

# 基于空间分析服务的模型组装平台的设计与实践

周 波 ,刘学军 ,晋 蓓

( 1. 南京师范大学地理科学学院 ,江苏 南京 210023)

( 2. 南京师范大学虚拟地理环境教育部重点实验室 ,江苏 南京 210023)

**[摘要]** GIS 应用日趋广泛 ,但目前单独一个 GIS 系统难以满足多种应用模型的需要 ,利用 Web 服务将空间分析功能共享与组合是一种可行的快速解决办法. 本文借鉴面向服务架构概念和 Web 服务技术 ,将空间分析功能封装为空间分析服务 ,对 GIS 空间分析服务间的几种基本逻辑关系进行了抽象与总结 ,提出了利用 Web 服务组合构建空间分析模型的思想 ,并以 GIS 中水文分析模型为例对模型构建过程中的空间分析服务封装、组合以及模型构建几个阶段进行了研究和实践 ,实现了在 Web 环境下水文分析模型的平台构建.

**[关键词]** 空间分析 ,Web 服务 ,面向服务架构

**[中图分类号]** P208 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 1001-4616(2012) 04-0101-05

## Design and Practice of Application Model's Assembling Platform Based on Geo-Spatial Analysis Service

Zhou Bo ,Liu Xuejun ,Jin Bei

( 1. School of Geography Science ,Nanjing Normal University ,Nanjing 210023 ,China)

( 2. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment of Ministry of Education ,Nanjing 210023 ,China)

**Abstract:** The applications of GIS are becoming more extensive ,but any single system is difficult to meet the need of application models ,while sharing and combining spatial analysis functions by Web Service is a viable and quick solution. Referencing to the concept of SOA and the technology of Web Service ,this paper packaged spatial analysis functions into services ,classified and summarized the basic logic relation about the GIS service's combination ,then established the prototype system with web services in order to construct a practical model. At last ,taking the hydrological model in GIS as an example ,spatial services' extraction ,combination and model's construction are studied and analyzed.

**Key words:** spatial analysis ,Web service ,SOA

空间分析是 GIS 系统的主要特征 ,郭仁忠在《空间分析》<sup>[1]</sup>一书中曾对 GIS 空间分析发展方向作出预言——“地理信息系统必将向着能够提供丰富、全面的空间分析功能的智能型 GIS 的方向发展”、“理想的状态是找出空间分析的基本算子和对象 ,以某种运算逻辑积木式组合为复杂的分析模型 ,这应该是最具有刺激性和挑战性的研究课题”。

传统的 GIS 系统与空间分析模型组合的思想有两种:一种是外挂式集成 ,即借助其他软件环境或计算机编程语言来实现分析模型;一种是内嵌式集成 ,即在 GIS 二次开发中将模型与 GIS 空间分析功能集成. 但这两种模型构建的思想都局限于桌面应用软件 ,工作量大 ,难以得到推广和共享. Web 技术的发展和 SOA( Service-Oriented Architecture) 思想<sup>[2-3]</sup>的提出为 GIS 的发展提供了新的机遇. Google Earth<sup>[4]</sup>、MapX-treme<sup>[5]</sup>、GeoSurf<sup>[6]</sup>、GeoBeans<sup>[7]</sup>等都是基于 C/S 或者 B/S 模式搭建的平台 ,为用户提供了在线地图数据的浏览和目标查询 ,并支持二次开发;武汉大学开发的 GeoGlobe 是基于 SOA 架构 ,参照 OGC 标准服务规范建设 ,实现了空间信息资源分布式管理、集中共享与服务. 它们不同程度地满足空间分析模型的部分需

收稿日期:2012-03-12.

基金项目:国家“863”计划项目(2011AA120303)、国家自然科学基金资助项目(40971230)、江苏省普通高校研究生科研创新计划资助项目(CXZZ11\_0878)。

通讯联系人:周波,博士研究生,研究方向:GIS 系统构建、三维空间分析、数字高程模型构建. E-mail:zhoubo810707@163.com

求,但对于复杂空间分析模型和用户自定义空间分析模型的构建,提供的功能有限。

因此,本文提出利用空间分析服务来构建复杂分析模型的思想,对模型构建过程中服务封装、服务组合、模型构建这几个流程分别进行了分析,提出了建立 GIS 空间分析模型组装平台的思路,对 GIS 空间分析模型构建平台的建立进行了研究与实践。

## 1 空间分析模型构建方法

### 1.1 空间分析模型组合基本流程

基于 Web 服务的空间分析模型的构建需要服务器端和客户端的共同协作来完成,服务器端完成原子服务的提交和注册,为客户提供各种原子服务;客户端则是利用这些原子服务来完成模型的构建。

