

doi:10.3799/dqkx.2010.038

# 功能可配制的 GIS 服务引擎

吕建军<sup>1,2,3</sup>, 林伟华<sup>1,2</sup>, 刘福江<sup>1,2</sup>, 吴颖<sup>2,3</sup>

1. 中国地质大学信息工程学院, 湖北武汉 430074

2. 地理信息系统软件及其应用教育部工程中心, 湖北武汉 430074

3. 武汉中地数码科技有限公司, 湖北武汉 430074

**摘要:** 为解决基于软件即服务架构地理信息系统(geographic information system, GIS)的四级模型中有关功能可配置、可扩展和多用户效率的技术难题, 提出了功能可配制的 GIS 服务引擎模型框架, 并介绍了功能可配制的 GIS 服务引擎的核心技术—— workflow 技术、功能仓库技术、搭建与配置技术、权限管理技术等, 同时给出了一个基于功能可配制的 GIS 服务引擎技术构建遥感影像系统的应用实例, 为软件即服务这一新的软件应用模式提供了技术支撑。

**关键词:** 功能可配制; 软件即服务; 服务引擎; workflow; 地理信息系统。

中图分类号: TP311

文章编号: 1000-2383(2010)03-0351-06

收稿日期: 2010-01-15

## GIS Service Engine for Function Configuration

LÜ Jian-jun<sup>1,2,3</sup>, LIN Wei-hua<sup>1,2</sup>, LIU Fu-jiang<sup>1,2</sup>, WU Ying<sup>2,3</sup>

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

2. Engineering Research Center for GIS Software and Applications, Ministry of Education, Wuhan 430074, China

3. Wuhan Zondycyber Co., Ltd., Wuhan 430074, China

**Abstract:** To solve the problem about function configuration, scalability and multi-tenancy efficiency based on the geographic information system (GIS) fourth level model of “Software as a Service” architecture, the model architecture for GIS service engine of configurable function is presented. And the kernel technologies including work flow, function warehouse, configuration, right management for GIS service engine of function configuration are introduced. Then remote image application system is constructed based on the technology of GIS service engine of function configuration, and it provides technical support for the new application model of software as a service.

**Key words:** function configuration; software as a service; service engine; work flow; geographic information system (GIS).

## 0 引言

随着地理信息系统 (geographic information system, GIS) 应用越来越深入和广泛, GIS 也从最初的数据制图和空间数据库建库阶段发展到大众化应用阶段。目前在各领域 GIS 系统的应用和使用过程中, 从用户的角度来看, 普遍采用的是传统应用程序部署模式, 即以用户自身为中心来购买和部署 GIS 系统; 从软件提供者的角度看, 普遍是针对不同行业应用采用面向对象、面向组件开发技术开发相应

GIS 系统, 即软件提供者还是软件制造者, 但不是软件服务者。这种以每个用户为单位的、离散式的软件使用模式却经常使用户面临着诸如软件使用许可证费用过于昂贵、承载软件运行的硬件设备费用过于庞大、软件及其所产生数据的维护及备份工作成本开销过大等问题; 另外, 随着 GIS 系统应用不断扩大和用户需求不断调整, 软件提供者也面临着诸如 GIS 系统许多功能很难复用, 系统越来越复杂需要耗费的人力、财力也越来越多等问题。而新兴的“软件即服务”(software as a service, SaaS) (Dubey and Wagle, 2007) 模式改变了传统软件开发的思路和技

术,它通过将离散的软件买断模式转化为集中的软件租用模式,为用户降低了一次性软硬件和数据的购买及维护成本;对于服务提供者而言,这种新模式的应用可挖掘出潜在的客户,并为这批潜在客户提供服务,从而促进相关技术的改进和服务功能的改善等。因此,基于 SaaS 的软件应用模式是软件社会化发展的必然产物和先进理念,探索基于 SaaS 模式的 GIS 系统相关技术具有十分重要的意义。

然而,要达到 GIS 应用的 SaaS 四级成熟度模型的目标,解决系统功能可配制、可扩展、多用户效率等技术问题是关键。因此,本文从 SaaS 系统基本构架入手,提出功能可配制的 GIS 服务引擎模型架构,并探讨服务引擎所涉及的工作流运行、 workflow 管理、功能仓库、搭建与配置术、权限管理和离线应用等技术,为软件即服务这一新的软件应用模式全面应用和推广提供技术支撑。

