

doi:10.3799/dqkx.2010.060

# 基于 SOA 的 GIS 应用框架

李圣文, 龚君芳, 吴信才

中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

**摘要:** 由于现有的框架及开发模式较难灵活地完成地理信息服务和应用系统多层次的融合, 也难以快速地构建 Web 下地理信息系统(geographic information system, GIS)平台的应用系统. 提出了一种新的基于面向服务架构思想(service-oriented architecture, SOA)的 GIS 应用框架, 通过将工作流引入到空间信息处理中, 并结合面向服务的业务端构造模式来简化用户 GIS 应用系统开发模式. 并在此基础上实现了由系统框架、工作流引擎和表单 3 部分组成的面向 SOA 的 GIS 应用框架. 实际应用表明, 基于面向服务架构的 GIS 工作流能灵活的为不同的应用提供不同粒度和不同功能组合的地理信息服务, 而基于 SOA 的表单能快速构建业务系统, 它们为 GIS 软件的集成和应用开发提供了一种新的思维.

**关键词:** 地理信息系统; 框架; 面向服务架构; 工作流; 表单.

中图分类号: P208; TP311

文章编号: 1000-2383(2010)03-0480-05

收稿日期: 2010-01-15

## GIS Application Framework Based on SOA

LI Sheng-wen, GONG Jun-fang, WU Xin-cai

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

**Abstract:** Since it's difficult to combine geographic information system (GIS) service and application system in multi-level flexibly and to build GIS Web application system quickly with the traditional framework and development method, we propose a new GIS application framework based service-oriented architecture (SOA) by introducing workflow into spatial information process, as well as simplifying user's development work through a service-oriented business model. On this basis, we have implemented a GIS application framework composed of the following three parts: system framework, workflow engine and forms. It has been proved in practice that SOA can offer various GIS services with different granularities and different function packages based on GIS workflow, as well as build business system quickly with form based on SOA. This model offers a new method to GIS development.

**Key words:** geographic information system (GIS); framework; service-oriented architecture (SOA); workflow; form.

## 0 引言

随着 Internet 技术和 Web 技术的飞速发展和普及应用, 基于 Web 的地理信息系统(geography information system, GIS)服务开始在各行各业得以应用, 而软件运营服务(software as a service, SaaS)则逐渐成为 GIS 应用的一种重要方式(Waters, 2005).

面向服务的架构(service-oriented architecture, SOA)是一种新型软件开发模型, 被称为“下一

代软件架构”, 其核心是通过松耦合方式组合不同层次的业务功能以提供“业务敏捷化”. 由于 SOA 能够响应业务用户快速多变的业务需求, 使得人们能够通过 Web 服务实现资源共享(Lu, 2005; Tait, 2005), 面向 SOA 的 GIS 应用也逐渐得到发展. 在此基础上进一步形成了分布式地理信息系统结构(Tsou and Battenfield, 2002), 而面向 SOA 的 GIS 应用框架的研究也渐成热点.

李德仁等(2008)建立了基于 SOA 的空间数据共享模型和地理空间信息共享平台, 并在城市多源

空间信息共享平台上进行了验证. 吴信才和吴亮(2006)以及吴信才(2009)提出了一种 Web 服务与空间信息技术相融合的机制,建立了面向服务的分布式空间信息支撑平台. 黎阳等(2009)基于网格和面向服务构架,提出遥感信息与知识共享平台的 5 层体系结构,提供了实现遥感信息资源共享的一种新思路. 卢战伟等(2009)分析了基于 SOA 实现空间信息资源整合与服务的系统模式,描述了空间信息资源整合与服务的组织、应用和实施方法. 钱大君等(2008)提出一种基于 Web 服务和元数据的多源异构数据共享框架,实现异构数据的互操作. 在不同的应用领域中也形成了不同的框架(Cotofana *et al.*, 2006; 刘丹和彭黎辉, 2006).

但是已有框架较难灵活地完成地理信息服务和应用系统多层次的融合,也难以快速地构建 Web 下 GIS 应用系统. 现阶段的应用开发依然以大规模的编码为主,开发难度高,周期长.

为缩短 Web 下 GIS 应用程序的开发周期,降低开发难度,本文尝试基于 SOA 的思想,采用工作流(Georgakopoulos *et al.*, 1995)技术对 GIS 功能进行灵活地组织,利用表单方式来提高 GIS 业务端的展现能力和系统开发效率.

