

城市地质领域信息管理与服务系统体系结构

吴自兴^{1,2}, 潘懋^{1,2}, 屈红刚^{1,2}, 朱雷³

(1. 北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京 100871; 2. 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871;
3. 中央财经大学信息学院, 北京 100081)

摘要:城市地质信息管理与服务系统是面向城市地质领域的三维地理信息系统。该文从多元异构数据源集成管理、空间数据可视化、基础和专业数据分析、Web应用、数据共享和服务以及安全与认证等方面出发,分析了该应用领域的功能性/非功能性需求特性,并在此基础上讨论C/S、B/S、Pipe-and-Filter及工作流等常见软件体系结构模式与系统体系结构的适用程度,同时提出以3层C/S模式为主、B/S模式为辅的城市地质领域信息管理与服务系统的体系结构设计方案,使划分的功能构件具有较好的可复用性。实验结果表明,该方案是可行的。
关键词:城市地质; 特定领域软件体系结构; 三维地理信息系统

Urban Geological Domain Information Management and Service System Architecture

WU Zi-xing^{1,2}, PAN Mao^{1,2}, QU Hong-gang^{1,2}, ZHU Lei³

(1. Key Lab of Orogenic Belts and Crustal Evolution, Ministry of Education, Peking University, Beijing 100871;
2. School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing 100871;
3. School of Information, Central University of Finance and Economics, Beijing 100081)

【Abstract】 Urban geological information management and service system is a 3D Geographic Information System(GIS) oriented to the urban geology domain. The functional and unfunctional requirements in this domain are analyzed, including the integrated management of multi-kind and multi-source data, spatial data visualization, basic and professional data analysis, Web application, data sharing and service and security & certification. Based on the requirements specification, several common software architecture patterns such as C/S, B/S, Pipe-and-Filter and work flow are discussed to find out how each pattern fits to the system architecture. Moreover, the scheme of system architecture with mixed 3-tier C/S pattern and B/S pattern is proposed, in which the components are reused at a high degree. Experimental results show this scheme is feasible.

【Key words】 urban geology; specific domain software architecture; 3D Geographic Information System(GIS)

1 概述

城市地质是20世纪30年代兴起的一门专业学科,对城市发展起着一定作用。城市地质灾害防治与人们日常生活以及城市经济发展密切相关;城市化过程中工程建设需要详细的工程地质资料;此外,开发地下空间也对城市地质勘查提出了迫切需求。3D地理信息系统(Geographic Information System, GIS)的发展为开展城市高精度立体地质勘查工作提供了有力的技术支持。

2003年以来,国家从解决城市发展面临的地质环境问题和保障城市可持续发展战略的高度出发,作出开展新一轮城市地质调查工作的决定,并先后在北京、上海、广州、杭州、南京和天津等6个城市开展城市多参数立体地质调查的试点工作。该项工作的目标是在3D GIS等信息化技术的支持下查明城市的地质环境资源状况,建立能满足城市地质工作目标要求的城市地质信息管理与服务系统,建设面向城市地质专业研究的基础平台、面向政府的城市地质三维可视化决策平台以及面向社会公众的城市地质信息服务网络^[1]。

前人已对系统的建设提出了相关思路^[2-4],但大多是结合具体需求提出解决具体问题的对策,尚未以应用领域的角度讨论整体解决方案。尚建嘎^[5]、朱良峰^[6]等人讨论了城市地质领域信息管理与服务系统的软件体系结构设计方案,但也缺

乏对领域需求特性的完整分析,并忽略了系统在安全与认证以及二次开发等方面的要求。

本文从功能性及非功能性需求两方面出发,对城市地质领域信息管理与服务系统的需求特性进行分析,并提出了以3层C/S模式为主、B/S模式为辅的混合体系结构模式。

2 领域需求特性分析

2.1 功能性需求

城市地质领域信息管理与服务系统应具备空间数据与属性数据集成管理、可视化、查询与编辑等通用GIS系统的基本功能,还要满足地质调查工作的特殊需求,包括多元数据的集成管理,地质体建模分析等。

(1)多元数据集成管理。目前,人们采用多种技术手段进行地质调查工作,不同的方法将得到不同类型的原始数据,典型且常用的地质调查原始数据包括:1)钻探。钻探是地质

基金项目:国家“十一五”科技支撑计划重大项目子课题基金资助项目(2006BAC04B01);中国博士后科学基金资助项目(20070420244);北京市多参数立体地质调查基金资助项目(200313000045)

