

doi:10.3799/dqkx.2010.059

# 基于插件技术的 GIS Server 架构模型的设计

杨之江, 扈震, 常晓婕

中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

**摘要:** 为了提高地理信息系统(geographic information system, GIS) Server 的稳定性、易开发性和扩展性, 提出基于插件技术多进程模式 GIS Server 的解决方案。服务器模型由进程调度管理模块和执行进程组成, 利用资源分配解决多用户并发操作的问题。按照执行功能作用, 服务器模型分为服务层、GIS 操作层、用户管理层、执行进程和地图文档层 5 个模块。在实现方面, 根据服务器响应请求的流程将功能实现的过程分解, 提出功能插件化的设计思想, 使其与服务器相对独立。该模型实现了负载均衡, 运行更加稳定, 采用插件和 Web Service 技术开发应用功能, 更加简单高效。

**关键词:** 地理信息系统服务器; 插件技术; 多进程; Web 服务。

中图分类号: P208

文章编号: 1000-2383(2010)03-0475-05

收稿日期: 2010-01-15

## Design of GIS Server Model Based On Plug-in Technology

YANG Zhi-jiang, HU Zhen, CHANG Xiao-jie

*Faculty of Information Engineering, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*

**Abstract:** A solution of GIS Server in multi-process mode based on Plug-in technology is introduced in this paper to make it much steadier, and more convenient for extending. The server model is constituted with scheduler and management module and exe process, and solves the problem of simultaneous operations by multi-users with the method of assigning data resources. According to executive functions, the model is divided into five sub-modules in detail: server management level, operation level, user management level, exe process and map level. In the aspect of function realization, the author splits the process of executing functions based on the flow of responding the requests, and brings forward the design idea of packing the operations using plug-in technology, which makes the functions independent of server. This model achieves the balance load so that the server can run more steadily, and develops the applications more efficiently with plug-in technology and Web Service technology.

**Key words:** geographic information system (GIS) Server; plug-in technology; multi-process; Web Service.

## 0 引言

WebGIS 为空间信息共享和多元异构数据集成提供了平台, 组件式软件开发的热潮又给它的发展带来新的生长点, Web Service 的成熟发展为把多种应用服务连接成面向服务架构的软件系统提供了技术手段(吴信才和吴亮, 2006; 李宏伟等, 2007; 鄢康玮和吴信才, 2007; 吴信才, 2009)。WebGIS 通过网络发布地理信息, 为用户提供 GIS 数据的访问通道和服务, 这种服务器 GIS 的应用正在快速增长,

成为发展地理信息产业的基础(邹正华, 2007; 徐立钧, 2008)。

GIS Server 由于集中式的管理和共享 GIS 资源, 在各行业中得到了广泛应用。尤其在市政行业中, GIS 服务器是市政管理信息集成的基础(曾文和张德津, 2006)。目前主要的 GIS 服务器产品有 ArcGIS Server、Geoserver、Mapserver、Supermap IS 和 MapGIS-IMS 等, 都是采用多层分布式架构(张永强, 2006; 杨珍等, 2007; ESRI China, 2008)。服务器 GIS 中 GIS Server 层(或 GIS Application Server)的稳定性、易开发性和扩展性尤为重要。

基金项目: 国家科技支撑计划项目(No. 2006BAJ15B03); 城市市政基础设施管理与运营关键技术研究示范(No. 2006BAJ15B03); 国家重点“863”项目(No. 2007AA120503)。

作者简介: 杨之江(1977-), 男, 讲师, 博士在读, 主要从事地理信息系统及计算机图形学研究。E-mail: yangzhijiang@126.com

本文基于 browser、Web Server、GIS Server 和 data Server 的 4 层分布式架构,针对 GIS Server 层提出一种结合插件技术的多进程模式的 GIS Server 模型. 服务器采用插件技术封装 GIS 功能,使功能与服务器分离,并通过调度和分配多个执行进程响应 Web 端的并发请求,提高服务器运行稳定性的同时,简化了开发过程,易于扩展新的应用.