### 1 系统框架

基于 SOA 的 GIS 开发框架主要由智能空间信息 workflow 服务和基于服务的表单支撑,如图 1 所示. 这种开发模式是一种 B/S(browse/server)模式,由系统提供的 Web 应用框架通过 Web Services 访问智能空间信息 workflow 服务,并与表单业务端结合实现用户交互. 而在传统的 C/S(client/server)模式下,则由桌面应用程序直接访问空间信息 workflow 服务组件提供的大粒度功能. 系统在兼顾了传统桌面程序的同时,提供一种支撑 Web 应用程序的多层

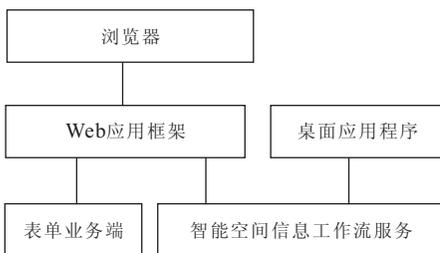


图 1 系统框架

Fig. 1 System framework

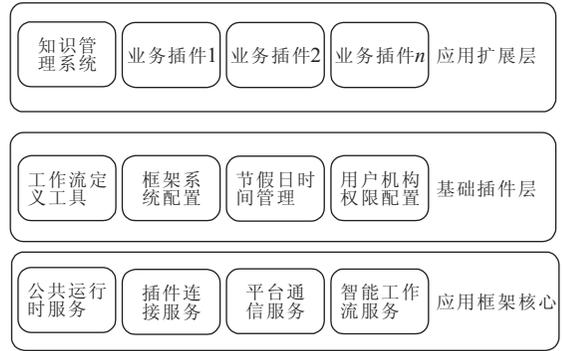


图 2 Web 应用框架

Fig. 2 Web application framework

次、多粒度的 GIS 服务架构.

#### 1.1 Web 应用框架

Web 框架层属于表现层,由应用框架核心、基础插件层和应用扩展层组成,如图 2 所示. 应用框架核心层提供了运行软件开发平台的最核心的服务,包括公共运行时服务、平台通信服务、插件连接服务和智能工作流服务. 基础插件层提供了运行软件开发平台的最小标准插件,包括工具流管理和维护工具、工作流定义工具、框架系统配置、节假日管理和用户机构权限管理等基础插件. 应用扩展层提供了一些用户自定义的插件,如业务插件 1 等.

#### 1.2 智能工作流系统服务模型

本文提出的支撑 GIS 功能的空间信息系统模型由智能授权模型、业务逻辑子模型、控制子模型和空间信息子模型等 4 部分组成. 因此模型可以定义为四元组表达式  $Model = \{ security, logic, control, spatial\ information \}$ .

Security 为智能授权模型,定义了角色、用户、空间信息资源及其相互之间的关系,该子模型是空间信息 workflow 访问控制的核心.

Logic 为业务逻辑子模型,定义了应用系统中的具体流程的流程模板,由活动、路由和规则 3 种元素的集合构成. 可以表示为  $\{ \{ A_1, A_2, A_3, \dots, A_m \}, \{ R_1, R_2, R_3, \dots, R_n \}, \{ C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \} \}$  三元组,其中  $\{ A_1, A_2, A_3, \dots, A_m \}$  描述了活动集合;  $\{ R_1, R_2, R_3, \dots, R_n \}$  描述了路由集合,表示活动之间的连接关系,描述了流程实例流转的方向;  $\{ C_1, C_2, C_3, \dots, C_n \}$  为路由规则,与  $\{ R_1, R_2, R_3, \dots, R_n \}$  一一对应,描述了流程实例调度的基本依据. 业务逻辑子模型是指针对某一领域的实际流程进行抽象,由此领域相关专家通过可视化工具进行建模,得到相应的逻辑模型.

Control 是控制子模型,在工作流实例运行期控

制流程的行为,包括流程的分发、状态管理、任务调度、用户访问控制、系统的映射、响应和容错等.该模型是工作流过程模型的核心结构,在工作流执行过程中,它依据模糊处理子模型业务流转、任务分配、监督管理以及权限控制等都通过控制子模型进行管理和调度.

Spatial information 是空间信息服务模型,主要通过空间数据引擎向上层提供 GIS 处理功能的 Web 服务.它符合 Web Services 的规范(Curbera *et al.*, 2002),具有自包含、自描述以及模块化的特点,可以通过 Web 发布、查找和调用.

### 1.3 表单业务端

面向空间信息服务的表单模型由表单引擎、表单设计器、表单应用服务器、空间信息服务和 Web-GIS 组件 5 部分组成.因此面向空间信息服务的表单模型可以定义为五元组表达式  $Model = \{form\ engine, form\ desinger, form\ application\ server, spatial\ information\ service, WebGIS\}$ .它依赖于空间数据引擎,构建 Web 下的业务组件,在 Web 服务器中提供空间数据处理、展示等服务.

