

# 基于 workflow 引擎的空间信息服务链半透明构建技术研究

王艳军<sup>1</sup>, 邵振峰<sup>1</sup>, 慎于蓝<sup>2</sup>

(1. 武汉大学 测绘遥感信息工程国家重点实验室 湖北 武汉 430079; 2. 华中科技大学 电子与信息工程系 湖北 武汉 430074)

## Research on Semi-transparent Portfolio Construction Technology of Geospatial Information Service Chain

WANG Yanjun, SHAO Zhenfeng, SHEN Yulan

**摘要:** 从探讨空间信息服务及服务链的概念出发, 定义空间信息原子服务, 探讨空间信息原子服务质量, 构建空间信息服务网络图关联模型。在此模型的基础上, 重点设计并实现基于 workflow 引擎的半透明构建空间信息服务链, 并用试验验证该方法的有效性。

**关键词:** 空间信息服务; 原子服务; 服务质量; 服务链; 网络图关联模型

### 一、引言

随着网格技术和地球空间信息技术结合产生的网格 GIS<sup>[1]</sup>, 以及计算机 Web 技术的发展, 智能传感器与网络 GIS 的集成, 实现了空间信息的实时在线更新, 可为用户提供可视化、可量测、可挖掘和可互操作的地理信息服务<sup>[2]</sup>。在此基础上, 通过 Web Services 技术将空间数据和处理软件按照工作流程聚合起来, 数字地球也逐渐向智慧地球发展<sup>[3]</sup>。

空间信息服务, 是基于分布式计算技术和 Web 服务技术的地理空间描述服务。采用空间信息服务的方式, 可以突破现实中不同业务部门数据硬拷贝的局限。同时, 顾及单个空间信息服务提供的功能较简单, 用户往往要求更高级、更复杂的功能, 这就需要对地理本体<sup>[4]</sup> 及其应用进行建模, 对一定粒度的服务进行集成, 探索空间信息直接服务甚至直播服务<sup>[5]</sup>, 即对多个服务进行组合构建空间信息服务链, 以提供更有针对性的复杂功能。因此, 有必要进行空间信息服务链组合和构建技术的研究。

### 二、空间信息服务链

在 ISO/TC211 和 OGC 联合推出的 ISO19119 服务体系结构中, 空间信息服务链的定义为: 空间信息服务链是指空间信息服务的序列, 第一个服务的行为是产生第二个服务行为的必要条件。空间信

息服务链系统应该具有服务的发现、组合、执行能力。地理信息服务通过注册中心注册, 使用该系统查找、发现、组合所需服务。空间信息服务链系统负责执行服务流程, 并将结果返回给用户。

在空间信息服务链方面, 根据用户控制程度的不同, 可分为 3 种类型: 用户自定义(透明)链、流程管理(半透明)链和集成服务(不透明)链<sup>[6]</sup>。透明链采用人工组合方式; 不透明服务链采用聚焦服务或智能化服务的组合方式; 半透明服务链利用 workflow 技术的业务逻辑和概念逻辑分离的优点, 以及 workflow 管理系统的监控能力, 结合了透明链的灵活扩展性和不透明链的简单易用性, 是 3 种服务链中较实用灵活的一种。本文主要探讨和研究空间信息半透明服务链的智能组合构建技术。

### 三、地理空间信息服务链模型

空间信息服务链是空间信息服务的序列, 其模型包括单个服务概念和服务之间的关联评价, 并由此建立空间信息服务网络关联模型。文献[7]描述了标准 Web 服务的关系模型, 并基于服务元组链进行 Web 服务组合研究, 解决了服务链中的前驱和后继服务组合关系问题。针对地理空间信息服务链邻域, 研究和设计地理空间信息服务链模型。

#### 1. 空间信息原子服务及服务质量 QoS

空间信息服务链(service chain, SC) 可表示为:  $SC = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$ , 则服务链 SC 就由服务