# 1 GIS Server 架构模型

## 1.1 层次结构划分

GIS Server 是 WebGIS 系统 4 层结构的第 3 层,往上层采用 Web Service 设计原则与 Web Server 通讯,主要采用 Http 传输协议,往下层直接访问地理数据库,实时响应客户请求,提供地理数据的查询分析等操作. 按照服务器的功能作用, GIS Server 划分为服务层、GIS 操作层、用户管理层、执行进程和地图文档操作层 5 个部分. 如图 1 所示:

- (1)服务层全局管理服务器运行状态,接收客户端的请求.
- (2)GIS 操作层封装基础 GIS 操作和业务功能,并存储地理数据的全局信息,实现资源进程的管理和调度.
- (3)用户管理层记录用户状态信息,并维护资源进程列表,实现进程的监听和调度.
- (4)执行进程是后台启动的控制台程序,是调度对象,被分配后负责响应用户请求.

(5)地图文档层直接面对 GIS 平台开发环境和地理数据库数据,提供数据文件操作、矢量地图显示和查询分析等基础 GIS 功能.

其中, GIS 操作层在实现进程调度的同时,提供响应请求的入口和基础功能的方法接口,该部分被执行进程复用,出现嵌套调用. 根据它在不同层次的功能作用,该层提供两种实例化方法:一种作为基础的操作层,提供 GIS 功能和用户管理层对象;另一种被复用的情况,只提供功能方法,不再嵌套管理资源列表.

## 1.2 模块关联关系

服务层起到全局管控的作用,包含 GIS 操作层;操作层依赖地图文档层实现功能,同时包含用户管理对象,读取不同的用户信息以处理多用户的并发操作;当该对象为空时,操作层只是对功能的封装模块,不涉及进程调度;用户管理层管理并包含执行进程,实现进程调度. 而执行进程依赖操作层以复用基础操作的方法接口,但不包含用户管理层.

# 2 功能插件化设计

文中 GIS Server 依赖的 GIS 平台采用“平台+插件”的系统模型,将不同的功能按照一定的接口定义标准以插件的形式实现,并通过平台统一集成管理,不同的加载方案配置成不同的应用系统(吴亮等,2006).

基于这种“组装”思想, GIS 操作层设计成各个独立的功能插件,各自提供一组功能方法,服务器在启动时根据配置加载对应的插件模块.

功能按照是否需要实时请求数据资源分为两大类,无需请求的操作直接在基础操作类中获取全局信息实现,其他功能分类封装在插件类中. 这样可以避免在每个执行进程中存储和获取重复的数据,既节约内存空间,又节省处理请求的时间. 同时,各插件相互独立,使功能之间及功能和服务器之间形成松耦合的组合关系.

## 2.1 插件类设计

功能插件的设计思想基于功能方法响应请求的过程提出:服务器启动时加载并创建功能插件;操作类接收 Web 请求后,根据操作码查找提供相应方法接口的功能插件;插件响应调用后,通过操作码执行对应的功能方法. 按照请求过程各环节的需求,提出如图 2 所示的插件模式设计框架.

