

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/327592326>

Service-oriented Encapsulation Method of Geo-analysis Model on Linux for Virtual Geographic Environments

Article in *Acta Geodaetica et Cartographica Sinica* · September 2018

DOI: 10.11947/j.JAGCS.2018.20180112

CITATIONS

0

READS

18

1 author:



Min Chen

Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, Ministry of Education of PRC

78 PUBLICATIONS 698 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



NSF for Excellent Young Scholars of China "Geographic modelling and Simulation" [View project](#)



Exploring lunar crater characteristics and spatial heterogeneity using lunar DEM [View project](#)

引文格式:谭羽丰,陈旻,张博文,等.面向虚拟地理环境的 Linux 平台地理分析模型服务化封装方法[J].测绘学报,2018,47(8):1031-1042. DOI:10.11947/j.AGCS.2018.20180112.
TAN Yufeng,CHEN Min,ZHANG Bowen,et al.Service-oriented Encapsulation Method of Geo-analysis Model on Linux for Virtual Geographic Environments[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2018, 47(8): 1031-1042. DOI: 10.11947/j.AGCS.2018.20180112.

面向虚拟地理环境的 Linux 平台地理分析模型服务化封装方法
谭羽丰^{1,2,3},陈旻^{1,2,3},张博文^{1,2,3},沈超然^{1,2,3},温永宁^{1,2,3}
1. 虚拟地理环境教育部重点实验室,江苏 南京 210023; 2. 江苏省地理信息资源开发与利用协同创新中心,江苏 南京 210023; 3. 江苏省地理环境演化国家重点实验室培育建设点,江苏 南京 210023

Service-oriented Encapsulation Method of Geo-analysis Model on Linux for Virtual Geographic Environments
TAN Yufeng^{1,2,3},CHEN Min^{1,2,3},ZHANG Bowen^{1,2,3},SHEN Chaoran^{1,2,3},WEN Yongning^{1,2,3}
1. Key Laboratory of Virtual Geographic Environment, Nanjing Normal University, Ministry of Education, Nanjing, People's Republic of China, Nanjing 210023, China; 2. Jiangsu Center for Collaborative Innovation in Geographical Information Resource Development and Application, Nanjing 210023, China; 3. State Key Laboratory Cultivation Base of Geographical Environment Evolution (Jiangsu Province), Nanjing 210023, China

Abstract: Geo-analysis models are the abstraction and expression of real-world geographic phenomena and processes. Multidisciplinary and collaborative geographic modeling is currently becoming a main research trend in the field of geography. The service-oriented sharing and reuse of geo-analysis models have become a research direction. However, the heterogeneities in operating platforms lead to difficulties with the sharing and reuse of geo-analysis models. At present, the operating platforms for geo-analysis models mainly include Windows and Linux. A large number of geo-analysis models are developed depending on Linux, but there is less research related to the service-oriented sharing and reuse of these models. This article aims to analyze its differences and security and design a service-oriented security strategy for geo-analysis models on different Linux operating systems. Given the heterogeneities of geo-analysis models for Linux, the basic information description interface, behavior interface, and deployment interface were designed for the service-oriented sharing and reuse of geo-analysis models. The grid analysis model in the system for automated geoscientific analyses (SAGA GIS) was used as an example to demonstrate a service-oriented encapsulation method for geo-analysis models for Linux and validated. In summary, the proposed study can contribute to the theory and methods for the sharing and reuse of geo-analysis models on Linux.

Key words: geo-analysis models; service-oriented encapsulation; Linux; security
Foundation support: The NSF for Excellent Young Scholars of China under grant number(No. 41622108); The National Basic Research Program of China (973 Program) (No. 2015CB954103); The Priority Academic Program Development of Jiangsu Higher Education Institutions (No. 164320H116)

摘 要:地理分析模型是对现实世界中地理过程的抽象与表达,是虚拟地理环境能够反映真实世界的重要工具。随着地理学的发展,跨领域、多学科合作式地理建模逐渐成为地理学的研究趋势,地理分析模型共享与重用也已经成为研究热点之一。然而,地理分析模型运行平台的差异性导致了其在共享与重用上存在困难,表现在用户难以直接透明共享不同平台下的模型。目前,地理分析模型运行平台主要包含 Windows 与 Linux, Linux 平台上存在大量模型,但相关模型服务共享与重用研究相对较少。本文面向 Linux 平台不同操作系统,分析其差异性及安全性,设计模型服务化的安全策略;面向 Linux 平台下