## 1 SaaS 系统架构

SaaS 是在 21 世纪随着互联网技术的发展和应用程序的成熟而开始兴起的一种完全创新的软件应用模式。它是一种通过 Internet 提供软件的模式,软件厂商将应用软件统一部署在自己的服务器上,客户可以根据自己实际需求,通过互联网向软件厂商定购所需的应用软件服务,按定购的服务数量多少和时间长短向厂商支付费用。软件厂商全权管理和维护软件,提供互联网应用、软件的离线操作和本地数据存储,让用户可以随时随地使用其定购的软件和服务。这样,用户不用再购买软件,而改用向提供商租用基于 Web 的软件来管理企业经营活动,它是网络应用最具效益的营运模式。

### 1.1 SaaS 成熟度模型

Chong and Carraro(2006)根据 SaaS 应用是否具有可配置性、高性能和可伸缩性的特性,将 SaaS 成熟度模型分成四级,每一级都比前一级增加以上 3 种特性中的一种。这四级分别是:(1)特定/定制的。软件服务提供商为每个客户定制一套软件,并为其部署。每个客户使用一个独立的数据库实例和应用服务器实例,数据库中的数据结构和应用的代码可能都根据客户需求做过定制化修改。(2)可配置性。它是在第一级成熟度模型基础上增加了可配置性,它通过不同的配置来满足不同客户的需求,而不需要为每个客户进行特定定制,从而降低定制开发

的成本。每个实例运行的是同一份代码,通过配置来满足不同客户的个性化需求。(3)可配置性与高性能多用户。供应商借助单个实例来满足不同客户的要求,并采用可配置的元数据为不同的用户提供独特的用户使用体验和特性集。通过授权与安全策略确保不同客户的数据分开。(4)可扩展、可配置与高性能多用户效率。在实现了多用户单实例的应用架构之后,随着用户数量的逐渐增加,集中式的数据库性能将成为整个 SaaS 应用的性能瓶颈。在用户数大量增加的情况下,无需更改应用架构,而仅需简单增加硬件设备的数量,就可以支撑应用规模的增长。不管用户多少,都能像单用户一样方便地实施应用修改。最终用户首先通过接入多用户负载均衡层,再被分配到不同的实例上。通过多个实例来分担大量用户的访问,可以让应用实现近似无限的水平扩展。它是最高级成熟度。

### 1.2 四级 SaaS 应用框架

GIS 主要提供各种类型空间信息管理、专题地图制作、空间查询、空间分析以及面向业务的预测与辅助决策等功能。采用 SaaS 模式的 GIS 应用,将通过网络向不同用户提供基于 C/S(Client/Server)或 B/S(Business/Server)模式的各类空间数据资源和各种功能资源服务。因此,GIS 在服务时需要提供相应的数据、安全、业务功能以及根据不同功能需求进行灵活配置功能服务等。

根据 Chong and Carraro(2006)给出的 SaaS 参考体系架构,结合 GIS 应用特点,四级 SaaS 应用框架如图 1 所示。该框架从下到上共分为 5 层,分别是软硬件基础层、基础数据层、应用逻辑层、负载均衡层和用户层。(1)软硬件基础层是构建基于 SaaS 模型应用的基础,它提供最基础硬件平台、网络平台、操作系统和数据库平台。(2)基础数据层提供系统服务的数据资源,包括 GIS 数据、文档数据等。(3)应用逻辑层通过服务引擎实现数据服务、业务功能服务、配置服务和安全服务等。其中数据服务提供元数据管理和数据目录管理等,为业务功能服务提供数据基础;业务功能服务提供基础 GIS 功能、专业 GIS 功能和行业基础功能等;配置服务主要提供功能、界面、数据和流程等可配置服务,它是实现基于 SaaS 模型应用的核心;安全服务主要是通过授权和认证等多种技术手段提供数据安全和功能安全服务。(4)负载均衡层通过本地负载均衡和全局负载均衡服务器提供负载均衡服务,从而使系统具有较高的扩展能力并可为用户提供高效的服务质量。