作者简介:吴自兴(1982-),男,博士研究生,主研方向:GIS和信息地质;潘懋,教授;屈红刚,博士;朱雷,讲师、博士

收稿日期:2008-02-18 **E-mail:** wzxing@pku.edu.cn

调查工作最常用的方法之一。通过钻孔能直接了解地层展布情况,为后续分析提供岩石样品。钻探资料又包括:井口位置坐标,井口海拔高度,地层分层位置,分层的岩性,样本点位置。2)地球物理勘探。钻探能提供钻孔所经“轨迹线”上展布的地质信息,而地球物理勘探则能提供“面”上展布的地质信息。常用的地球物理勘探方法包括:人工地震,重力异常,地磁测量。地球物理勘探方法多以图像或曲线的形式给出勘探数据。这些数据需经人工解译后转换成易于理解和使用的数据。3)地球化学勘探。地球化学勘探包括样品的化学分析,同位素定年,能进一步确定地质体的岩性信息,鉴别地层的形成时代。这些分析工作多是针对岩石样品进行的,得到的数据多以表格的形式给出。4)遥感。通过遥感能得到地表纹理,提取地形数据,并将其作为地表纹理的遥感数据,以图像的形式给出。

(2)多源数据。多源数据指数据可能来自不同的数据源。因为各种地质勘探方法的经济成本都很高,所以现有的勘探数据都较珍贵。而这些数据往往由不同专业部门采用各自定义的方式保存于不同的系统中,如可能来自于不同的数据库系统或文件系统,或是利用不同 GIS 工具生成了不同格式的数据文件。

(3)空间数据可视化。空间数据可视化是 GIS 系统的基本功能之一,包括 2D 可视化和 3D 可视化。地质领域的研究内容多位于地表以下,3D 可视化能提供更直观的效果,也符合地质工作者的传统习惯(地质工作者通过地质剖面图来辅助进行地层和地质体的地下展布规律研究)。地学数据的 3D 可视化包括矢量和栅格数据的可视化。不同类型的数据需采用不同的可视化方法。此外还包括海量数据的可视化问题,例如海量地形数据的显示和漫游。

(4)基本的数据分析功能。数据的查询与编辑是 GIS 系统最基本的数据分析功能。1)查询:按位置查询,按属性查询,按空间关系(如邻接、包含)查询;2)编辑:空间数据编辑,属性数据编辑。这部分的需求涉及丰富的用户交互,如空间数据的编辑就类似于 CAD 系统。

(5)专业的数据分析功能。在地质调查领域,专业数据分析功能主要包括如下几点:1)地质体三维结构模型建模,即建立地下空间中地质体的三维空间展布模型;2)地质体三维属性模型建模,即在地质体三维结构模型的基础上,模拟体内属性的分布模型。比如建立矿体内矿物品味的分布模型;3)其他专业分析功能,如地下水模拟,岩溶塌陷灾害分析等。

(6)基于 Web 的信息发布功能。由于地质环境与人们的生活息息相关,因此有必要向社会大众提供基础地质信息服务。而通过 Web 来完成此项工作是最有效的方法。系统应能通过 Web 向社会各界提供动态更新的基础地质信息服务。

(7)数据服务。地质勘探数据的获取过程复杂,同时勘探数据也属于机密信息,只有经授权的部门和机构才能开展地质勘探并管理和保存勘探数据。由于科研以及各种生产合作均需要资料共享,因此数据共享服务也是系统应满足的需求之一。

2.2 非功能性需求

系统非功能性方面的需求主要包括安全与认证服务以及支持二次开发。

(1)安全与认证。如前所述,一方面需要提供数据共享服务,以达到地质调查工作服务于社会的目的;另一方面原始勘探数据多属机密信息,同时还要保障数据生产单位的实际

利益,因此,有必要对访问系统和数据的用户进行安全认证与权限管理。安全与认证涉及系统的各个层次,是系统的基础构件之一。

(2)系统二次开发能力。城市地质包括众多专业应用领域,如工程建设、地质灾害、地下水、矿产、能源。城市地质信息管理与服务系统的角色是作为一个基础平台,支持用户在其上快速搭建专业应用模块。系统的二次开发能力不仅是对通用 GIS 平台的基本要求,也是对城市地质信息管理与服务系统这一面向专业应用领域的 GIS 系统的基本要求。