地理分析模型的异构特征,设计了模型基本信息描述接口、行为接口及部署接口,实现 Linux 系统下地理分析模型的服务共享与重用。本文以 system for automated geoscientific analyses(SAGA GIS)中的网格分析模型为例,对所设计的 Linux 平台下地理分析模型服务化封装方法进行了验证,显示了所设计封装策略的可行性,为 Linux 平台下地理分析模型的共享与重用提供了理论与方法基础。

关键词:地理分析模型;服务化封装;Linux;安全性

中图分类号:P208

文献标识码:A

文章编号:1001-1595(2018)08-1031-12

基金项目:国家优青青年基金项目“地理建模与模拟”(41622108);国家重点基础研究发展计划(973 项目)课题(2015CB953103);江苏省优势学科项目(164320H116)

地理建模与模拟环境是虚拟地理环境的核心子环境,是虚拟地理环境对现实世界进行预测与模拟的关键。地理分析模型的接入、高效利用是地理建模与模拟子环境实现的基础,需要充分利用已有的地理分析模型资源,与虚拟地理环境进行集成,这就涉及对已有地理模型资源的共享与重用问题^[1-6]。随着地理科学的研究与发展,地理学家针对不同的研究目标、研究对象、研究区域以及不同的尺度,构建了大量的地理分析模型,这些地理分析模型对虚拟地理环境发展具有重要的现实意义^[7-8]。由于地理分析模型来自多领域、多学科,且开发及使用标准不一,使得这些模型难以共享及重用,直接影响了网络环境下虚拟地理环境开放式构建的进程。

随着计算机技术的发展,由于平台的不同,地理分析模型共享与重用过程中的模型封装、模型运行、数据传递等关键环节具有较大的差异性,阻碍了模型在网络环境下的服务效能。当前地理分析模型运行环境主要集中于 Windows 平台与 Linux 平台,面向 Windows 平台下的地理分析模型封装已经有了较多的研究,如文献[9]借助地理信息服务组合研究了模型网络化共享策略;文献[10]基于代码迁移技术对 WPS(web processing service)服务进行改进;文献[11—13]通过对地理分析模型的特点进行总结与分析,提出了面向开放式网络环境的地理模型服务化封装理论并进行了相关研究。但是,地理分析模型的服务化封装相关研究目前尚集中在 Windows 平台下,对 Linux 平台下的地理分析模型服务共享研究相对较少。Linux 平台下具有较多数量的模型,并且在不断增加、丰富和完善。因此,在开放式网络环境下针对 Linux 平台的模型,设计其服务化封装策略,将有效推动地理分析模型共享与重用进程。相关难点存在于:

(1) Linux 平台下有多个系统分支,且各系

统具有多个版本,这些系统与版本的安全策略不尽相同,导致模型数据访问及程序执行时容易产生权限不足等相关问题。

(2) 运行在 Linux 平台下的地理分析模型通常存在结构复杂、数据异构等特点,需要寻求通用封装标准,以满足 Linux 平台的地理分析模型服务化封装。

(3) Linux 平台下地理分析模型所依赖的运行环境较为复杂,包括众多的硬件环境、软件环境及依赖项等,模型环境配置描述也是模型服务化封装的难点之一。

面向以上难点,本文研究 Linux 平台下地理分析模型的封装方法,设计了安全策略及模型服务化接口,服务于地理分析模型在 Linux 平台不同操作系统下的可迁移部署及访问,以支持模型资源在网络环境下的共享与重用。

1 Linux 平台下地理分析模型服务化封装架构设计

为了在网络环境中实现 Linux 平台下地理分析模型的服务共享与重用,本文面向 Linux 平台特性对模型服务化封装进行整体设计。如图 1 所示,模型服务封装起源于模型描述,服务于模型部署及发布。模型描述是对模型信息的结构化表达,它包括模型的名称、用途、机理等基本信息,模型执行的权限及行为信息,部署所需的依赖环境、安全需求等部署相关信息。基于模型描述,模型的封装主要需要解决两方面问题:①Linux 平台下模型服务化封装的安全性问题;②模型在 Linux 平台不同系统下的异构性问题。封装后的模型可以支持部署及调用,从而实现模型服务共享与重用。