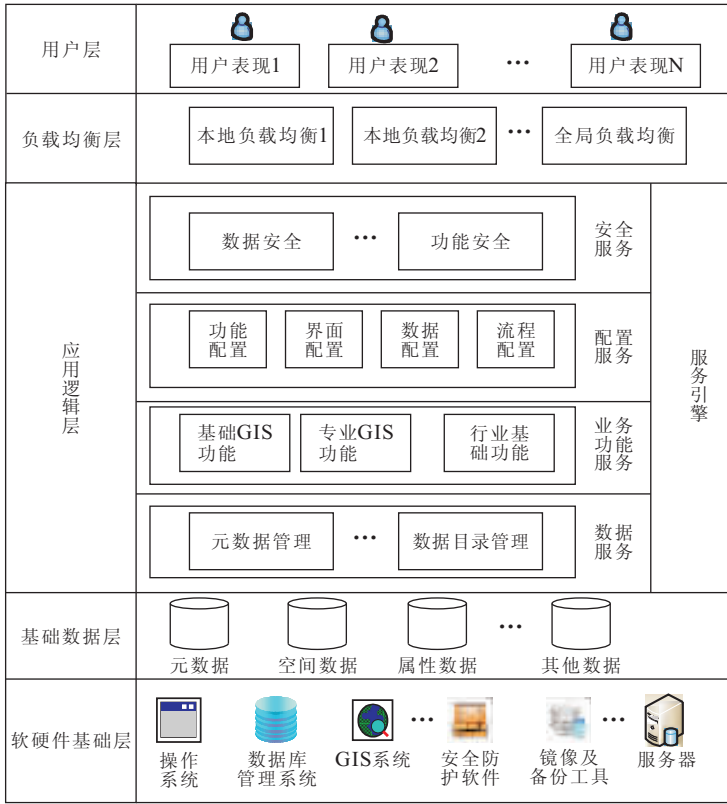


图 1 基于四级 SaaS 模型的 GIS 应用框架

Fig. 1 The application architecture of GIS based on the forth level model of SaaS

## 2 服务引擎模型结构

根据基于四级 SaaS 模型的 GIS 应用框架,功能可配制的服务引擎模型采用悬浮倒挂式的体系架构,它是一种松耦合的面向服务(Foster and Kesselman, 1997)的体系架构,它与传统的奠基式向上支撑的体系架构有本质的区别.传统的奠基式向上支撑的架构是一种刚性架构,这种架构是十分脆弱的,在这种体系架构下开发的系统不牢固,而且不容易扩展,不能满足 SaaS 模型的基本要求.而在面向服务的悬浮倒挂式体系架构下开发的系统牢固可靠,而且易于扩展,能很好满足 SaaS 模型要求.

### 2.1 服务引擎模型层次结构

基于面向服务体系架构的功能可配制服务引擎的层次结构具体可以分为服务框架层、功能插件层、仓库管理层(吴信才和吴亮,2006;吴信才,2009),如图 2 所示.服务框架层主要提供配置服务平台和运行平台,通过配置服务平台装载/卸载插件,并提供设计和运行时服务逻辑.插件层提供各种基础 GIS 功能插件、专业功能插件和行业功能插件等,插件是针对不同 GIS 业务系统特性所开发的遵循框架接

口协议功能的模块,可以集成到框架中,通过专题激活,便于使用插件功能.仓库管理层主要是提供数据仓库和功能仓库管理,其中针对已经存在的功能,用户可通过功能仓库进行配置,形成新的插件,所以功能可配制服务引擎的插件是可聚合的.这样,随着 GIS 应用范围和领域的不断扩大,功能插件层不断被丰富,并在仓库管理层的构件仓库中被统一管理、统一维护.

功能可配制服务引擎的多层结构设计成“服务框架+可聚合的插件+功能仓库+数据仓库”的模式,提供了灵活的系统伸缩性,在框架层、功能插件层、仓库管理层以及表示层之间建立符合国际标准的访问接口,在实际应用部署时,可根据具体的服务需求扩展系统的某个层面,满足四级 SaaS 模型基本可配置、可扩展的技术要求.

### 2.2 服务引擎组成结构

基于面向服务的体系架构的功能可配制服务引擎主要由配置服务、功能服务、安全服务、数据服务和 workflow 引擎等组成,其组成结构如图 3 所示.配置服务主要提供界面、流程、功能、数据、安全和规则等配置服务.界面配置服务向用户提供配置设计工具

