

基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成研究

于海龙^{1,2}, 邬伦¹, 刘瑜¹, 李大军³, 刘丽萍⁴

(1. 北京大学 遥感与地理信息应用研究所, 北京 100871; 2. 上海水产大学 信息学院, 上海 200090; 3. 东华理工学院 测量系, 江西 抚州 344000; 4. 华东理工大学 商学院, 上海 200237)

A Study of Integration between GIS and GIS-based Model Based on Web Services

YU Hai-long^{1,2}, WU Lun¹, LIU Yu¹, LI Da-jun³, LIU Li-ping⁴

(1. Institute of Remote Sensing and Geographic Information Systems, Peking University, Beijing 100871, China; 2. College of Information, Shanghai Fisheries University, Shanghai 200090, China; 3. East China Institute of Technology, Fuzhou, 344000, China; 4. School of Business, East China University of Science and Technology, Shanghai, 200237, China)

Abstract: The status and problems of the integration between GIS and GIS-based Model (GBModel) is analyzed. The method of integration between GIS and GBModel is proposed based on Web Services. GBM services architecture based on RM, ODP and the relationship with OpenGIS's are analyzed. The integrated services train style, the integrated procedure and the developed flow are discussed between GBM services and GIS. Taking the Modern Catchment Geomorphic Evolution Model (MCGEM) as an example, the integration experiment is implemented, and the results demonstrated the method proposed in this paper is right.

Key words: Geographic Information Services (GIServices); GIS-based Model Services; Services Integration; Web Services; GIS

摘 要: 分析 GIS 与应用模型集成的研究现状及存在的问题。针对存在的问题, 提出基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成方法。具体定义应用模型服务体系及其与空间信息服务体系的关系, 讨论基于服务链的 GIServices 与应用模型服务集成服务链样式、集成实现过程、集成开发流程, 给出基于服务集成实现小流域地貌演化问题计算的服务集成分析设计与实验结果。实验结果证明本文提出的基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成方法正确可行。

关键词: 地理信息服务 (GIServices); 应用模型服务; 服务集成; Web Services; GIS

1 前 言

1.1 GIS 与应用模型集成研究现状及存在问题

为了拓宽 GIS 的应用领域, 提高 GIS 的空间分析功能, 解决复杂地理问题, GIS 与应用模型或模型管理系统 MMS (Model Management System) 集成是必然趋势。从目前研究现状来看: GIS 与应用模型集成可以在两种粒度上进行, 即单模型与 GIS 集成或模型管理系统 MMS 与 GIS 集成^[1~6]; GIS 与应用模型集成可以分为三个层次: 松散集成、紧密集成与无缝集成^[3,5,7]; 按照集成环境不同, GIS 与应用模型集成可以分为

两类: GIS 环境内部集成与 GIS 环境外部集成^[8]。GIS 环境内部集成指应用模型作为 GIS 应用系统的一个或多个模块, 在 GIS 环境内完成集成, 实现具体问题解决^[4,9~11]。GIS 环境外部集成指在应用系统中嵌入 GIS 的功能, 如空间分析、数据管理、地图可视化功能等, 并利用应用系统的应用模型计算功能, 完成具体问题处理^[5,7,12]。GIS 与应用模型集成还存在如下问题。

1. 不管采用 GIS 环境内部集成或外部集成, 以及 3 种集成方法的何种集成方式, 目前大都采用系统集成模式, 对数据与功能进行融合, 这样不可避免地要把 GIS 系统的功能和数据全部或部

收稿日期: 2005-01-24; 修回日期: 2005-12-05

基金项目: 国家“十五”重点科技攻关项目“城市规划建设、管理与服务数字化工程”(2002BA107B)

作者简介: 于海龙(1971-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为地理信息系统方法、模型复用理论与方法、分布式智能空间决策支持等。E-mail: yuhailongrs@263.net

分包含进去,产生明显的功能冗余,使集成效率低下,且由于功能复杂限制了用户的使用;虽然基于组件技术可以实现组件之间集成,但组件技术不支持跨平台异构环境,使得集成效果与应用范围受到限制。

2. 单模型与 GIS 集成,多表现为专题系统,应用模型内嵌在应用系统中,表现为具体的功能模块,模型并未单独管理,无统一的模型描述信息或模型元数据等,各单模型很难实现抽取、集成、动态修改演化,应用模型复用困难。