针对 Linux 平台下地理分析模型的特征及使用流程,模型服务化封装首先需要对 Linux 平台的安全性进行分析,主要分为两个方面:用户权限与防火墙配置。用户权限设计用于保障用户对于

Linux 平台下模型的顺利调用;防火墙设计保护模型资源及计算资源的运行安全。

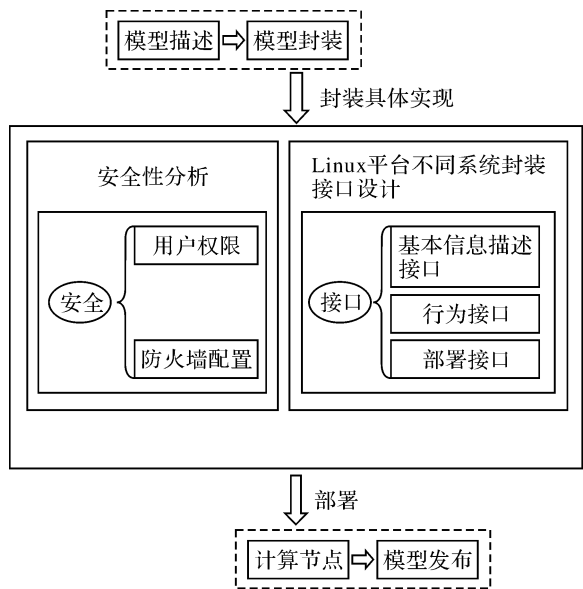


图 1 基于 Linux 平台的地理分析模型服务化封装流程
Fig.1 Service-oriented encapsulation of geo-analysis model on Linux

其次,需要设计 Linux 平台下地理分析模型服务化封装的基本接口:模型基本信息描述接口、执行接口和部署接口。①模型基本信息描述接口负责对模型语义信息进行描述;②执行接口负责模型数据与执行行为的描述;③部署接口负责描述模型的部署信息、Linux 平台不同系统权限与安全设置。模型提供者能够借助模型部署接口以结构化的方式提供模型部署所需的相关信息。

2 Linux 平台下地理分析模型安全性分析及策略设计

2.1 安全性问题分析

Linux 平台的安全问题是地理分析模型封装必须克服的难点问题之一。为了确保计算资源硬软件环境、事件处理的安全性和可靠性,以及数据传输过程的机密性,需要设计一套安全策略以支撑模型封装的灵活配置。下面主要从权限设置、防火墙设置两个方面对安全策略进行具体分析。

2.1.1 权限设置

在 Linux 平台下,所有的事物都以文件的形式存在,系统安全的核心即为文件管理系统^[14]。地理分析模型在计算节点上是以文件夹与文件的形式存在,所以 Linux 平台文件系统权限配置是

模型运行的关键。

Linux 操作系统的用户权限比 Windows 系统中的权限要严格。Linux 对用户角色主要分 3 类:第 1 类是文件拥有者(User),即创建该文件的用户;第 2 类为文件拥有者所在的组(Group),当某个用户创建一个文件后,这个文件所在的组就是该用户所在的组,其中不包含文件拥有者;第 3 类是其他用户(Other),即除了 User 和 Group 以外的用户。用户权限属于文件的属性,Linux 平台下提供了相关接口查询的文件属性,图 2 为某一个文件的属性。

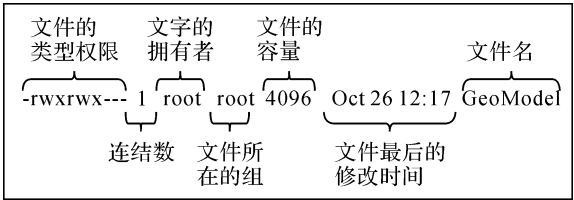


图 2 Linux 平台下文件属性

Fig.2 File property on Linux

文件的类型权限主要分 5 种,通常用文件类型权限字符串的第 1 个字符进行表示。当为[d]时,则代表该文件的类型为文件夹;当为[-]时,则表示是单个文件等。此外,其他字符每 3 个为一组,均为 r、w、x 3 个字母的组合,r 代表可读(read),w 代表可写(write)、x 代表可执行(execute)。3 个字母的顺序是固定的,当没有权限的时候会被[-]代替。如图 3 所示,该文件类型为单个文件,文件拥有者的权限为可读、可写与可执行。

