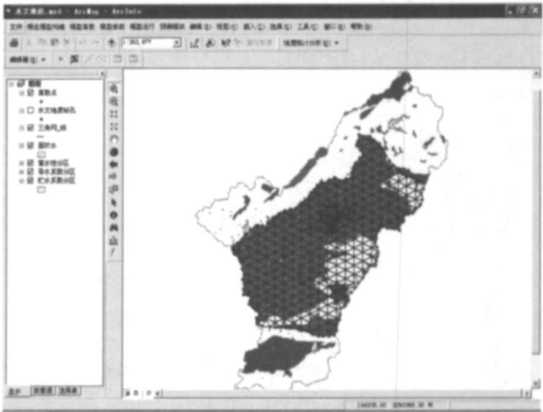


图 2 城市地质环境信息系统应用界面

Fig.2 The UI of city geology environment information system

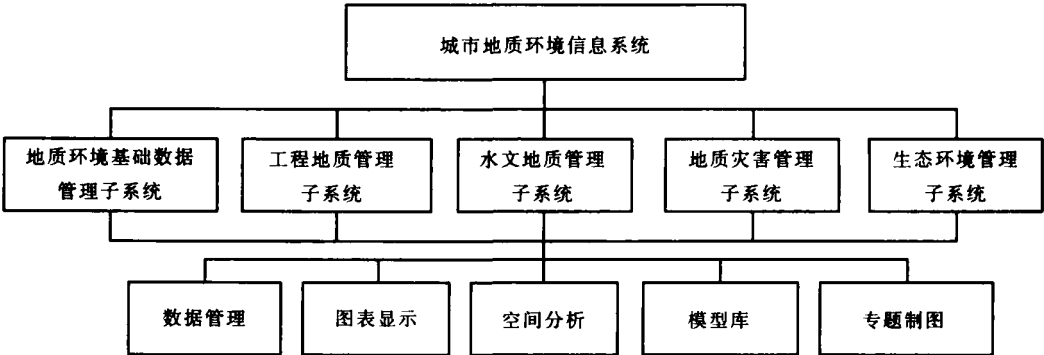


图 3 义乌市城市地质环境信息系统功能结构图

Fig.3 The function structure picture of Yiwu city geology environment information system

2.4.2 工程地质子系统

义乌市工程地质勘察精度较高, 但信息化应用程度不高, 管理水平相对滞后. 建立地下空间可视化模型, 可以在数据充足的典型地段, 能够根据钻孔数据进行三维地质建模, 对模型进行旋转视图、切割和切挖等操作, 并能够显示模型内部结构的构造信息 (产状、地下水水位、岩性等).

工程地质管理子系统主要由工程地质资料管理模块、工程地质勘察规划管理模块和地下空间可视化模块组成. 其中地下空间可视化模块包括钻孔卡片、剖面、岩土物理力学性质测试成果的可视化.

2.4.3 城市地质灾害管理子系统

该子系统的功能主要有: 义乌市地质灾害点的图形管理、图形操作及量算; 地质灾害已发点和隐患点的空间定位, 地质灾害监测点的空间定位; 地质灾害 (包括滑坡灾害、地面塌陷灾害、地面沉降灾害、地裂缝灾害、崩塌灾害等) 灾害点的空间分布图自动生成; 地质灾害的查询、统计、缓冲区分析; 专题图的自动生成 (专题要素直方图、饼图); 等值线图与 DEM 的自动生成; 统计报表和各类专题图的输出.

2.4.4 生态环境子系统

该子系统以遥感影像为主要数据源, 从中提取生态环境专题信息. 同时结合气候、水文、地形、地貌等自然地理因子, 综合利用生态环境现状调查所获得的地面统计数据. 该子系统实现了对生态环境信息的输入、处理、分析等功能, 并能够对调查结果进行综合查询与可视化输出.

3 结论

本文所阐述的基于三层 C/S 体系结构的城市地质环境信息系统, 综合了 B/S 结构和传统 C/S 结构的

优点, 适合基于 GIS 的大型城市地质环境信息系统空间数据量大、模型集成过程复杂等特点的开发需求, 适合于企业级用户的需要。该系统具有一般 GIS 系统的功能特点, 同时又具有较强的专业特色。系统开发所采用的面向对象的技术和组件式的开发方法不仅使得系统开发过程更易于控制, 系统稳定性、质量得以提高, 而且对于其它领域分析问题的方法、思路都颇为有益。

[参考文献] (References)

- [1] 陈辉. 地质环境信息化战略浅析 [J]. 国土资源信息化, 2003(3): 3- 7
Chen Hui. Analysis in Geor information [J]. Land and Resources Informatization, 2003(3): 3- 7 (in Chinese)
- [2] 武健强, 于军, 余勤. 苏锡常地区地质环境信息系统的设计与实践 [J]. 地质与勘探, 2002, 38(6): 66- 69
Wu Jianqiang Yu Jun Yu Qin. Design and practice of geor environment information system in Suzhou-Wuxi-Changzhou area [J]. Geology and Prospecting, 2002, 38(8): 66- 69 (in Chinese)
- [3] 戴福初, 张晓晖, 李军, 等. 地理信息系统 GIS 支持下的地质环境评价 [J]. 工程地质学报, 2000, 8(4): 426- 432
Dai Fuchu, Zhang Xiaohui, Li Jun, et al. A GIS-aided geor environmental assessment in urban planning [J]. Journal of Engineering Geology, 2000, 8(4): 426- 432 (in Chinese)
- [4] 杜鹃, 关泽群. 空间信息网格的框架体系和关键技术 [J]. 地理空间信息, 2005, 3(2): 27- 29
Du Juan, Guan Zequn. Architecture and key technologies of spatial information grid [J]. Geospatial Information, 2005, 3(2): 27- 29 (in Chinese)
- [5] 陈昕, 闫国年. 基于三层结构的企业级 GIS 中数据对象的构建方法的研究 [J]. 地球信息科学, 2001(2): 48- 52
Chen Xin, Lü Guonian. Study on the approach of building data objects for enterprise GIS based on three-tiered architecture [J]. Geor Information Science, 2001(2): 48- 52 (in Chinese)
- [6] 蒋天超, 徐嗣鑫. 基于三层 C/S 体系结构的数据库应用与实现 [J]. 微机发展, 2002(6): 25- 27.
Jiang Tainchao Xu Sixin. The database application and implemmentation based on three-tiered client/server architecture [J]. Microcomputer Development, 2002(6): 25- 27. (in Chinese)
- [7] 王勇领. 系统分析与设计 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1991.
Wang Yongling. System Analysis and Design [M]. Beijing Tsinghua University Press, 1991. (in Chinese)
- [8] 兰景英, 刘均. 基于 COM + /DCOM 的三层体系结构 [J]. 云南民族大学学报: 自然科学版, 2005, 14(1): 83- 85.
Lan Jingying Liu Di. The application research with three-layer structure based on COM + /DCOM [J]. Journal of Yunnan Nationalities University. Natural Science Edition, 2005, 14(1): 83- 85. (in Chinese)

[责任编辑: 严海琳]