3. 采用应用模型管理系统 MMS 与 GIS 进行集成,虽然可以采用 MMS 实现对模型的修改维护、调用执行等。但各模型库的组织方法、模型表示方法、模型抽取集成方法、模型与数据的链接规则、模型元数据等无统一标准,难以实现模型复用,不能有效地利用应用模型库资源。

4. GIS 与应用模型集成,解决复杂地理问题,用户操作界面复杂,给用户的应用带来巨大的困难,限制了 GIS 的应用推广。

1.2 分布式环境下 GIS 与应用模型集成从系统模式到服务模式的转变

随着 IT 领域的突飞猛进,基于分布式计算技术的应用越来越多。从 20 世纪 60 年代以来,计算模式的发展已经经历了单机计算、集中计算到 C/S 模式、B/S 模式(三层结构模式)的不同阶段,正逐渐进入以 Web Services 为主要特征的面向服务的计算模式。

基于 Web Services 技术,系统的开发商不是向用户提供系统,而是向用户提供服务,特定站点的空间信息服务(GIServices)可以由开发商运营,也可以由第三方运营;用户获取数据后,提供给远程服务器,服务器最后将计算结果返回给用户^[13]。

基于 Web Services 技术, GIS 与应用模型将以服务模式提供应用,通过 GIServices 与应用模型服务集成解决复杂地理问题。由于只同解决具体问题相关的服务集成,且支持异构环境,因此将解决系统集成功能冗余弊端以及需要同构环境的限制;同时应用模型以服务的方式提供应用,成为相对自治的个体,采用统一的描述语言描述,因此便于演化、维护与复用,可支持跨平台、专业领域间、异构环境下的应用模型复用与集成,将解决模型复用困难问题;由于避免了系统集成功能冗余

问题,并且基于浏览器实现集成运算,使得集成界面相对简单清晰。因此,基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成,将可以解决目前 GIS 与应用模型系统集成功能冗余、应用模型复用困难、集成界面复杂等问题。

本文主要分析给出应用模型服务体系及其与空间信息服务体系的关系,讨论基于服务链的 GIServices 与应用模型服务集成方法,最后给出研究实例。

2 应用模型服务体系及其与空间信息服务体系的关系

应用模型服务体系是应用模型服务、应用模型管理系统功能服务分解后的相关服务的组织体系,该体系定义应用模型相关服务的功能种类以及各服务的相互关系,是基于 Web Services 实现 GIServices 与应用模型服务集成的基础。依据 OpenGIS 抽象规范主题十二以及 ISO/TC211 19119 定义的地理信息服务体系的原则与方法^[14,15],本文初步定义了应用模型服务体系,该体系与 OpenGIS 的空间信息服务体系的 6 大类服务对应,即分为模型交互服务、模型管理服务、工作流及任务管理服务、模型处理服务、模型通讯服务、模型系统管理服务。表 1 给出了应用模型服务体系中的模型交互服务、模型管理服务、模型处理服务的服务组成,而工作流及任务管理服务、模型通讯服务、模型系统管理服务与 RM-ODP [ISO/IEC10746]及 ISO/TC211 19119 定义的相关服务一致,本文不再给出。

图 1 给出了应用模型服务体系与 OpenGIS 服务体系的关系,从图 1 中可以看出应用模型服务体系与 OpenGIS 服务体系处于并列关系,都是基于 RM-ODP 计算视图定义的服务体系,两类服务体系相互关联,支持具体问题的解决。

应用模型服务体系及与空间信息服务体系关系的确立,初步明确了应用模型以及模型管理功能的服务组成以及应用模型在实际具体问题处理中的地位与作用(在 OpenGIS 抽象规范与实施规范中没有单独提出应用模型问题),实现了空间信息处理与领域应用模型分离,进一步提高了空间信息处理功能以及应用模型的复用性能,增强了信息综合应用能力。