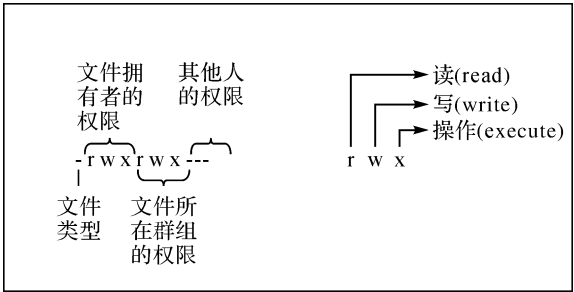


图 3 Linux 平台下用户权限

Fig.3 User permission on Linux

2.1.2 防火墙配置

服务化之后的地理分析模型需要部署在 Linux 平台计算节点上进行调用,网络安全问题至关重要,需要依据计算节点运行机制制定对应的防火墙策略,保障模型服务的稳定运行。

Linux 平台下防火墙通过制定一些规则,对进入局域网的主机封包数据进行管理。本文基于 Nefilter 框架^[15]对模型计算节点配置相应防火墙规则,控制模型相关服务的访问。该框架可以对流入与流出的数据进行细化控制,实现防火墙及数据包分隔等功能。借助 Nefilter 的配置工具 iptables,可以对计算节点的数据包流入流出进行过滤,有效地阻止部分网络攻击和非法数据流入,保护数据资源、模型资源的安全。

2.2 面向 Linux 平台模型服务化封装安全性策略设计

基于以上分析,本节从用户权限的安全策略、防火墙配置策略两个方面对模型服务化安全策略进行设计。

(1) 从地理分析模型文件结构对用户权限进行设置,将具有相关联系的文件归到统一的文件夹,构建模型整体文件夹结构。制定相应的用户权限如图 4 所示。

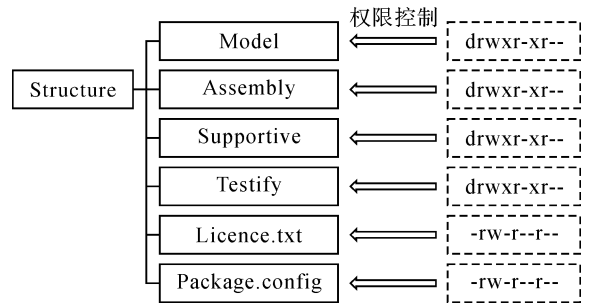


图 4 模型标准化文件权限控制

Fig.4 Model standardized package permission control

Linux 平台下运行地理分析模型程序,如果对文件的权限考虑不周全可能会造成文件没有访问权限或者被攻击。为保证模型运行时对相关文件的顺利调用,对各个模型相关文件进行权限设置。其中 Model 文件里储存内容为地理分析模型的启动文件和模型描述文档(model description language,MDL)等,模型启动文件是模型运行的核心文件;Assmby 文件夹存储了地理分析模型封装所需相关库文件以及必须依赖的运行库文件;Supportive 文件夹存储了模型相关依赖项文件;Testify 文件夹存储了模型的测试示例数据;Licence.txt 为模型的版权信息和相关的开源声明,仅供模型使用者查看;Package.config 文件为模型运行的入口文件配置、端口说明等。由此可见,地理分析模型的文件结构中,每个文件

具有各自的职能与作用,要考虑到每个文件夹及文件在模型运行过程中的权限控制。首先,从整体上对模型的文件夹的权限进行统一控制,文件夹设置为可读、可写及可操作,文件设置为可读、不可写及不可操作。其次,在具体过程中对模型文件夹及文件的操作权限进一步的设置,例如模型执行程序、MDL、示例数据等文件需要对其设置为可读、可写与可操作。

(2) 本文基于 Linux 平台提供的 Netfilter 框架,研究服务化地理分析模型封装过程中软件防火墙的配置策略。

由于网络环境的不同,防火墙的基本策略制定需要根据不同环境制定不同的安全策略。在模型封装过程中,因为 Linux 平台下的计算节点是地理分析模型在网络环境中的枢纽,所以对此设计策略为:模型服务与其相关服务的防火墙出入站配置列为允许,如模型运行服务和数据库服务;被列为不允许的服务都是禁止,如一些 DOS 攻击等。此外,其他服务不进行处理,按照系统默认规则进行配置。