## 2 工作流中的权限管理

智能授权模型在系统中使用本体(Gruber, 1993)进行形式化描述,通过模型的定义,模型结合空间信息子模型中对空间信息资源本体化的描述对用户的访问进行拦截,保证业务人员根据被授予的权限对流程业务活动和系统功能模块执行合法操作和访问,防止越权行为的发生.

一个本体被形式化描述为三元组(entity, relation, constraint).工作流智能授权模型中涉及的领域本体包括 3 类:一是角色本体,主要由角色、用户构成,即用户角色实体概念的组合物;二是资源本体,即构成用户访问控制对象的总体;三是资源本体包含的属性和操作,如图 3 所示.

(1)角色本体描述了系统中的角色列表,角色之间可以存在继承关系,因此整个实体可以按层次结构进行组织,实体间的这种层次关系可用于权限的传播计算.

(2)用户是角色的实例化,用户之间可以存在委托关系.

(3)资源实体指信息领域内任何被访问元素,如地图文档、地图元素、业务数据等.信息资源同样存

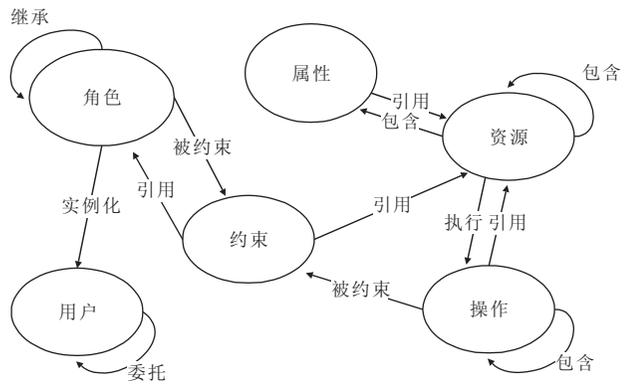


图 3 工作流权限模型

Fig. 3 Workflow security model

在包含关系,因此整个实体也可以按层次结构进行组织,实体间的这种层次关系可用于权限的传播计算.

(4)属性用来存储实体的信息.实体的实例包含其相应类的全部属性.

(5)操作是可以带有业务内涵的广义操作.操作具有层次结构,如:一般情况下,写操作包含读操作;操作间的这种层次关系可以用于权限计算中.

约束用来设置实体之间存在的关系必须满足的条件.使用约束条件,可以实现细粒度的操作控制,如假期内不能对某些资源实施写操作.

实体间的关系表示了领域中概念和概念之间的交互作用.其种类归纳起来有两种:具有传播性的关系和不具有传播性的关系.典型的具有传播性的关系有:继承关系、部分、包含关系和实例化关系,可以利用这些关系进行权限的推理计算.

## 3 表单业务端

可视化表单编辑器主要用于系统设计期间,对基于空间信息和业务数据的表单设计管理,它将空间数据功能和控件以可视化界面将表单呈现给用户.

表单服务器主要提供表单所需要的各种业务数据,它通过访问空间信息服务模型处理空间信息数据,完成 GIS 操作,并维护活动会话.

表单引擎是表单运行的核心部分,负责表单样式、表单权限的解释运行和数据填充、数据展示,图形界面表单到 XML 的解析,XML 到图形界面表单的解析,经过解析的表单可以运行在 Web 服务器中,成为整个 Web 应用的一个组成部分.表单引擎

的运行过程如下:

(1)加载配置文件. 配置文件是由表单设计过程中的设计器自动生成的 XML 文件,记录了当前表单的相关信息,如数据来源、地图的参数、事件处理、用户插件的相关信息等.

(2)处理系统插件. 加载用户插件,注册用户事件,根据插件信息和执行时间,部署相关的插件.

(3)初始化上下文环境. 在配置文件加载完毕后,引擎可以初始化系统的上下文环境. 可以进一步得到环境的相关参数,以及数据、GIS 服务或者 WebGIS 数据的描述.

(4)处理空间信息服务. 根据 GIS 服务的描述,执行空间信息服务层提供的相关服务,并得到返回结果. 对于 GIS 可视化界面调用 WebGIS 相关功能生成 Web 界面.

(5)处理用户事件. 根据已经注册的用户事件位置,在指定的事件发生后,调用相关的事件处理程序.

(6)生成动态 Web 页面. 最后生成 Web 可视化界面,并展示给用户. 不仅直接描述其需求,并且还要提供特定的转换方法来实现业务用户“编程”结果到服务组合实现的转换,最终得到完整的面向服务的应用.