表 1 应用模型服务体系

Tab. 1 Architecture of GIS-based model services

服务种类	服务名称	描述	备注
模型交互服务	目录浏览服务	支持客户端用户定位、浏览模型描述元数据与服务元数据。	同 OpenGIS 目录浏览服务
	模型浏览	支持客户端用户浏览一个或多个模型,支持模型查询,并显示模型服务组件构成与接口等信息。	
模型管理服务	模型访问服务	支持客户端用户对模型的访问,返回模型计算结果,也可提供模型组件与模型描述文档。	
	模型目录服务	支持模型描述元数据与服务元数据的存储与管理。	
	注册服务	进行服务注册	同 OpenGIS 注册服务
模型处理服务	模型转换	为实现模型集成,而进行的模型描述方法与描述语言之间的转换以及模型运行实体开发环境的转换	应用于不同建模方法与不同模型定义语言定义的模型之间,以及不同开发环境开发的模型软件体之间
	模型服务封装	对于已有的非服务方式提供的模型、模型库,进行服务封装,并发布模型服务。	建立模型定义文档、模型元数据文档、模型服务描述文档
	模型服务生成与模型库建库	对具体应用模型服务开发、组织入库,管理各个模型描述实体与运行实体,建立应用模型库,提供模型服务	开发或演化模型组件,定制模型服务;建立模型组件字典、模型定义文档、模型元数据文档、模型服务描述文档
	模型组件抽取与集成	从具体应用模型库中抽取与选择符合具体要求的模型应用模型组件,集成各模型组件生成新的模型。集成包括模型描述实体集成与运行实体集成两个方面,集成后生成应用模型服务	建立模型定义文档、模型元数据文档、模型服务文档,并定制应用模型服务
	模型维护、演化	应用模型组件进行增、删、更新等,并对应用模型的不同版本信息进行管理,并动态更新维护模型描述实体,与模型版本一致,并生成应用模型服务	开发模型组件,定制模型服务;建立模型组件字典、模型定义文档、模型元数据文档、模型服务描述文档
	模型有效性验证、模型检验、模型不确定性与复杂性评价	对已经生成的应用模型进行模型有效性验证、模型结果检验、模型不确定性与复杂性评价	

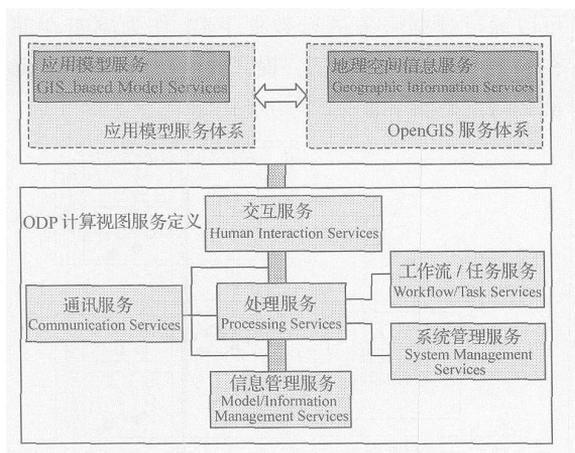


图 1 应用模型服务体系与 OpenGIS 服务体系关系
Fig. 1 Relationship of architectures between GIS-based model and OpenGIS

3 基于服务链的 GIServices 与应用模型服务集成方法

3.1 GIServices 与应用模型服务集成链

依据 RM-ODP 对链的定义,服务链定义为服

务的序列,对于每一相邻的一对服务而言,前一服务是后一服务发生的必要条件。通过服务链将有效地组织各服务,而这些服务组合并不全是预先组织好的,而是依据用户的需求,在实际应用中生成的。

不同的服务链的结构反映服务应用的不同方式,反映用户在服务集成实现过程中参与的工作内容的不同。按照用户在服务中参与的内容,服务链可以分为如下 3 种:用户自定义链(透明链)、工作流管理链(半透明链)、集成链(不透明链)^[15]。

GIServices 与应用模型服务集成链是 GIServices 与应用模型服务集成应用的主要方式,该链所触发的服务包括 3 部分:应用模型服务与模型处理服务;空间信息服务 GIServices;其他信息服务等。GIServices 与应用模型服务集成链同样可以定义为自定义链、工作流管理链、集成链 3 种样式,且各种服务链也可以实现组合生成新的服务链,进而可以构建链库。

GIServices 与应用模型服务集成链所集成的服务种类增加了应用模型服务及应用模型处理服

务,将空间信息处理流程由目前普遍认可的“数据服务 + 空间信息处理服务”流程细化为“数据服务 + 空间信息处理服务 + 应用模型服务 + 模型处理服务”的流程,这将实现空间信息处理功能与应用模型之间,以及领域内不同应用模型之间进行集成,支持分布式环境下复杂问题计算。

3.2 GIServices 与应用模型服务集成实现过程

采用服务链的方式,GIServices 与应用模型服务集成具体实施过程包括:服务链划、服务链定义、基于元数据的服务发现与评价、服务链动态构建、服务链执行 5 个过程。具体实现过程如图 2。