采用这种策略是为了保证计算节点的安全性,但可能造成其他的一些服务无法正常使用,所以要明确地规定计算节点的每项服务与相关的协议。图 5 是 Linux 平台计算节点的防火墙规则的过滤流程图,对模型服务、模型相关服务以及相关禁止服务检测并进行相应的处理。

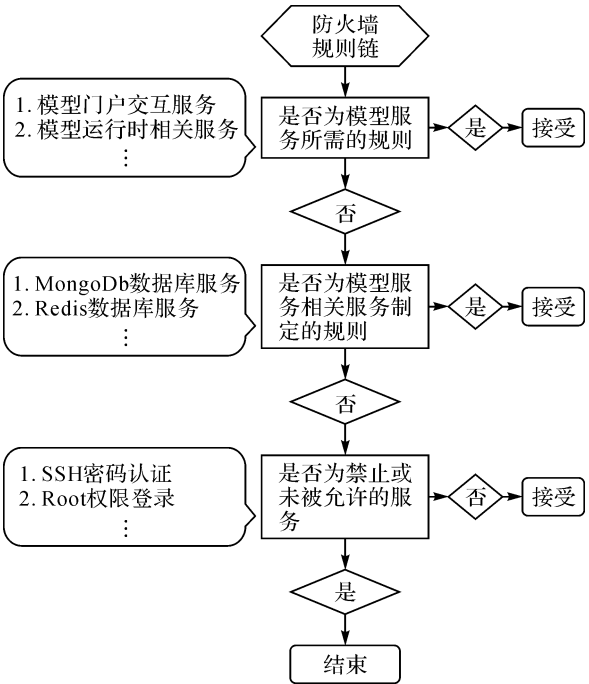


图 5 Linux 平台下防火墙规则

Fig.5 Firewall rules on Linux

3 Linux 平台下地理分析模型服务化封装接口设计

基于开放式网络环境下地理分析模型共享的本质需求^[16-18],本文面向 Linux 平台下地理分析模型服务共享提出了一种封装策略,如图 6 所示。该策略封装了模型的 3 类接口:①模型基本信息描述接口,以帮助用户更好地对模型进行基本信息的描述;②模型行为接口,包含了模型数据接口与模型执行行为接口,模型数据接口对模型数据进行统一化的表达,模型执行行为接口利用状态机响应模型(SMER 模型)对模型的行为进行具体的描述;③模型部署接口,服务于模型在 Linux 平台不同系统下的部署。这些接口的设计同时兼顾用户权限、安全等问题,实现跨 Linux 平台系统的模型服务共享。

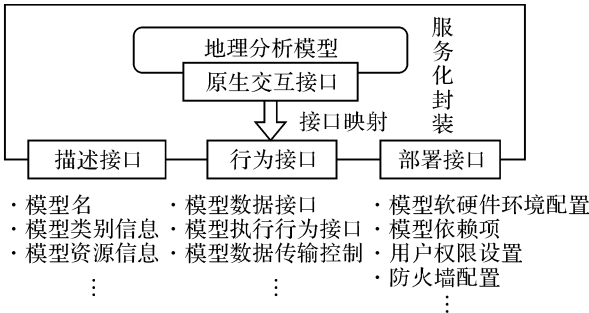


图 6 Linux 平台下模型服务化封装接口设计图
Fig.6 Design for model service encapsulation interface on Linux

3.1 基本信息描述接口设计及配置

本文参考本研究小组已经提出的相关模型基本信息描述接口设计^[12],基于对 Linux 平台相关特性以及地理分析模型要素的分析,扩展了模型基本信息描述接口,实现了图形化可动态配置的模型描述接口生成工具。

原接口主要包含了模型类别集合(category collection)和本地化属性集合(localattributecollection)的接口。本文基于此进行了扩展,将模型不同节点抽象出统一的节点结构,对不同的节点进行结构化的描述。如图 7 所示,ModelTreeNode 为节点的数据结构,包含 Name 和 Attribute 两个属性;其中 Name 为节点的名称;Attribute 为每个节点的特有属性,在不同的派生类中由不同的对象来表达,例如,在 ModelCategoryObject 类中由 ModelCategory 表达,在 ModelLocalAttributeObject 类中由 ModelLocalAttribute 表达。在 IAttributeSet 接口中,本文将 CategoryCollection 与 LocalAttributeCollection 进行了改进,其中所操作的对象为 ModelCategoryObject 和 ModelLocalAttributeObject。基于对该接口的扩展,用户可以对模型基本信息进行图形化动态可配置描述,从而使用户能够更直观地了解模型信息。根据改进模型基本信息接口生成的模型基本信息动态配置工具如图 8 所示。