收稿日期: 2011-05-17

基金项目: 国家 863 计划重点项目(2009AA121404); 国家自然科学基金(40801165)

作者简介: 王艳军(1984—), 男, 湖北枣阳人, 博士生, 主要研究方向为空间信息共享的理论与方法。

$S_1, S_2, \dots, S_n$  的组合构成,这  $n$  个服务  $S_i$  即为服务链  $SC$  的原子服务<sup>[7]</sup>。符号  $\rightarrow$  表示服务链  $SC$  中服务之间的关系。

空间信息原子服务,是服务链中实现空间信息方面的基本功能单位,包括 OGC 规范的网络地图服务(WMS)、网络要素服务(WFS)、网络覆盖服务(WCS)、网络处理服务(WPS)等。定义空间信息原子服务  $S_i = \{I_i, N_i, A_i, Q_i, F_i, O_i\}$ ,其中  $I_i, N_i, A_i, Q_i, F_i$  和  $O_i$  分别表示服务  $S_i$  的输入、名称、属性、质量、方法和输出集合。有关具体的 QoS 属性参数权重选择和参数量纲标准化方法,详见参考文献[8]。

2. 空间信息服务关联评价

对于两个不同的空间信息原子服务  $S_1$  和  $S_2$ ,文献[7]通过对 Web 服务  $O_i$  和  $I_j$  的语义比较,定义了两个服务之间的语义发散、语义聚集和语义正关联,由此构成空间信息原子服务之间的语义关系模

型,是进行服务关联评价的基础。

两个或多个空间信息原子服务的基本组合关系,根据 workflow 控制流的 5 种模式<sup>[9]</sup>,具体分为正联、聚集、发散、排斥、选择和循环等模式,如图 1 和表 1 所示。所有空间信息服务之间的所有组合关系可由这些关系模式进行扩展和组合,服务链由此可构成顺序服务链、选择服务链和循环服务链等。

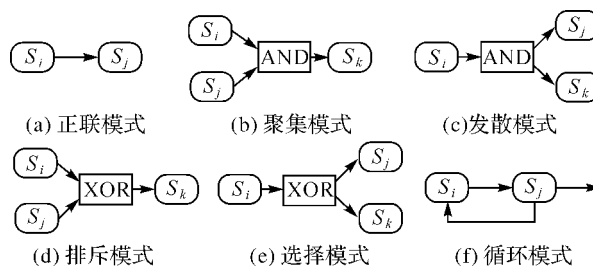


图 1 空间信息服务的关系模式

表 1 空间信息服务关系模式描述

名称	关系记号	执行条件	具体描述
(a) 正联	$S_i \rightarrow S_j$	$O(S_i) = I(S_j)$	执行 $S_i$ 后可顺序执行 $S_j$
(b) 聚集	$(S_i + S_j) \downarrow S_k$	$O(S_i) \cup O(S_j) = I(S_k)$	并行 $S_i$ 和 $S_j$ 后执行 $S_k$
(c) 发散	$S_i \uparrow (S_j + S_k)$	$I(S_i) = O(S_j) \cup O(S_k)$	执行 $S_i$ 后,同时执行服务 $S_j$ 和 $S_k$
(d) 排斥	$(S_i - S_j) \rightarrow S_k$	$O(S_i) = I(S_k)$ 且 $O(S_j) = I(S_k)$	单独执行 $S_i$ 或者 $S_j$ 后,执行 $S_k$
(e) 选择	$S_i \rightarrow (S_j - S_k)$	$O(S_i) = I(S_j)$ 且 $O(S_i) = I(S_k)$	执行 $S_i$ 后选择执行服务 $S_j$ 或 $S_k$
(f) 循环	$(S_i f S_j)_n$	$O(S_i) = I(S_j)$ 且 $I(S_i) \subset O(S_j)$	循环执行 $S_j$ 和 $S_i$ , $n$ 表示循环次数