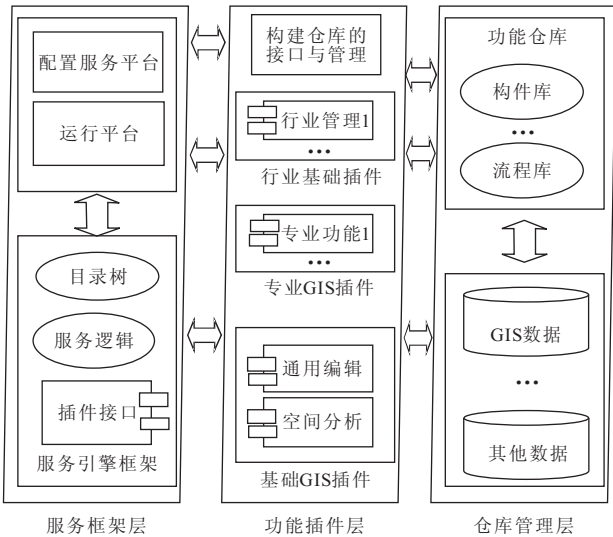


图 2 服务引擎模型层次结构

Fig. 2 The hierarchical framework of service engine model

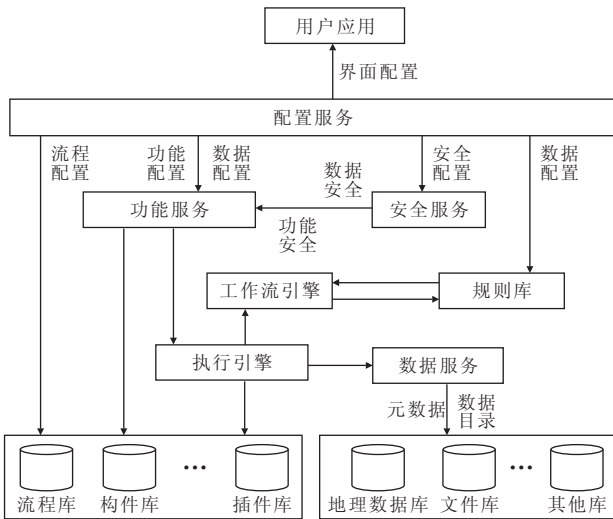


图 3 服务引擎模型的组成结构

Fig. 3 The buildup framework of service engine model

目录管理、数据集成和交换管理等,实现对海量的各种类型数据进行仓库式管理. 工作流和规则库是实现功能可配制服务引擎的核心,它提供过程定义和工作流执行服务等,是实现功能重构与聚合、功能和业务可配置的基础.

### 3 服务引擎关键技术

#### 3.1 工作流管理技术

工作流负责管理业务控制流程和数据流,构件仅负责功能的执行,从而达到业务逻辑和功能的分离,这样可以在不修改具体功能模块实现方式的情况下,通过修改过程模型来改进软件性能,实现对生产经营过程部分或全部地集成管理,提高功能的可配置性、可扩展性和软件的重用率,发挥系统的最大效能.

功能可配制服务引擎为 GIS 业务系统运行提供一个软件支撑环境,它通过工作流引擎提供强大的流程控制能力,提供按照业务流程定义驱动业务运行功能,业务运行可以包括能支持串行、并发、选择分支、汇聚等普通工作流模式,支持基于条件规则路由的静态工作流,同时也支持任意节点回退、撤销、子流程、窗口补证等多种复杂动态工作流. 同时,工作流引擎提供批办、协办、督办、会办、沉淀、超期提示、回退提示等多种流程实例控制以及管理功能. 为了适应 GIS 业务流程的变化,工作流引擎还需提供强大 GIS 流程模板版本管理、状态管理功能. 功能可配制服务引擎通过工作流可视化建模工具,用户可以灵活地定义出 GIS 的业务流程和功能流程. 其中,一个流程包含一连串按业务逻辑连接的节点,每个节点上绑定一个功能构件;系统调用起始节点即启动整个流程,再根据一定条件依次执行被调用流程节点上绑定的功能构件以实现流程的功能目标.

#### 3.2 功能仓库技术

功能可配制服务引擎中的功能仓库技术集成了大量类型异构、来源异构功能资源,并实现了这些功能资源在服务引擎中的统一管理和调用. 功能仓库将这些资源进行多粒度功能划分,具体包括原子粒度功能、组件方法仓库、插件仓库、功能流程仓库等,并且这些功能资源是可以不断地扩充,通过功能仓库接口规范进行封装或者通过可视化功能建模工具进行功能搭建,生成符合功能仓库规范的功能协议,再通过功能仓库元数据管理对功能协议进行统一发