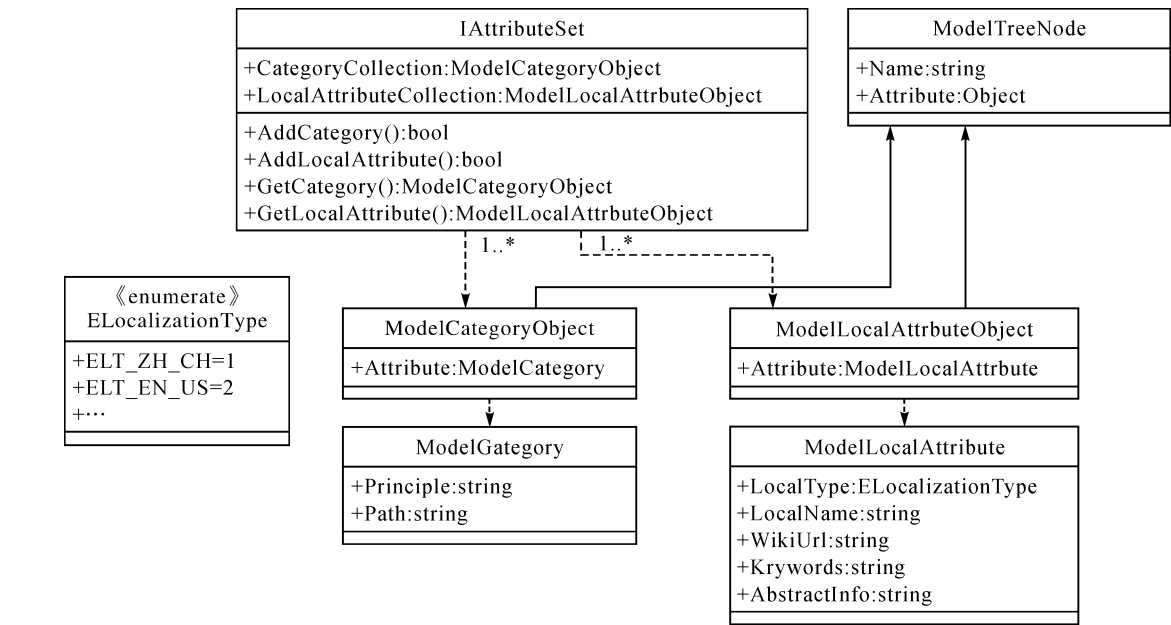


图 7 基于模型描述接口的自动化配置接口
Fig.7 Automated configuration interface based on model description interface

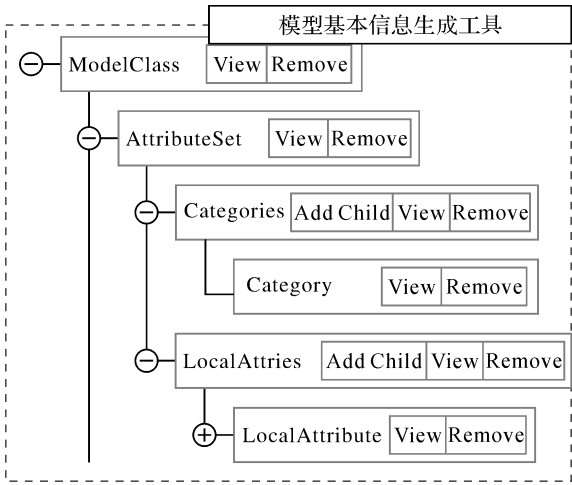


图 8 模型基本信息生成工具

Fig.8 Configure tool of model basic information

3.2 执行接口设计及实现

3.2.1 模型数据接口

由于各领域建模方法的差异性,使得不同地理分析模型的数据需求具有较大的差异性^[19]。本研究小组在对大量地理分析模型数据进行系统分析的基础上,提出并设计了针对地理分析模型的统一数据表达与交换模型(universal data description and eXchange model,UDX),以此来描述复杂的地理模型数据语义及结构信息,目的在于屏蔽模型数据使用过程中的异构性^[20]。UDX 主要分为两个部分,一部分为 UDX Data,负责承载模型数据;另一部分为 UDX Schema,用于描述地理分析模型的数据结构与语义信息。由于数据接口描述不涉及 Linux 平台特性,本文直接借助 UDX 实现 Linux 平台下模型数据接口的设计,UDX 也为模型数据交换控制的安全性奠定了基础。