如图 1 所示,空间分析服务完成提交后,需要建立各个空间分析功能之间的逻辑关系矩阵,逻辑关系矩阵存储各个空间分析在服务流程中的先后关系,逻辑关系矩阵的建立主要是用于对模型定制后原子服务组合的合理性判断,以此来保证模型的正确性。空间分析模型的构建由用户在客户端来完成,用户在登录分析平台后,利用编辑界面来完成分析模型的构建,并调用逻辑关系库对服务组合的逻辑关系进行判断,然后再委托服务调用机制来完成 Web 服务的调用,在完成运算后将结果返回给用户。

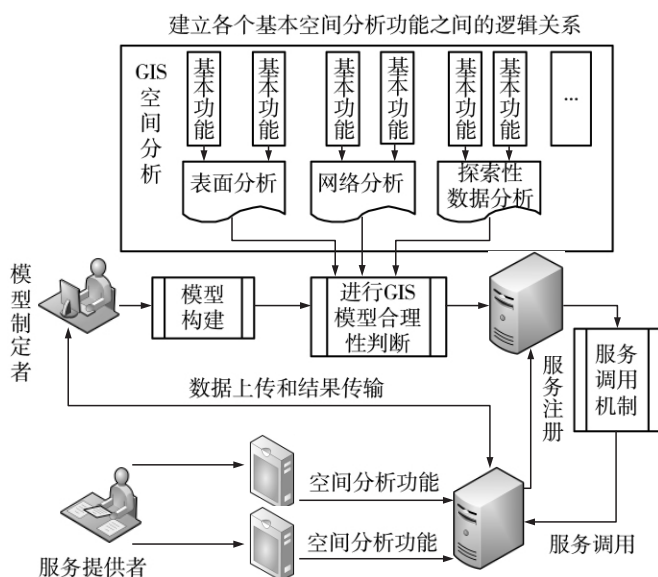


图 1 空间分析服务定制流程

Fig. 1 The process of spatial analysis service's customization

### 1.2 空间分析服务封装的基本原则

一个空间分析原子服务也由完整的流程构成,一般由 3 个主要阶段组成。输入( Input):完成数据的输入以及各种空间分析操作输入;运算( Processing):在完成空间分析操作后,对空间分析数据及其空间分析操作来进行算法运算;输出( Output):完成运算结果的输出以及各种可视化表示。

在输入端,由于空间数据的特殊性<sup>[8]</sup>,除了待分析的矢量数据、栅格数据等原始数据之外,不仅要输入各种常用信息(时间、经纬度等),还需要利用各种交互式操作来输入数据;由于输入数据的多样性,可考虑采用面向对象的思想来对空间分析的数据进行封装,将输入的数据封装成独立对象,如各种几何数据则封装成点对象、线对象(直线、射线、线段)、面对象、体对象。而在输出端,服务功能主要是对分析结果进行可视化表示以及各种统计性图表的表述。

### 1.3 空间分析服务间逻辑关系

GIS 中的服务组合并不是简单的实现服务的接口对接,需要考虑到各个服务间的逻辑关系。本文在文献[9]的基础上,将 GIS 空间分析体系下常见原子服务之间的逻辑关系划分为以下几种(见图 2):

#### (1) 顺序关系

顺序组合表示多个原子服务按照一定的顺序依次执行,前一个空间原子服务执行完毕后,后一个空间原子服务才能开始执行,且前一服务的执行为后一服务执行的必要条件。在一般情况下,后一个空间原子服务的输入依赖于前一原子服务的运行结果。

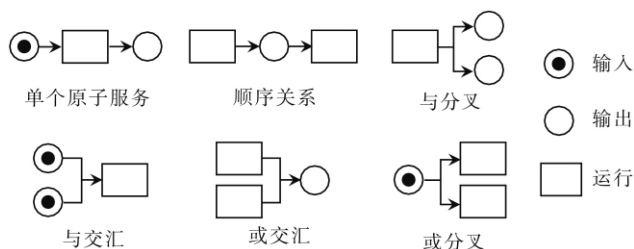


图 2 基本服务之间基本关系

Fig. 2 The basic relationship between the basic services

#### (2) 或关系

或关系表示多个空间原子服务在同一输入

条件下任何一个都能运行. 一般来说, 下一服务只需多个服务运行一个就能满足服务链继续向下运行的条件, 或关系又分为或交汇和或分叉. 或交汇表示有多个服务运行后的结果都能满足下一服务运行的条件, 或分叉关系表示在同一输入条件下能同时进行多项服务的运行.