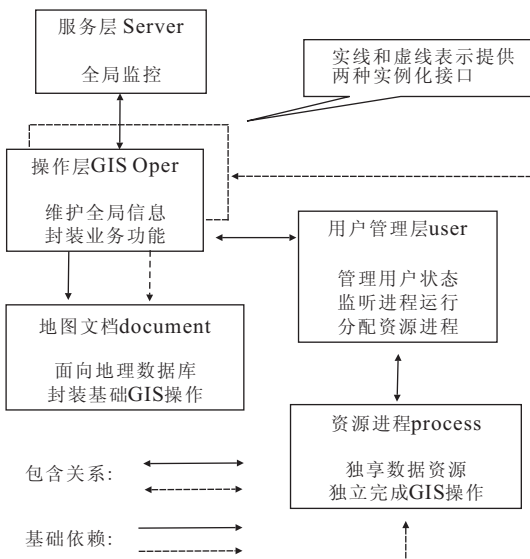


图 1 GIS Server 模型架构

Fig. 1 Frame picture of GIS Server model

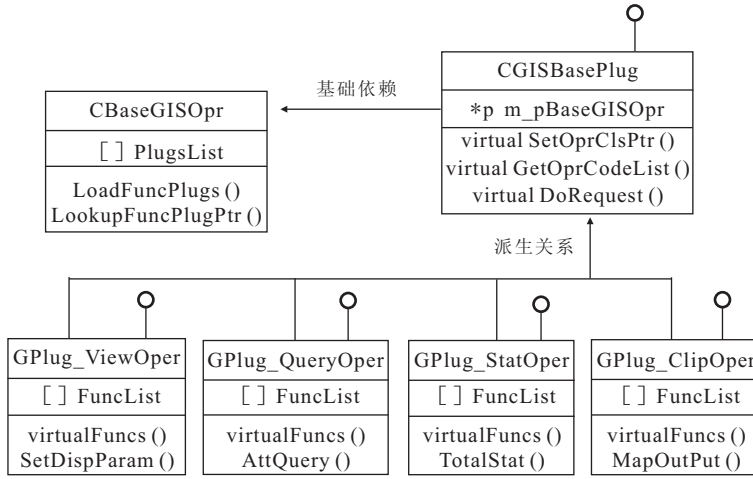


图 2 功能插件类

Fig. 2 Relationship of function plug-ins

各功能插件继承相同的抽象虚基类,该类以基础 GIS 操作层为基础,根据流程需要提供对应的纯虚函数接口.操作类实例化时,顺次创建插件并返回虚基类指针,同时维护功能插件指针列表,采用覆盖模式处理操作码相同的功能.各功能插件内部也维护自身的功能对照表,记录所提供方法的函数指针.

### 2.2 执行进程运行模式

解决方案提出的 GIS Server 采用多进程模式,服务器运行过程中由后台启动一定数量独立的执行进程,并维护各个进程的调度和状态监控.

GIS Server 分为进程调度和执行进程两大部分.进程调度模块负责服务器状态的管理和执行进程的调度,由服务层、GIS 操作层和用户管理层 3 个模块组成.调度部分是 GIS Server 模型中体现多进程思想的关键,主要用于监控多个进程的运行状态和工作周期,维护执行进程列表.执行进程是面向数

据和功能的完整模块,独占一份数据资源,独立工作(图 3).

从数据资源角度考虑,部分功能需要实时访问,但部分只需读取全局信息.因此该模型中,执行进程只负责处理实施访问数据的用户请求,避免为任意请求分配进程而导致进程资源被长期占用的情况,而其他的操作由调度模块直接完成.

### 2.3 工作流程

GIS Server 的工作从接收 Web 端口发送的客户请求开始.服务器解析消息字符串得到参数对象,根据操作码调用对应的方法接口.执行功能调用前,服务器判断是否需要为请求的操作分配执行进程,如果需要分配,则通过进程调度模块执行,遍历资源进程列表,随机获取空闲的进程,返回其端口号,由该进程独立执行请求的操作.按照操作码查找对应