3.2.2 模型执行行为接口

模型执行过程中涉及多个计算过程,通常情况下,模型需要与模型使用者进行频繁的交互操作。在 Linux 平台下,模型运行每个计算过程中的数据交换均需要对其权限进行控制。如图 9 所示:本研究利用状态机-事件响应模型(the state-machine event response model,SM-ER 模型)^[21-22]对模型的计算过程进行描述,模型的运行流程由多个计算过程组成,并抽象为一个状态机;模型每个计算过程被抽象为一个状态;每个状态中的模型数据交换抽象为事件。在模型运算流程中,每个事件中均有对模型数据交换的权限控制,以保证模型输入输出数据的传输及存储安全。

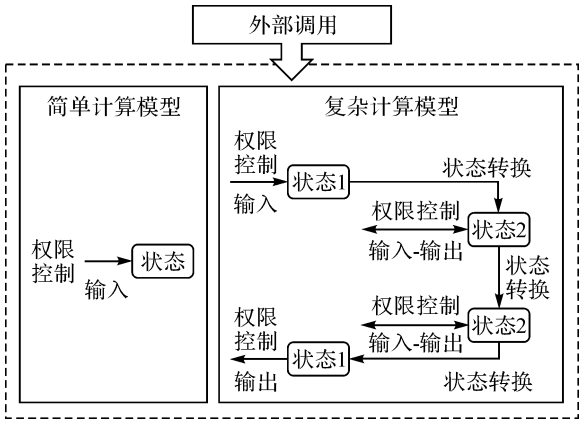


图 9 兼顾权限控制的模型执行行为

Fig. 9 The model execution behavior combining permissions control

模型执行行为接口设计 UML 如图 10 所示。ModelBehavior 接口用来描述模型运行过程中的状态与行为,包含模型数据需求的描述 RelatedDataSet 和模型状态组 StateGroup。RelatedDataSet 描述模型执行行为的驱动数据;模型状态组 StateGroup 由一个或多个状态 ModelState 组成,每个 ModelState 表示模型运行时不同的状态,ModelState 包含一个或多个 ModelEvent,每个 ModelEvent 表示模型的数据交换行为。ModelEvent 中 PermissionDesc 字段表示对此输入、输出数据的操作权限控制描述,通过对这一字段进行设置,从而对模型输入输出数据文件的权限进行设定,以达到模型对输入输出文件安全性进行控制的目的。

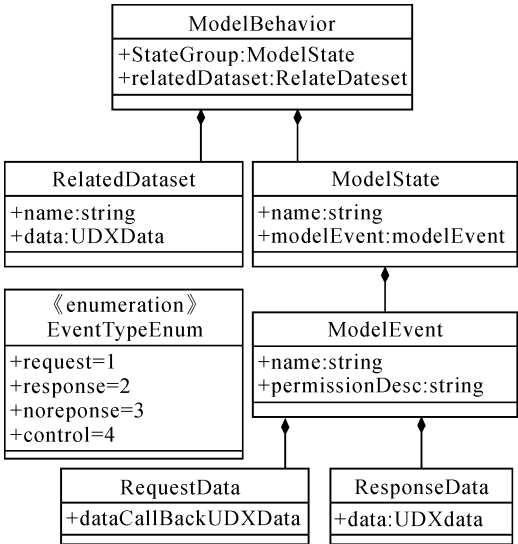


图 10 模型执行行为接口

Fig.10 Model behavior interface

3.3 部署接口设计及实现

为了将地理分析模型部署在分布式网络下不同 Linux 计算节点上,以及降低 Linux 平台不同系统所带来的影响,保证地理分析模型的可移植性,根据计算机科学领域中的代码分层化设计思路,将模型部署接口分为两个部分:Linux 平台系统的模型部署主体接口和环境相关接口。模型部署接口的整体架构设计如图 11 所示。