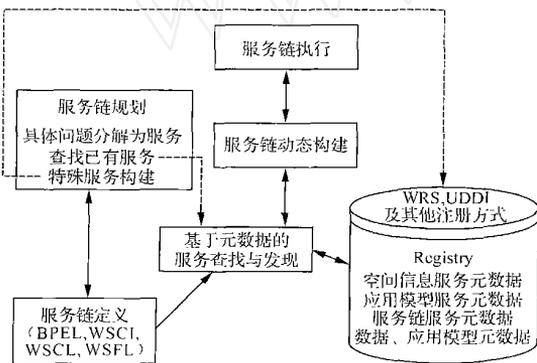


图 2 应用模型服务集成实现过程

Fig. 2 Procedure of integration among GIS-based model Services

1. 服务链规划。服务链规划将对具体问题进行分析,确定所需服务,并明确各服务的链接关系。这些服务部分可能是已有服务的抽取、集成(可通过基于元数据的服务发现与评价过程获取),部分可能需要重新组织开发,从而满足解决具体问题需求。问题的解决方案需要利用一种描述语言表达所需各服务的属性、方法,服务之间的时态与非时态限制等。

2. 服务链定义。服务链定义主要考虑的是理论上的服务集成,依据服务链规划对问题的分解,确定服务组合之间的关系,定义服务链(基于 Petri 网的服务链描述是服务链定义分析的基础^[16]),并用服务链定义语言描述。服务链定义语言主要有 BPEL, WSFL, XLANG, ebXML, WS-CI, WSCL 等^[17],BPEL 目前较为具有优势。

3. 基于元数据的服务发现与评价。服务发现是动态服务集成的基础。各种数据元数据、服务元数据以及应用模型元数据采用 WRS, UDDI, WS-Inspection 等方式进行注册。在对这些服务进

行调用时,首先对注册库进行查询获得服务及数据的元数据信息,然后根据这些信息决定该服务是否满足解决问题的需要,并最终确定所需服务。这里的服务包括 OpenGIS 的空间信息服务、GIS 应用模型服务、模型处理服务以及其他信息服务。

4. 服务链动态构建。服务链动态构建主要负责确定具体服务以及这些服务的执行方式与时间,为执行服务链作准备,主要目的是动态确定具体服务链(一个服务可以来自多个网络节点),评估服务链的组合能力、执行能力,考虑服务之间的通信与操作的协调性以及服务执行的同步和优先次序(服务即可以顺序串接,也可以是并行分支或路径选择)。动态构建将产生多种具体服务链,这些服务链可以是固定的或模糊的服务组合,是服务潜在应用与匹配的组合描述,用于服务执行^[18]。动态构建的多种具体服务链需对其可行性进行评价,主要考虑该链是否满足解决问题需求与服务集成代价(时间、费用)两个方面因素,动态确定一服务链并执行。

在分布式环境下,数据服务、空间信息处理服务、应用模型服务、模型处理服务以及其他各类信息服务分布在不同的 GIS 服务节点上,这些服务必须通过远程调用的方式进行访问,而各类数据可以通过数据服务进行数据下载,作为副本存储在数据处理服务节点上,提高计算效率。服务链动态构建过程如图 3。

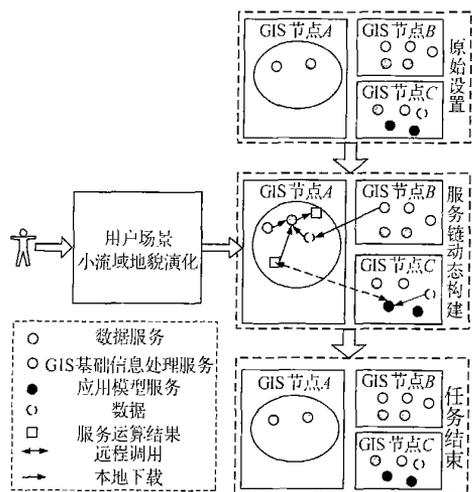


图 3 服务链动态构建

Fig. 3 Dynamically building Service train

5. 服务链执行。服务链执行是对服务链的激发与运行,包括服务动态访问与执行(集中控制

与 Peer-to-Peer 两种模式)、服务间通信与协调、事务处理(服务执行跟踪、容错与恢复)、集成服务质量 QoS 评价(通过运行时间长短、开销大小、稳定性三个方面评价集成服务质量)、时间管理等内容,需要相关运行平台或环境支持。

3.3 GIServices 与应用模型服务集成开发流程

基于服务链的 GIServices 与应用模型服务集成开发流程包括:自上而下(top-down)的具体问题服务分解与自下而上(bottom-up)的服务集成两个部分。