支持系统二次开发的方式有很多,如开放源码,提供二次开发工具包以及提供脚本语言。开放源码能提供关于系统的细节信息,但在开发专业应用模块时,更应关注应用逻辑而非平台的实现细节,因此,以开放源码的形式支持系统二次开发并不合适。同时,脚本语言由于表达能力有限而无法满足专业应用多样性的要求。二次开发工具包能以合适的粒度暴露系统的功能接口,且它与通用程序设计语言结合具有描述和实现复杂应用逻辑的能力,是较为合适的开放系统功能接口方法。在组件技术的支持下,该方法是切实可行的。目前,多数通用 GIS 平台也采用二次开发工具包的形式向用户提供系统再开发的能力。

3 系统体系结构设计

3.1 系统分析

(1)系统涉及数据库、专业应用以及基于 Web 的应用,可考虑多层 B/S 体系结构模式。但专业应用往往需要处理大量数据,且包含丰富的用户交互,对客户端处理能力以及客户端与服务器间的网络带宽要求较高,因此,单纯的 B/S 体系结构并不合适,可以采取 C/S 与 B/S 相混合的模式:涉及专业应用的部分采用 C/S 模式,涉及 Web 应用的部分采用 B/S 模式。

(2)系统需要支持异构的数据存取管理策略,可采用数据库系统管理或文件系统管理,甚至处理来源于其他 GIS 系统的具有不同格式的数据。基于对不确定性进行封装的原则,可考虑在数据库与应用系统间设计一个数据访问控制层,面向应用系统屏蔽底层数据存储管理不同策略和细节。所以,可采用多层 C/S 体系结构。

(3)系统的实际运行过程往往是从已有的基础数据出发,经过一系列分析处理,提取分析结果,且对于某种确定的专业分析具有固定的数据处理流程。系统的这种运行模式具有基于数据流的 Pipe-and-Filter 体系结构模式的特点,同时也具备建立工作流管理机制的基础。但由于在不同的分析过程中需要复杂的用户交互(尤其是涉及可视化操作),因此在应用系统中不适合采取 Pipe-and-Filter 模式。尽管如此,各种分析功能都是针对数据的操作,而与系统其他方面的特性无关,因此,应着重考虑设计一套完善和统一的数据组织管理机制,以便于各功能模块协同操作,满足应用需求。

(4)空间数据可视化的功能需求较明确,即针对点、线、面、体素类型空间对象的真实感图形绘制以及栅格图像的高精度显示。其他类型数据的可视化,如科学计算的可视化,都将转化为上述类型的数据来统一处理。任何其他模块生成或处理的数据均可通过此模块以合适的方式向用户显示。该模块的需求变化相对较小,可作为系统的基础构件。

3.2 系统体系结构设计

基于上述分析,本文提出 C/S 与 B/S 模式混合的城市地质领域信息管理与服务系统体系结构设计方案,如图 1 所示。

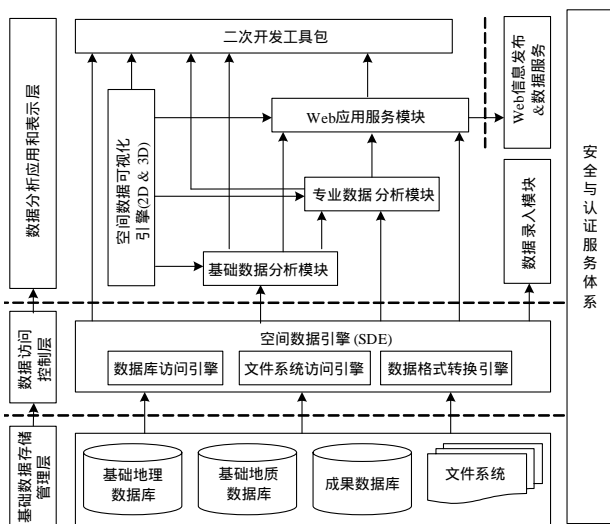


图1 城市地质领域信息管理与服务系统体系结构

从图1可以看出,系统采用3层C/S模式与B/S模式相结合的体系结构。对涉及专业应用的模块采用3层C/S模式,而对涉及Web应用的模块采用B/S模式。涉及专业应用的部分可划分为3个层次:基础数据存储管理层,数据访问控制层以及数据分析应用和表示层。其中,数据访问控制层是数据存储管理与数据分析应用的中间层,它向数据分析应用层提供统一的数据存取访问接口,屏蔽底层数据存储管理的不问策略和实现细节。数据访问控制层提供的数据库访问引擎、文件系统访问引擎以及数据格式转换引擎分别向数据库、文件系统以及具有不同文件格式的数据源提供一致的数据访问接口。在数据分析应用和表示层中,数据录入模块是系统的主要构件之一,提供数据标准化、数据质量检查以及数据转入转出功能。空间数据可视化引擎与基础数据分析模块也都是系统的核心基础构件。这些模块的需求变动相对较少,同时也为系统的专业分析及Web应用服务模块提供服务。上述构件的功能接口还可作为系统再开发时的基本API封装在二次开发工具包中。Web信息发布和数据服务采用B/S体系结构模式。该模式中应用服务器的功能完全基于Web应用服务模块来实现。系统在运行和部署过程中与该体系结构相对应的典型网络环境如图2所示。