## 4 应用案例

基于上述模型,在 MapGIS 基础上,使用 .net 技术开发了系统框架、工作引擎和 Visual Form Designer 表单业务端. 并在此基础上,通过 workflow 工具建模,表单业务端构建 B/S 展示页面,构建了 Web 下的示例解决方案,实现了面向 SOA 的一体化 GIS 应用框架.

## 5 结论

在空间信息应用系统开发过程中,基于面向服务的思想,引入 workflow 技术对空间信息服务实现多粒度多层次的组织,采用面向空间服务的表单方法来快速构建业务端,有效地避免了重复开发,加快了业务系统开发速度. 本模型已经在 MapGIS 中得到成功应用,实践中取得了很好的效果. 在后继的工作中,还可以对如空间信息多层次的操作和 WebGIS 在细粒度上的交互等问题进行更加深入的研究.

## References

- Cotofana, C., Ding, L. J., Shin, P., et al., 2006. An SOA-based framework for instrument management for large-scale observing systems (USArray Case Study). *IEEE International Conference on Web Services (ICWS'06)*, 815—822. doi:10.1109/ICWS.2006.29
- Curbera, F., Duftler, M., Khalaf, R., et al., 2002. Unraveling the Web Services web; an introduction to soap, wsdl, and uddi. *IEEE Internet Computing*, 6(2): 86—93. doi:10.1109/4236.991449
- Georgakopoulos, D., Hornick, M., Sheth, A., 1995. An overview of workflow management: from process modeling to workflow automation infrastructure. *Distributed and Parallel Databases*, 3(2):119—153. doi:10.1007/BF01277643
- Gruber, T. R., 1993. A translation approach to portable ontology specifications. *Knowledge Acquisition*, 5(2): 199—220. doi:10.1006/knac.1993.1008
- Li, D. R., Huang, J. H., Shao, Z. F., 2008. Design and implementation of service-oriented spatial information sharing framework for digital city. *Geomatics and Information Science of Wuhan University*, 33(9): 881—885 (in Chinese with English abstract).
- Li, Y., Yin, Q., Hu, Y., 2009. Research on remote-sensing information and knowledge sharing platform. *Computer Engineering*, 35(15): 243—246, 249 (in Chinese with English abstract).
- Liu, D., Peng, L. H., 2006. Architecture design and implementation of service interfaces in LBS platform. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 31(5): 733—738 (in Chinese with English abstract).
- Lu, X. L., 2005. An investigation on service-oriented architecture for constructing distributed WebGIS application. *IEEE International Conference on Services Computing*, 1: 191—197. doi:10.1109/SCC.2005.27
- Lu, Z. W., Zhao, Y. Q., Chen, R. G., et al., 2009. Research on the integration and services model of geospatial information resources based on SOA. *Computer & Digital Engineering*, 37(9): 125—127, 175 (in Chinese with English abstract).
- Qian, D. J., Wu, J. P., Yu, B. L., et al., 2008. Implementation of Shanghai resource and environment data sharing platform. *Computer Engineering*, 34(10): 283—284 (in Chinese with English abstract).
- Tait, M. G., 2005. Implementing geoportals: applications of distributed GIS. *Computers, Environment and Urban Systems*, 29(1): 33—47. doi:10.1016/j.compenvurb-sys.2004.05.011
- Tsou, M. H., Battenfield, B. P., 2002. A dynamic architec-

ture for distributing geographic information services. *Transactions in GIS*, 6(4): 355—381. doi: 10.1111/1467-9671.00118

Waters, B., 2005. Software as a service; a look at the customer benefits. *Journal of Digital Asset Management*, 1(1): 32—39.

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).

#### 附中文参考文献

李德仁, 黄俊华, 邵振峰, 2008. 面向服务的数字城市共享平

台框架的设计与实现. *武汉大学学报: 信息科学版*, 33(9): 881—885.

黎阳, 尹球, 胡勇, 2009. 遥感信息与知识共享平台的研究. *计算机工程*, 35(15): 243—246, 249.

刘丹, 彭黎辉, 2006. 空间位置服务平台的构架设计与服务接口实现. *地球科学——中国地质大学学报*, 31(5): 733—738.

卢战伟, 赵彦庆, 陈荣国, 等, 2009. 基于 SOA 的空间信息资源整合与服务模式探讨. *计算机与数字工程*, 37(9): 125—127, 175.

钱大君, 吴健平, 余柏蒴, 等, 2008. 上海市资源与环境数据共享平台的实现. *计算机工程*, 34(10): 283—284.

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.