1. 自上而下的具体问题服务分解

(1) 建立复杂问题的数据流、过程流、控制流。可以采用经典软件工程理论方法进行,如系统需求分析与功能分析等。

(2) 具体问题服务分解。在具体问题分析的基础上,进行具体问题服务分解,所分解的服务包括空间信息服务、应用模型服务与模型处理服务、链服务、其他信息服务等。

(3) 初步进行服务链规划与服务链定义。在服务分解的基础上,初步规划服务链集成方案,定义该服务链。

2. 自下而上的服务集成

(1) 服务发现,其顺序为链服务——应用模型服务——模型处理服务——空间信息服务——其他服务;

(2) 服务分析评价,分析评价各服务及服务链是否能够满足解决具体问题的需要,给出评价报告;

(3) 第二次服务链规划,在已有服务分析评价的基础上,确定可以利用的服务以及用户需自行开发的相关服务,进一步设计服务链集成方案;

(4) 第二次服务链定义,在第二次服务链规划的基础上,进行服务链定义;

(5) 相关服务开发,基于 .NET 或 J2EE 平台用户自行开发相应服务并进行注册,以便提供给其他用户应用;

(6) 动态构建服务链,并生成服务链,开发服务集成平台,进行注册,以便提供给其他用户应用;

(7) 服务链执行,完成复杂问题计算,用户基于浏览器获取运算结果。

自上而下的具体问题服务分解与自下而上的服务集成是一个交互的过程,在集成过程中需要多次重新对问题分析,动态构建服务链,从而保证有效合理的服务集成。

4 GIServices 与应用模型服务集成实例研究

基于前文的分析,本文具体以小流域地貌演化模型 MCGEM (The Modern Catchment Geomorphic Evolution Model) 为模型实例,进行了 GIServices 与应用模型服务集成实验。

4.1 小流域地貌演化问题计算服务集成分析

MCGEM 的最主要的输入数据是流域数字高程模型 DEM (Digital Elevation Model),为了便于小流域地貌演化模型应用,基于服务模式,设计流域 DEM 通过栅格数据获取服务 WCS^[19] (Web Coverage Service) 进行获取。MCGEM 本身以服务的方式提供应用,即生成小流域地貌演化模型服务 MCGEMS (MCGEM Service)。小流域地貌演化问题计算通过服务集成实现。对于不同小流域、不同的应用而言,只要通过 WCS 选择不同的流域 DEM 数据,选择不同版本的 MCGEMS,通过服务集成,即可获取流域地貌演化计算结果。用户通过浏览器访问小流域地貌演化服务集成平台,集成平台调用相关服务进行计算,最后通过浏览器返回计算结果给用户。

4.2 MCGEMS 与 WCS 集成过程设计

MCGEMS 与 WCS 集成通过服务链表达构建,属于顺序链接。首先通过 WCS 获取流域 DEM 数据,作为副本下载到集成平台所在服务器;然后将其作为输入数据传给 MCGEMS 进行流域地貌演化计算。MCGEMS 与 WCS 集成实现过程主要包括 5 个步骤,即模型服务目录浏览、数据服务目录浏览、数据获取、模型计算以及显示结果数据等,用户从登陆服务集成平台到完成 MCGEMS 与 WCS 集成应用的过程如图 4 (Sequence Diagram)。

模型服务目录浏览:集成平台依据用户输入的模型服务描述文档(WSDL 文档)地址,动态生成访问 MCGEMS 服务的本地代理,并调用 MCGEMS 服务的方法,得到目标 MCGEMS 服务站点所提供的模型运算服务名称以及相关描述信息,并将其以预定的形式显示在网页中;

数据服务目录浏览:集成平台根据用户输入的数据服务的描述文档(WSDL 文档)地址,生成一个访问 WCS 服务的本地代理,调用数据服务的相关方法,获取目标站点提供的所有数据层的名称,获取结果并将其以预定的形式显示在网页中;

通过数据服务获取数据:集成平台通过数据服务提供的获取数据的方法以及用户选择的数据集名称,调用 WCS 服务的本地代理相关方法,发送 SOAP 消息请求到 WCS 服务器;WCS 服务器将数据集以 SOAP/ XML 二进制附件的形式返回给集成平台;在程序中,可以使用特殊的开发工具包解析 SOAP/ XML 消息中的二进制附件(即数据),然后存储在本地或者直接显示给用户;

模型计算:集成平台发送计算请求以及数据到 MCGEMS 服务器,从数据服务中获取的数据以 SOAP/ XML 消息二进制附件的形式传送;MCGEMS 服务从请求 SOAP/ XML 消息中提取