进行可视化的系统界面设计,如系统的右键菜单、系统菜单、工具条、状态栏、热键、交互以及各种系统视图的位置等;安全配置服务是利用权限模块定义配置角色实现权限系统的设计;流程配置和功能配置利用工作流设计器,搭建配置功能流程和业务流程实现功能的设计;数据配置是通过数据目录的配置实现数据管理的设计;规则配置提供可视化的环境实现对不同业务规则的定义. 功能服务提供设计和运行时的服务,即在设计时提供功能入库、重构与聚合等功能,在执行时根据执行引擎提供功能执行服务. 安全服务根据权限配置信息通过权限管理体系作用于功能服务. 数据服务根据数据配置信息提供

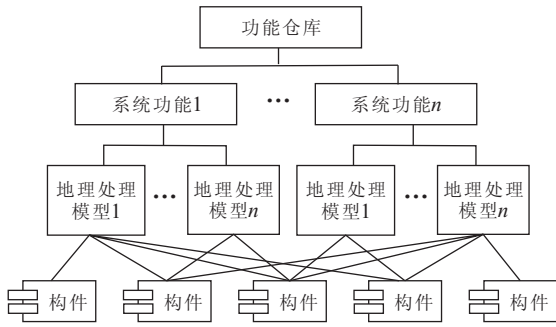


图 4 功能仓库中的功能配置

Fig. 4 The function configuration based on function warehouse

布. 最后通过服务引擎的执行体进行统一调用, 执行各种功能资源.

功能仓库结合 workflow 实现功能的可视化搭建, 使用户的工作中心由程序开发转移到业务分析和业务建模上来, 并真正实现功能的可配置性和扩展性, 如图 4 所示. 它对功能进行了统一管理, 对外公布统一的接口, 对功能可以本地或远程部署. 每个功能项类似一个小积木块, 用户不需要知道程序的开发, 只需要了解“小积木块”的作用. 在搭建系统时, 将这些“小积木块”用 workflow 通过拖放的方式“拼装”起来即可, 拼装后的“大积木块”可单独执行, 也可放入应用程序中执行, 或者再次注入功能仓库作为一个功能点供以后使用.

### 3.3 权限管理技术

权限管理是可定义的基于权限服务的权限系

统, 它以一致安全的方式在独立的进程中对用户的功能和数据访问授权, 实现功能和数据的安全, 并具有高度可扩展性. 权限管理系统定义了数据访问规则和功能权限规则. 其中, 数据访问规则是通过过滤机制限制对数据仓库视图内容的可视化和限制对数据仓库指定节点的访问, 即按规则对数据实现动态赋权, 动态生成权限属性; 功能权限规则是采用条件判断的方式来控制符合条件的功能的管理、表现及执行, 即对各种功能的单个权限的定义相当于定义了一个字段, 该字段指示了这个功能的可执行性, 然后通过规则访问该字段来判断对功能如何进行控制. 另外, 权限管理系统中定义了系统中的权限元数据, 通过用源驱动定义元数据的源属性机制, 即通过直接驱动对元数据进行组织, 并定义了元数据的源属性及维护源权限等, 从而在权限部分只需要维护源驱动.

### 3.4 搭建配置开发技术

GIS 服务引擎通过提供搭建配置工具, 构建适合不同用户需求和不同业务的 GIS 应用系统(图 5). GIS 服务引擎的功能仓库已经具备了各种插件、二次开发组件、流程仓库预置了大量的流程资源, 这些都支持在服务引擎框架下的直接调用. 通过搭建工具用户可以通过 workflow、表单工具非常方便的搭建功能、界面; 通过配置工具, 用户可方便的配置资源、目录、工具箱、视图、菜单、程序模板、实例模板和引导式加载程序实例. GIS 服务引擎所提供的开发