### (3) 与关系

与关系表示多个空间原子服务同时并行地执行, 彼此之间没有数据与消息传递的影响, 并行的空间原子服务都执行完毕后, 后继的服务才能开始执行. 与关系分为与交汇和与分叉, 与交汇关系表示同时满足多个输入条件后才能运行, 与分叉表示一个服务运行后输出多个结果.

利用这 3 种基本关系, 就能实现对现有空间分析服务的组合, 完成空间分析模型的组建.

## 1.4 服务组合方法

Web 服务组合在目前没有一个统一的定义, 但是通过已有的定义<sup>[10-12]</sup>来看, 服务组合是指利用具有单一功能的、分散的 Web 服务组件来构成具有内部流程逻辑的增值服务, 并使它们按照一定的组合规则协同地工作来完成服务请求, 一个复杂的空间分析模型就可以看作是一个完成组合的服务.

当前, Web 服务组合的方法主要有如下几种<sup>[13]</sup>: 基于工作流的 Web 服务组合、基于语义的 Web 服务组合、Web 组件方法、基于 Petri 网的 Web 服务组合方法. 而这些服务组合方法大都是计算机专业人员制定的方法, 对于适合 GIS 空间分析组合的方法尚未有相关研究.

在本文中, 采用先进行逻辑关系检查, 后进行服务组合运算的策略. 首先将参与组合的服务链抽象为算式运算, 再对每一步的服务组合进行逻辑关系矩阵检测, 检测结果符合 GIS 运行规律的才能进行服务组合. 其中, 顺序运算用“+”表示, 与运算用“&&”表示, 或运算用“||”表示, 其运算规则为: 与、或运算优先于顺序运算, 运算顺序为从左到右, 括号内的运算式优先运算; 逻辑关系矩阵的建立为各个简单服务间的顺序关系. 如有一服务组合运算式为  $(A + B) \&\& C + D$ , 则其表达的含义为服务 A 与服务 B 进行顺序组合后再与服务 C 进行与组合, 然后与服务 D 完成顺序组合.

## 2 实例分析与实现

### 2.1 流域分析说明

本文以 GIS 空间分析中的流域分析为例, 利用组成流域分析的简单空间分析服务进行了封装和组合. 常见的流域分析主要由以下几个基本功能块组成: 洼地填平处理、水流方向矩阵功能块、水流累积流量功能块、流域分割、网络提取. 其中, 各个空间分析服务运行顺序如图 3(a) 所示.



图 3 流域分析过程及其服务提取

Fig. 3 Watershed hydrology analysis and service's extraction

对分解后的原子服务进行组合, 可行的流域分析服务组合过程如下:

- (1) 简单服务提取并实现对服务的封装, 如图 3(b) 所示, 将原有流程分解为 7 个简单服务;
- (2) 建立各个服务间的逻辑关系矩阵;
- (3) 对各个简单服务进行服务组合, 如图 4 所示, 并对组合后的服务进行算式表达, 来进行服务组合的合理性判断和服务组合运算以及接口是否相符合判断;

(4) 运行组合后的服务并添加可视化服务以进行结果显示.

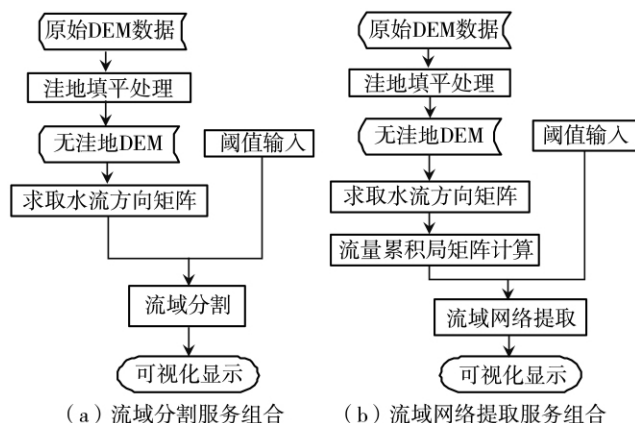


图4 流域分析服务组合

Fig. 4 The combination of watershed hydrology analysis services

## 2.2 原型系统的实现

本文原型系统的开发得到了由武汉大学、中国地质大学(武汉)、浙江大学和南京师范大学联合开发的 GeoScope 空间分析开发团队的大力支持,在 MFC 应用程序的基础上,添加了对 Web 服务的调用,采用调用本地 Web 服务的方法,实现了在 VS. Net 平台下对 Web 服务的调用,如图 5 所示,其左上图是对原始数据的显示,右上图是完成流域提取的结果显示,下方的图是完成流域分割的结果显示,表示完成了本次原型系统的实现,具体实现界面如图 5 所示.