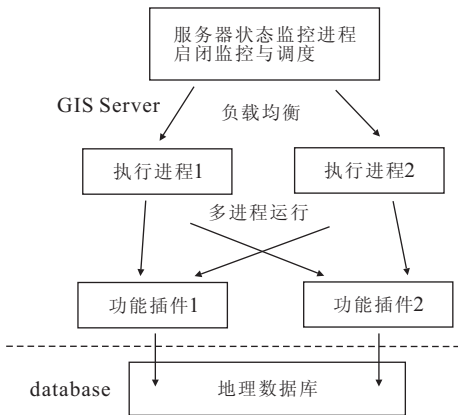


图 3 执行进程运行模式

Fig. 3 Running mode of the work process

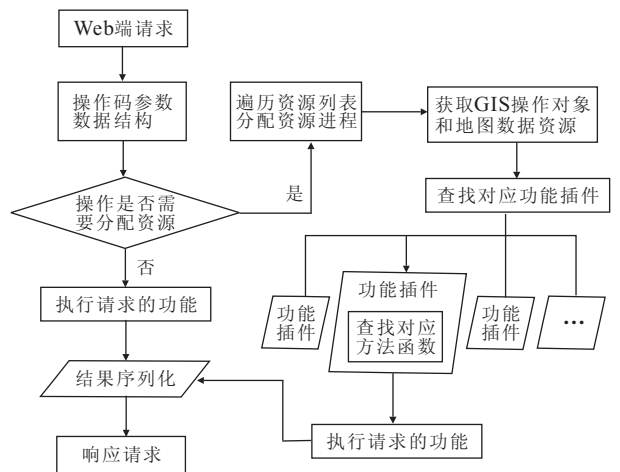


图 4 工作流程

Fig. 4 Flow chart of working

的功能插件和方法函数,执行请求的操作.如果不需要,由进程管理模块直接响应请求.操作完成后将结果序列化返回给 Web 服务器.其工作流程图如图 4 所示.

### 3 关键技术应用

#### 3.1 插件技术

插件式 GIS 的基本思想是以搭建“积木”的方式构建 GIS 应用,将各个 GIS 和非 GIS 的功能插件方便有效地集成(吴亮等,2006).

因此,基于插件技术对服务器的 GIS 功能实现层进行优化,使不同的 GIS 功能和业务功能与服务器本身分离,相对独立,业务应用的组合模式也更加多样化.同时,这种模式提高了开发的效率,增强了服务器的可扩展性和代码的重用性,而且功能的独立性使得应用所遇的问题更易定位.

#### 3.2 多进程模式

多进程模式软件的最显著特点是稳定性高.进程内部的数据和内存被自身独占,所有信息都是进程安全的,某个进程出现问题并不影响其他进程的工作.

该 GIS Server 模型采用一个应用程序启动多个进程的模式,各执行进程独立工作.调度模块在模型框架下体现出核心决策的作用,控制各执行进程的启动和关闭;每个进程独享资源,提高并发操作的性能;多个进程同时工作,实现了负载均衡,提高了响应请求的效率;主动监控机制使不活动和长时间运行的进程自动关闭,并能自动启动新进程保证服务资源的数量.

#### 3.3 Web Service

Web Service 是互联网上基于标准 Http 协议的软件组件,Web 服务可独立于平台和语言实现分布在 Internet/Intranet 上的应用程序或组件的无缝互操作.通过 Web 服务,可以通过网络轻松直观地实现 GIS 的无缝互操作.

GIS Server 对外提供简单对象访问协议(simple object access protocol, SOAP)和表述性状态转移(representational state transfer, REST)两种风格的 Web 服务, GIS Server 和 Web Server 之间的通讯基于 Http 协议实现,易于开发和扩展.

SOAP 是一种轻量的、简单的、基于 XML 的协议,它被设计成在 Web 上交换结构化的和固化的信

息.当客户端发出请求后,服务器会按照预先约定好的格式对请求进行处理,再将处理后的 XML 串返回.由于 SOAP 返回的是明码格式的 XML 串,即使二次开发者不懂通讯机制内部的工作原理,也能快速地添加或者移植功能,无需关心接收与发送消息的代码如何实现,在很大程度上降低了开发的难度.

REST 提出一种具有可见性、可靠性和可伸缩性的设计原则,是面向资源的架构风格.基于该设计风格, GIS Server 按照 Http 标准提供 4 种基本操作方法(get、put、delete 和 post),提供统一应用服务的接口,只要使用网址,就很容易地创建、发布和使用 REST 风格的 Web 服务,使 GIS Server 更易于开发、扩展和使用,降低用户的门槛.

### 4 结论

提出的插件式多进程模式 GIS Server 的解决方案中,各执行进程独立运行,独自享有一份地图数据资源,并且实施自动定时监控式的调度.一方面减少了开发平台或者数据库并发性能可能带来的风险;另一方面采用主动方式保证各执行进程的正常运行.服务器在运行过程中占用了较多的资源,但是更加稳定,更符合 Web 应用的需求.同时,插件技术的应用使业务功能和服务器本身相对独立,在一定程度上提高了 GIS Server 的可扩展性和灵活性,给实际应用带来便捷. GIS Server 提供的 Web 服务实现了常州市市政专业单位之间的市政基础设施数据共享.