出运算模型名称以及输入数据,调用 MCGEMS 的相关组件完成用户请求,并仍以 SOAP/ XML 消息的形式返回计算结果;

显示结果数据以及提供结果数据下载链接:获取计算结果后,提取结果 SOAP/ XML 消息中的二进制数据,将其显示给用户并提供给用户下载;或者作为其他服务的输入数据提供进一步应用。

采用通过 WSDL 文件动态创建 Web 服务代理的方式,可以实现服务的动态绑定。一般说来,用户可以先在 UDDI 中心查询符合条件的 MCGEMS 与 WCS 及其 WSDL 文档,然后将它传给服务集成平台,选择服务后进行服务集成。

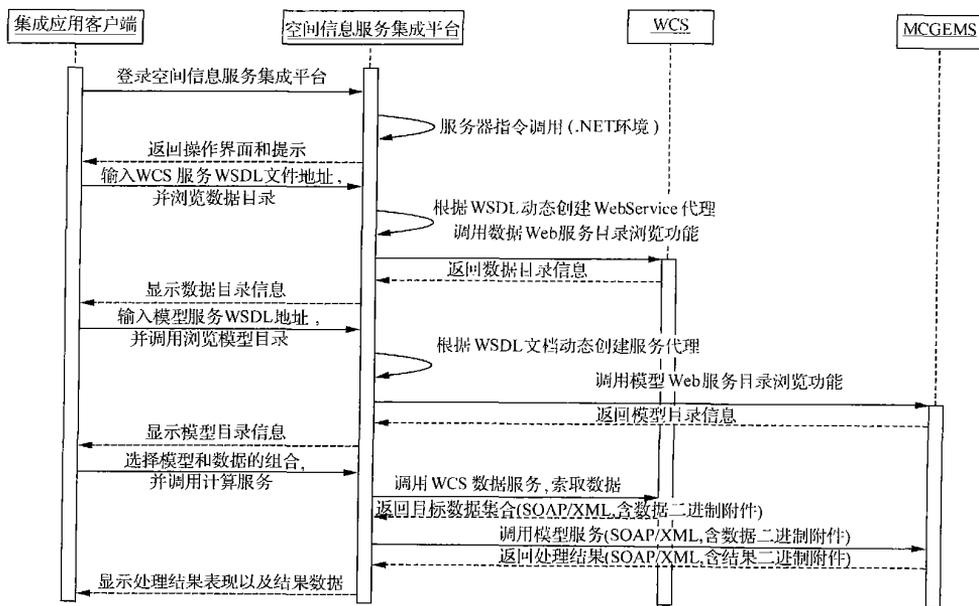


图 4 MCGEMS 与 WCS 服务集成调用过程顺序图

Fig. 4 Integrating sequence between MCGEMS and WCS

4.3 MCGEMS 与 WCS 服务集成实现

在分析及设计的基础上,基于 .NET 平台开发实现了 MCGEMS、WCS,采用 ASP.NET 技术实现了 MCGEMS 与 WCS 的集成,采用 Microsoft 公司的 Web Services Enhancement (WSE2.0) 开发包实现了 XML/ SOAP 消息包中二进制数据块的插入与解析^[20],从而通过服务集成的模式实现了小流域地貌演化分析计算*,小流域地貌演化计算实现界面如图 5 与图 6。



图 5 MCGEMS 与 WCS 服务集成运行界面

Fig. 5 Integration interface between MCGEMS and WCS

* 本文小流域地貌演化实验数据源于北京大学邬伦教授“基于 GIS 的现代黄土高原地貌演化过程动态仿真研究”自然科学基金项目中采集的数据。本文试验采用第 8 期流域 DEM 数据,其他输入数据与参数也来源于该项目。

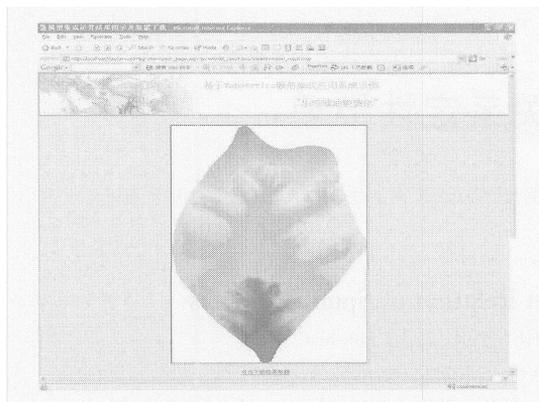


图 6 MCGEMS 与 WCS 集成运行结果

Fig. 6 Integration result between MCGEMS and WCS

基于服务模式的小流域地貌演化计算,初步完成了 GIServices 与应用模型服务集成实验。实验证明本文提出基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成方法正确可行。基于该方法将可以实现 GIServices 与应用模型服务集成,支持分布式环境下复杂问题计算,将解决系统集成功能冗余、模型复用困难、集成界面复杂等问题。