显然服务链  $SC$  表达式中的  $\in \{\rightarrow, +, -, \downarrow, \uparrow, f\}$ ,任意两个空间信息原子服务  $S_i$  和  $S_j$  的关联评价可表示为:  $R_{ij} = \frac{O(S_i) \cap I(S_j)}{O(S_i) \cup I(S_j)}$ ,  $R'_{ij} = \frac{O(S_i)}{I(S_j)}$  ( $i \neq j, R_{ii} = R'_{ii} = 1$ )。  $R_{ij}$  是服务  $S_i$  和  $S_j$  的关联评价函数;  $R'_{ij}$  是服务  $S_i$  和  $S_j$  的关联度。当  $R_{ij} = R'_{ij} = 1$  时,表示正联模式,关联度正好;当  $R_{ij} = R'_{ij} = 0$  时,表示  $O(S_i) \cap I(S_j) = \emptyset$ ,服务  $S_i$  和  $S_j$  完全没有关联;当  $0 < R_{ij} < 1$  时为聚集模式或发散模式,其值偏离 1 越小表示关联越近,反之亦然;当  $0 < R'_{ij} < 1$  时表示聚集模式,且  $R'_{ij}$  值越大聚集度越高;当  $R'_{ij} > 1$  时表示发散模式,且  $R'_{ij}$  值越大发散度越高。

3. 空间信息服务网络图关联模型

定义空间信息服务研究域集合  $\{S, R, W, SC\}$ ,将研究域  $\{S, R, W, SC\}$  中的  $\{S_1, S_2, \dots, S_n\}$  作为顶点  $V$  集合,服务链  $\{SC_1, SC_2, \dots, SC_j\}$  作为边  $E$  集合,可构成空间信息服务网络。根据服务关联评价  $R_{ij}$  的定义,可以生成空间信息服务网络图关联矩阵  $W$

$$W = \begin{bmatrix} R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & R_{22} & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & R_{nn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & R_{12} & \dots & R_{1n} \\ R_{21} & 0 & \dots & R_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ R_{n1} & R_{n2} & \dots & 0 \end{bmatrix}$$

四、基于 workflow 引擎的服务链构建

在各种空间信息服务资源的基础上,采用 workflow 引擎技术建立服务链系统逻辑框架,结合地理空间信息服务链及其网络图关联模型,实现分布异构的地理空间信息服务链半透明构建,使空间信息服务充分实现“按需组合”的方式<sup>[10]</sup>。本文研究的空间信息服务链 workflow 引擎主要包括服务的选择、激活条件、执行活动、角色和管理等,基于 workflow 引擎的服务链构建系统逻辑结构,如图 2 所示。该 workflow 引擎将通过空间信息服务目录调用已注册发布的地图数据服务和功能服务等,进行服务审核、发现、登记、选择,进而构建服务链,以实现更高级的空间处理功能。

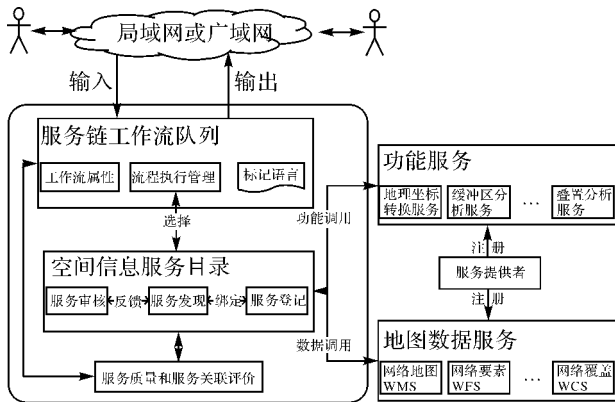


图2 服务链 workflow 引擎的逻辑结构

### 五、试验分析

本试验基于 workflow 引擎构建了实现国土资源综合管理的服务链,以验证本文上述的服务链模型及其半透明构建技术。国土资源综合管理服务链主要根据输入的地域范围,结合城市基础地图、城市地籍数据、遥感/航拍影像和规划建设用地数据,分析实际建设用地使用情况,进行区域违法用地查处和管理,所构建的服务链如图3所示。