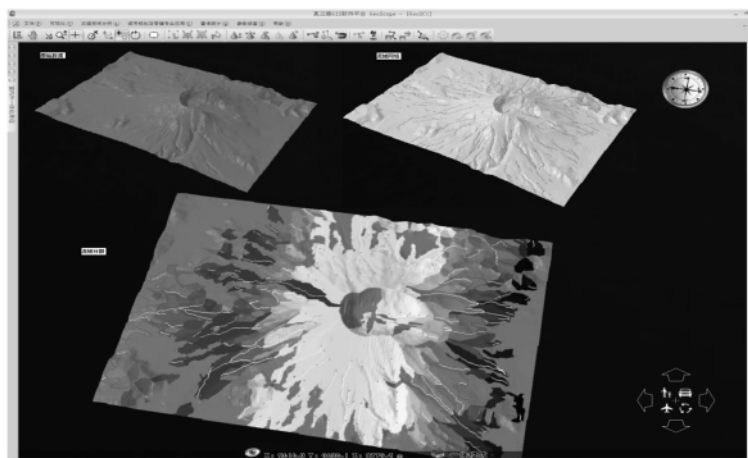


图5 原型系统展示

Fig. 5 The prototype system

## 3 结语

本文提出了利用 Web 服务来封装空间分析服务,组成空间分析“零件”,然后利用服务组合技术来构建应用模型这一“机器”的思想.在研究与实践过程中,对原子服务间逻辑关系的基本类型进行了总结,提出了在实际构建过程中服务组合的可行方法,以构建 GIS 中水文分析模型为例来对整个流程进行了分析和验证,论证了在 Web 环境下建立空间分析服务组装平台的可行性.

研究与实践结果表明,Web 服务技术能够保证空间分析功能的共享与调用,服务组合技术能够实现空间分析功能的组合来构建空间分析应用模型,说明了利用 Web 服务构建应用模型是可行的,这也是今后 GIS 空间分析的发展方向.在研究过程中,本文所选用的实例规模较小,如何对整个 GIS 空间分析体系中功能进行服务封装与实践,以及在实践中遇到的其他问题如服务访问速度的保证、服务安全的维护,这些都需要在今后的研究工作中通过大量实践来完善.

[参考文献]

- [1] 郭仁忠. 空间分析[M]. 北京: 高等教育出版社 2001: 10-15.
- [2] David Sprott ,Lawrence Wilkes. 理解 SOA 面向服务的体系结构[EB/OL]. [2005-10-17]. <http://www.microsoft.com/china/MSDN/library/architecture/USOA.aspx?mfr=true>.
- [3] SOA. 引领软件发展新方向[EB/OL]. [2006-06-02]. <http://www.e-works.net.cn/tbbd/soa/x1.htm>.
- [4] 艾廷华. 网络地图渐进式传输中的粒度控制与顺序控制[J]. 中国图像图形学报 2009 ,14( 6) : 999-1 006.
- [5] 王景中 ,王博 ,李会丹. 基于 MapXtreme 的 Web GIS 开发技术[J]. 北京工业大学学报 2009 ,35( 11) : 1 460-1 465.
- [6] 杨帮会 ,何宗宜. 基于 GeoSurf 的南极 Web GIS 的实现[J]. 极地研究 2005 ,17( 2) : 149-156.
- [7] 李军 ,邹艳红 ,戴塔根. 基于 GeoBeans 的 Web GIS 开发与实现[J]. 矿山测量 2004 ,3: 13-15.
- [8] 王劲峰 ,李连发 ,葛咏 等. 地理信息空间分析的理论体系探讨[J]. 地理学报 2000 ,55( 1) : 92-103.
- [9] 王方雄. 基于原子服务的网格空间信息服务互操作研究[D]. 武汉: 武汉大学遥感信息工程学院 2005: 51-57.
- [10] Pires P F ,Benevides M ,Mattoso M. Building reliable Web services compositions[J]. Lecture Notes in Computer Science , 2002 ,2593: 551-562.
- [11] Chakraborty D ,Perich F ,Joshi A ,et al. A reactive service composition architecture for pervasive computing environments [C]// Proc of the IFIP TC6/WG6. 8 Working Conference on Personal Wireless Communications. Washington ,DC: IEEE Computer Society 2002: 53-62.
- [12] Sirin E ,Parsia B ,Wu D ,et al. HTN planning for Web service composition using SHOP2[J]. Journal of Web Semantics 2004 , 1( 4) : 377-396.
- [13] 苑庆涛 ,陈彦萍. Web 服务组合方法研究综述[J]. 电脑知识与技术 2010 ,6( 7) : 1 585-1 587.

[责任编辑: 丁 蓉]