5 结束语

本文在对 GIS 与应用模型集成的研究现状与存在的问题分析的基础上,提出了基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成方法。具体讨论了应用模型服务体系及其与 OpenGIS 空间信息服务体系的关系;分析了基于服务链的 GIServices 与应用模型服务集成服务链样式、集成实现过程以及集成开发流程;最后以小流域地貌演化模型为例,基于 .NET 平台进行了集成实验,验证了本文提出的基于 Web Services 的 GIS 与应用模型集成方法正确、可行。本文研究对于进一步扩展 GIS 的应用领域、提高 GIS 的空间分析功能、实现面向问题的分布式复杂问题计算具有一定的理论与现实意义。论文进一步的研究包括基于 XML 的应用模型描述语言研究,从而支持应用模型元数据的定义、服务的发现与集成;服务集成开发环境深入研究,论文中集成实例是在同构环境下开发实现的,服务集成过程仅涉及服务链规划、服务链构建以及服务链执行等过程,而许多关于 GIServices 与应用模型服务集成实现技术方面的问题还需进行深入研究。

参考文献:

[1] GOODCHILD M F, PARKS B O, STEYART L T. Environ-

mental Modeling with GIS[M]. New York: Oxford University Press, 1993.

- [2] LIBURNE L. The Integration Challenge [A]. PASCOE R T, SUTHERLAND N C, GORMAN P. The 8th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre [C]. Dunedin: Spatial Information Research Center, 1996. 85-94.
- [3] PARK S, WAGNER D. Incorporating CA Simulators as Analytical Engines in GIS [J]. Transactions in GIS, 1997, (2): 213-231.
- [4] BENNET D A. A Framework for the Integration of Geographical Information Systems and Model Base Management [J]. International Journal of Geographical Information Science, 1997, 11(4): 337-357.
- [5] UNGERER, GOODCHILD M F. Integrating Spatial Data Analysis and GIS: a New Implementation Using the Component Object Model (COM) [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2002, 16(1): 41-53.
- [6] GONG Hui-li, LI jing, CHEN Xiu-wan, XIAO Jian-feng. Study of Model Base System of GIS[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(Suppl): 17-22. (宫辉力,等.地理信息系统的模型库研究[J].地学前缘,2000,7(增刊):17-22.)
- [7] MITASOVA H, MITAS L. Modeling Physical Systems [A]. CLARKE K C, PARK B O, CRANE M P. Geographic Information Systems and Environmental Modeling [C]. [s. l.]: Prentice Hall, 2002. 189-210.
- [8] ZHANG Z Q, GRIFFITH D A. Integrating GIS and Spatial Statistical Analysis in DBMSs [J]. International Journal of Geographical Information Science, 2000, 14(6): 543-566.
- [9] CHEN Chong-cheng, WANG Qin-min, WANG Xiao-qin, HUANG Xun. Research on Creation Mechanism on Model Base in SDSS and Its Tight Integration with GIS: a Case Study in Xiamen City[J]. Journal of Remote Sensing, 2002, 6(3): 168-172. (陈崇成,等.空间决策支持系统中模型库的生成及与 GIS 的紧密集成——以厦门市环境管理空间决策支持系统为例[J].遥感学报,2002,6(3):168-172.)
- [10] GONG Min-xia, LU Guo-nian, ZHANG shu-liang, CHENG Suo-zhong. Study of Intelligent Spatial Decision Support Model Base System and Model Integration in GIS[J]. Geo-Information Science, 2002, (1): 91-97. (龚敏霞,等.智能化空间决策支持模型库及其支持下 GIS 与应用分析模型的集成[J].地球信息科学,2002,(1):91-97.)
- [11] REN Jian-wu, L Ū Guo-nian, WANG Qiao. Research on the Integration of Geography Information System and Model in Multiple Tier System[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2003, 32(2): 178-182. (任建武,闫国年,王桥.多层体系 GIS 与模型集成研究[J].测绘学报,2003,32(2):178-182.)
- [12] YE H A G O, QIAO J M. An Intelligent Solution Support System for Spatial Modeling and Decision Support [A]. Proc of the 32nd Hawaii International Conference on System Science [C]. Hawaii: [s. n.], 1999.