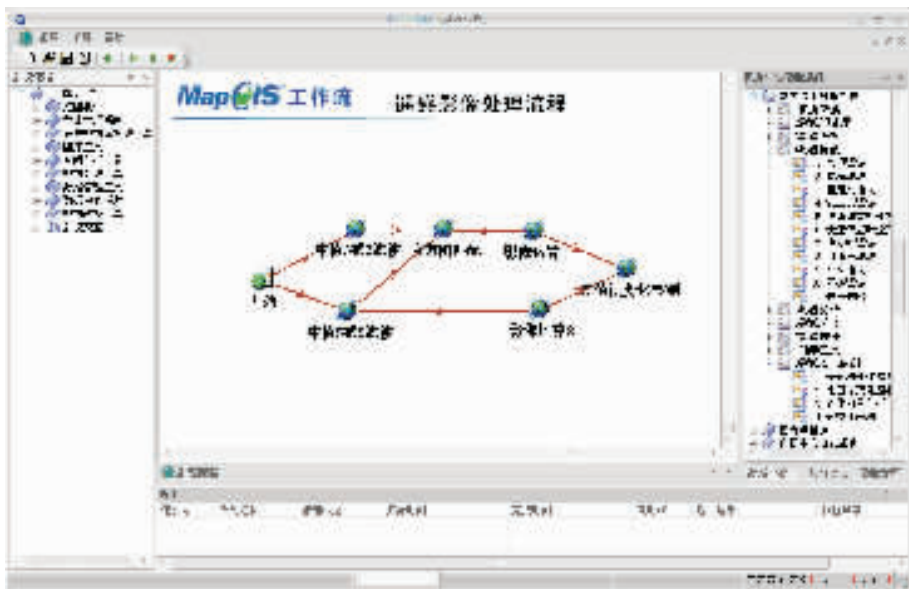


图 5 基于服务引擎的搭建配置工具

Fig. 5 The configuration tool based on service engine

技术,突破了面向业务系统开发的特定业务系统及面向问题开发的陈旧开发模式,提倡以配置式开发和搭建式开发为主要开发模式,配合以少量编码的插件式开发(如果功能仓库资源足够丰富,那么用户可以零编码),达到 SaaS 应用系统模型所提倡的多领域应用系统功能复用性、GIS 应用系统具备随需求不断变化的能力和系统在无需更改应用架构即可满足用户服务需求的目的,从而降低定制开发的成本。

## 4 应用实例

基于 SaaS 应用模型框架的遥感影像及专题产品管理系统是采用功能可配制的 GIS 服务引擎相关技术,结合遥感行业的相关数据特点及其数据处理流程,从中提取共性需求与功能,采用面向服务的架构思想,设计开发出相应的抽象功能模块,而每个功能模块又由若干基本功能单元构成,然后建立起功能与界面相分离的应用系统为用户提供服务。

遥感影像功能仓库包括功能插件库和功能方法库,它们都可以通过工作流引擎应用于搭建配置工具进行搭建式和配置式开发(图 5),功能插件库也支持扩充用户自定义的插件。功能模块与功能模块之间的连接是采用一种“松耦合”方式。“松耦合”方式是互联网的最佳耦合方式(结构灵活、可扩展性强),受网络环境影响最小。另外,影像及专题产品管理系统可以在已发布的程序框架中,动态添加功能插件,这些插件可以是操作界面,如菜单、工具条、视图等,既可以初始化配置好,界面启动时加载,也可以通过插件配置管理工具,运行时动态地加载或卸载功能插件。这样真正使系统具备了可配置性和可扩展性,使软件服务“随需而变”。

## 5 结论

SaaS 是在 21 世纪开始兴起的一种完全创新的软件应用模式和网络应用最具效益的营运模式,它在短短几年的发展中不断成熟和完善,是未来软件产业发展的新方向。

针对第四级成熟度 SaaS 模型要求和 GIS 领域应用服务特点,提出基于四级 SaaS 模型的 GIS 应用框架和功能可配制的 GIS 服务引擎模型层次结构和组成结构,并讨论了完成 GIS 应用业务流程和规则的定义和管理所涉及的工作流管理、功能仓库、权限管理和搭建配置开发等技术,最后通过基于功能可配制的 GIS 服务引擎技术搭建了遥感影像应用系统为不同用户提供服务,从而解决了基于四级 SaaS 模型的 GIS 应用中有关功能可配置、可扩展和多用户效率的技术问题,为 SaaS 这一新的软件应用模式提供了技术支撑,并为促进 GIS 应用更广、更深入地发展和更好地服务于广大用户奠定了基础。

## References

- Chong, F., Carraro, G., 2006. Architecture strategies for catching the long tail. Microsoft Corporation, U. S. A. .
- Dubey, A., Wagle, D., 2007. Delivering software as a service. [http://www.mckinsey.de/downloads/publikation/mck\\_on\\_bt/2007/mobt\\_12\\_Delivering\\_Software\\_as\\_a\\_Service.pdf](http://www.mckinsey.de/downloads/publikation/mck_on_bt/2007/mobt_12_Delivering_Software_as_a_Service.pdf)
- Foster, I., Kesselman, C., 1997. Globus: a metacomputing infrastructure toolkit. *The International Journal of Super-Computer Applications and High Performance Computing*, 11 (2): 115 — 128. doi: 10. 1177/109434209701100205
- 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

- 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.