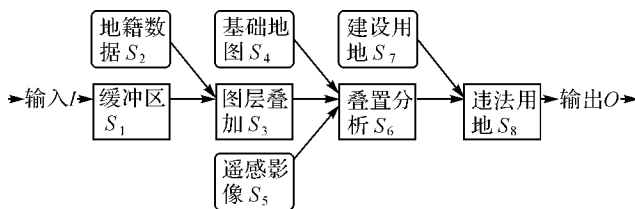


图3 国土资源综合管理服务链

该服务链  $SC = \{(((S_1 + S_2) \downarrow S_3) + S_4 + S_5) \downarrow S_6) + S_7) \downarrow S_8\}$  中椭圆 S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub>、S<sub>5</sub> 和 S<sub>7</sub> 为网络地图数据服务; 方框 S<sub>1</sub>、S<sub>3</sub>、S<sub>6</sub> 和 S<sub>8</sub> 为地理处理功能服务。构建的国土资源综合管理违法用地查处服务链,执行结果效果如图4所示。其中,图4(a)是相关的网络地图数据服务 S<sub>2</sub>、S<sub>4</sub> 和 S<sub>5</sub> 的叠置显示分析,图4(b)是根据规划建设用地得出的违法用地在建项目。

### 六、结束语

本文从目前空间信息服务的发展趋势出发,探讨了空间信息服务链的半透明构建技术,定义了空间信息原子服务概念,并由此进行服务质量 QoS 及其关联评价,建立空间信息服务网络图关联模型。在该模型的基础上,重点研究了基于 workflow 引擎的空间信息服务链半透明构建技术,实现了国土资源违法用地查处和综合管理。



(a)



(b)

图4 国土资源综合管理服务链执行结果

本文是空间信息服务链研究的有益尝试,扩展了服务链的研究和应用思路,在空间信息服务质量 QoS 和关联评价指标方面,以及服务链智能组合构建算法方面可以进一步深化和扩展。

### 参考文献:

- [1] 李德仁. 论广义空间信息网格和狭义空间信息网格[J]. 遥感学报, 2005, 9(5): 513-520.
- [2] 李德仁, 邵振峰. 论新地理信息时代[J]. 中国科学 F 辑: 信息科学, 2009, 39(6): 579-587.
- [3] 李德仁, 龚健雅, 邵振峰. 从数字地球到智慧地球[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2010, 35(2): 127-132.
- [4] 隋春光, 李霖. 本体的概念、构建及其在地理信息科学中的应用[J]. 测绘通报, 2010(4): 19-21, 43.
- [5] 张永生. 现场直播式地理空间信息服务的构思与体系[J]. 测绘学报, 2011, 40(1): 1-4.
- [6] 贾文珏, 李斌, 龚健雅. 基于 workflow 技术的动态 GIS 服务链研究[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2005, 30(11): 982-985.
- [7] 王伟强, 刘大有, 李嘉菲, 等. 基于服务元组链的 Web 服务组合方法[J]. 吉林大学学报: 理学版, 2009, 47(1): 57-62.
- [8] 宋现锋, 刘军志. QoS 支持下的 GIS 服务链最优化问题研究[J]. 电子科技大学学报, 2010, 39(2): 298-301, 315.
- [9] MEYER H, WESKE M. Automated Service Composition Using Heuristic Search[J]. Business Process Management, 2006, 41(2): 81-96.
- [10] 王家耀, 孙庆辉, 吴明光, 等. 面向智能空间信息服务的网格 GIS 节点构建[J]. 武汉大学学报: 信息科学版, 2009, 34(1): 1-6.