在常州市市政基础设施管理与运营平台中的实际应用表明,插件式多进程模式 GIS Server 可以运行在异构环境的企业级分布式系统中,支持大致 200 个用户进行海量空间数据(20 GB)并发操作,响应速度在 3 s 以内,能充分发挥应用服务器的性能; GIS Server 已连续稳定运行一年以上;扩展应用非常方便,用户可以随时根据需要扩展 GIS Server 应用.

#### References

- ESRI China, 2008. Geospatial service-oriented architecture (SOA), ArcGIS 9.3 White Book, Beijing (in Chinese).
- Li, H. W., Chang, X. H., Huang, H. W., 2007. Research on GIS Web services based on ASP. net. *Science of Surveying and Mapping*, 32 (4): 147 - 149 (in Chinese with English abstract).

- Wu, L., Yang, L. Y., Yin, Y. B., 2006. Plugin-based GIS application framework; research and implementation. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 609—614 (in Chinese with English abstract).
- Wu, X. C., 2009. Datacenter integration development technology; the next generation GIS architecture and development model. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 34(3): 540—546 (in Chinese with English abstract).
- Wu, X. C., Wu, L., 2006. Service-oriented distributed spatial information supporting system. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 585—589 (in Chinese with English abstract).
- Xu, L. J., 2008. Research and application of Web geographic information system (WebGIS) based on Web2. 0. Guizhou University, Guizhou (in Chinese).
- Yan, K. W., Wu, X. C., 2007. Research and implementation of WebGIS based on ASP plug-in technology. *Micro-computer Applications*, 23(4): 4—6 (in Chinese with English abstract).
- Yang, Z., Liu, Y., Ju, F., 2007. Research of MapGIS-IMS plug-in structure and its implementation. *Science of Surveying and Mapping*, 32(4): 83—85 (in Chinese with English abstract).
- Zeng, W., Zhang, D. J., 2006. Scheme and key techniques for GIS-based integration of municipal management information. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 687—692 (in Chinese with English abstract).
- Zhang, Y. Q., 2006. Research on construction of WebGIS based on geoserver. *CD Technology*, 3: 12—14 (in Chinese with English abstract).
- Zou, Z. H., 2007. Research and summarization of GIS component based on COM technology. *Science & Technology Information*, 30: 48 (in Chinese with English abstract).

### 附中文参考文献

- ESRI China, 2008. 地理空间信息与面向服务构架(SOA). 北京: ArcGIS 9.3 技术白皮书.
- 李宏伟, 常小慧, 黄海文, 2007. 基于 ASP.NET 的地理信息 Web 服务研究. *测绘科学*, 32(4): 147—149.
- 吴亮, 杨凌云, 尹艳斌, 2006. 基于插件技术的 GIS 应用框架的研究与实现. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 609—614.
- 吴信才, 2009. 数据中心集成开发技术: 新一代 GIS 架构技术与开发模式. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(3): 540—546.
- 吴信才, 吴亮, 2006. 面向服务的分布式空间信息支撑平台. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 585—589.
- 徐立钧, 2008. 基于 Web2.0 的网络地理信息系统(WebGIS)的研究与应用. 贵州: 贵州大学.
- 鄢康玮, 吴信才, 2007. 基于 ASP 组件技术的 WebGIS 的研究与实现. *微型电脑应用*, 23(4): 4—6.
- 杨珍, 刘永, 琚锋, 2007. MapGIS-IMS 组件结构研究及开发示例. *测绘科学*, 32(4): 83—85.
- 曾文, 张德津, 2006. 基于 GIS 的市政管理信息集成方案及关键技术. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 687—692.
- 张永强, 2006. 基于 Geoserver 构建 WebGIS 研究. *光盘技术*, 3: 12—14.
- 邹正华, 2007. 基于 COM 技术的 GIS 组件的研究综述. *计算机与信息技术*, 30: 48.