(下转第 165 页)

- [6] LIAO Churjiang, DU Qing-yun. The Summary of Spatial Relation Description Model in GIS [J]. Science of Surveying and Mapping, 2004, 29(4): 79-82. (廖楚江, 杜清运. GIS 空间关系描述模型研究综述[J]. 测绘科学, 2004, 29(4): 79-82.)
- [7] CAO Han, CHEN Jun, DU Dao-sheng. Qualitative Extention Description for Cardinal Directions of Spatial Objects[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2001, 30(2): 162-167. (曹 菡, 陈 军, 杜道生. 空间目标方向关系的定性扩展描述[J]. 测绘学报, 2001, 30(2): 162-167.)
- [8] GUO Ping. Study of Technology and Application of Qualitative Spatial Reasoning [D]. Chongqing: Chongqing University, 2004. (郭 平. 定性空间推理技术及应用研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2004.)
- [9] DU Shi-hong. Theoretics and Methods Research of Fuzzy Description and Compose Reasoning of Spatial Relations [D]. Beijing: Graduate School of the Chinese Academy of Sciences, 2004. (杜世宏. 空间关系模糊描述及组合推理的理论和方法研究[D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2004.)
- [10] GOYAL R, EGENHOFER M J. Similarity of Cardinal Directions [A]. Seventh International Symposium on Spatial and Temporal Databases, Lecture Notes in Computer Science, 2121[C]. Los Angeles: Springer-Verlag, 2001. 36-55.
- [11] SKIADOPOULOS S, KOUBARA KIS M. Composing Cardinal Direction Relations [J]. Artificial Intelligence, 2004, 152(2): 143-171.

(责任编辑: 张燕燕)

(上接第 159 页)

- [13] GÜNTHER O, MÜLLER R. From GISystems to GIServices: Spatial Computing on the Internet Marketplace [A]. GOODCHILD M F, EGENHOFER M J, et al. Interoperating Geographic Information Systems [C]. [s. l.]: Kluwer Academic Publishers, 1999. 427-442.
- [14] OpenGIS. OpenGIS Reference Model [EB/OL]. <http://www.opengis.org>, 2003.
- [15] OpenGIS. The OpenGIS Abstract Specification, Topic 12: OpenGIS Service Architecture [EB/OL]. <http://www.opengis.org>, 2003.
- [16] HAMADI R, BENATALLAH B. A Perti Net-based for WebServices Composition [A]. Adelaide: The Fourth Australasian Database Conference, 2003 [C]. [s. l.]: [s. n.], 2003.
- [17] TANG Da-shi. Research on Key Issues in Geospatial Web Services [D]. Beijing: Peking University, 2003. (唐大仕. 空间信息 WebServices 若干关键技术研究[D]. 北京: 北京大学, 2003.)
- [18] YANG J, PAPA ZOGLOU M P. Service Components for Management the Life-cycle of Service Compositions [J]. Information Systems, 2004, 29: 97-125.
- [19] OpenGIS Consortium Inc. OpenGIS Specifications: Web Coverage Service (WCS), Version 1.0.0. [EB/OL]. <http://www.opengeospatial.org/docs/03-065r6.pdf>, 2003.
- [20] Microsoft Corporation. Microsoft Web Services Enhancements for Microsoft .NET: Adding Attachments to a SOAP Message by Using DIME [EB/OL]. <http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/wse/html/gxaconwebservicesenhancementarchitecture.asp>. 2004.

(责任编辑: 雷秀丽)

《测绘学报》论文获中国科协期刊优秀学术论文奖

[本刊讯] 第三届中国科协期刊优秀学术论文评选活动已经结束, 100 篇优秀论文获表彰。本刊编辑部推荐的《中国西部地壳现今变形特征及其机制探讨》(作者: 杨国华, 李延兴, 韩月萍, 胡新康, 巩曰沐。《测绘学报》2002 年第 4 期)一文经评审被评为中国科协期刊优秀学术论文。

前两届评选均有本刊推荐论文入选, 并获表彰。第一届为陈俊勇等人的《分布式广域差分 GPS 实时定位系统》, 第二届为魏子卿等人的《全国天文大地网与空间大地网联合平差》。在此鼓励广大测绘科技人员不断创新, 发表高水平的学术论文, 共同提高我国测绘科学技术水平。