(上接第246页)

其代价增加了近4倍,达到7.38%。这种方法还依赖于基本块的粒度(基本块大小),粒度越小,静态检测代价越大。

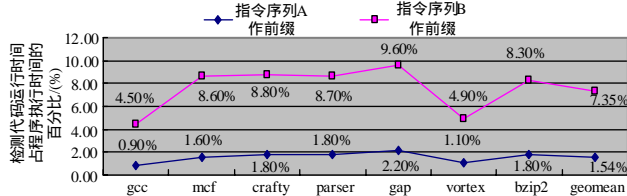


图4 静态检测代价

4 结束语

主动中断处理策略避免了执行回退机制产生的开销以及生成只运行一次的翻译代码块对内存和程序执行流程的影响。实验结果表明,主动中断处理策略的整体性能稳定,在

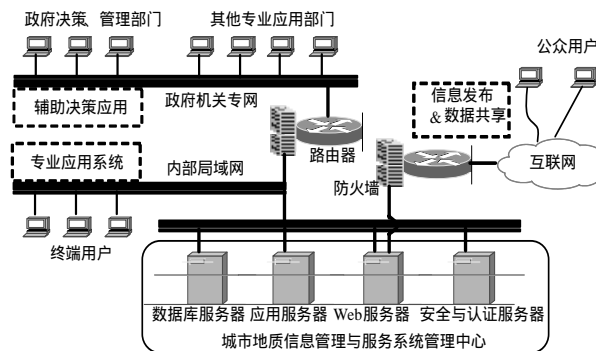


图2 城市地质信息管理与服务系统的典型运行部署网络环境

C/S模式的客户端在内部局域网中工作,其他用户则通过专用网络或互联网来访问系统。

4 结束语

本文分析了城市地质领域信息管理与服务系统的功能性与非功能性需求特性,并在此基础上讨论与该系统匹配的软件体系结构模式,提出包括安全与认证服务体系 and 二次开发能力在内的以3层C/S模式为主,B/S模式为辅的混合体系结构模式。目的在于分析城市地质领域内信息管理与服务系统中可复用的功能构件,理清各构件间的关系,保证各构件在不同城市的应用系统中具有较高的可复用性以及良好的可扩展性,降低系统开发和大规模推广应用的成本。

参考文献

- [1] 中国地质调查局. 城市地质数据库与成果三维可视化信息系统建设指南[Z]. 北京: 中国地质调查局, 2005.
- [2] 李安波, 阎国年, 孟萃萃, 等. 城市地质空间信息系统研究与建设[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(3): 132-134, 202.
- [3] 孙亚琴, 唐卫, 陈锁忠, 等. 基于三层C/S结构的城市地质环境信息系统[J]. 计算机工程, 2006, 32(21): 261-263.
- [4] 吴冲龙, 牛瑞卿, 刘刚, 等. 城市地质信息系统建设的目标与解决方案[J]. 地质科技情报, 2003, 22(3): 67-72.
- [5] 尚建嘎, 刘修国, 花卫华. 城市地质特定领域软件体系结构[J]. 地球科学, 2006, 31(5): 673-677.
- [6] 朱良峰, 吴信才, 刘修国. 城市三维地质信息系统初探[J]. 地理与地理信息科学, 2004, 20(5): 36-40.

运行SPEC2000INT时获得近12%的加速比。

参考文献

- [1] Altman E, Ebcioğlu K, Gschwind M, et al. Advances and Future Challenges in Binary Translation and Compilation[Z]. CiteSeerX, 2001.
- [2] Dehnert J, Grant B, Banning J, et al. The Transmeta Code Morphing Software: Using Speculation, Recovery and Adaptive Retranslation to Address Real-life Challenges[Z]. CiteSeerX, 2003.
- [3] Leonid B, Tevi D, Orna E, et al. IA-32 Execution Layer: A Two-phase Dynamic Translator Designed to Support IA-32 Applications on Itanium-based Systems[C]//Proc. of the 36th International Symposium on Microarchitecture. [S. l.]: IEEE Press, 2003.