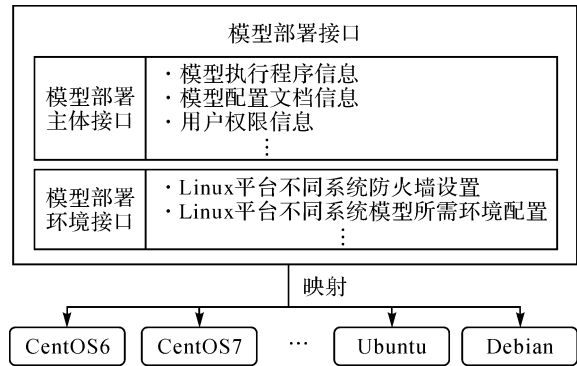


图 11 模型部署接口设计图

Fig.11 Design for model deployment interface

(1) 模型部署主体接口负责模型部署过程中共性部分,这样设计的目的使模型部署依赖与 Linux 平台系统环境特征解耦,使得模型部署具有可迁移性;模型部署主体接口 (IModelDeployment) 设计如图 12 所示,由模型执行程序信息 (ModelEntrance)、模型配置文档信息 (ModelConfigure)、模型依赖项信息 (ModelAssembly) 及模型用户权限信息 (ModelUserPermission) 组成。

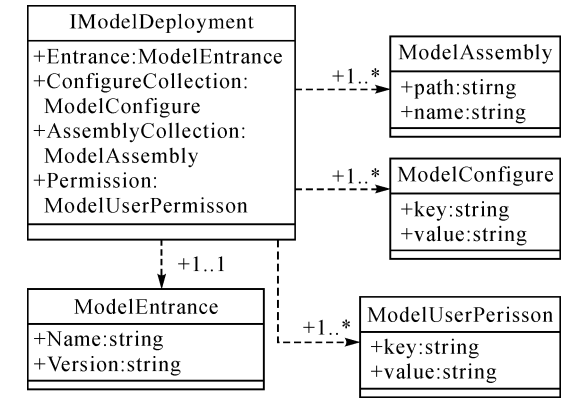


图 12 模型部署主体接口

Fig.12 Model deployment main interface

(2) 环境相关接口是面向 Linux 平台不同系

统下模型运行环境描述设计的接口,如图 13 所示,主要包括环境基本信息检测 (LinuxInfo) 和环境配置 (LinuxConfig) 等。环境基本信息检测实现对系统版本 (check_sys())、内核 (check_kernel_version()) 以及其他基本信息的检测并根据检测结果选择部署方案。环境配置主要实现以下功能:① Linux 平台环境下的防火墙策略 (set_firewall()), 根据 Linux 平台不同的系统动态设置防火墙;② 依赖项 (install_dependencies()) 安装,集成 Linux 平台不同系统的包管理工具对依赖项进行安装;③ 用户权限 (set_user_permission()), 对模型的使用权限进行设置;④ 错误监测 (error_detect_depends()), 对模型部署过程中遇到的环境配置问题中的错误进行输出。

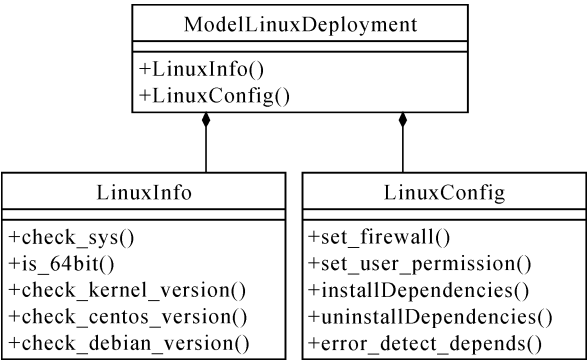


图 13 模型部署环境接口

Fig.13 Model deployment environment interface

面向 Linux 平台不同系统,可以根据模型部署接口对 Linux 平台下的模型部署相关信息进行描述。通过该接口,实现了对不同系统的透明使用,以满足模型可移植性部署的需求。

4 Linux 平台下 SAGA GIS 下模型的服务化封装与验证

SAGA GIS 是自动化的地理科学分析工具,是基于 C++ 编程的地理信息系统分析软件,具有良好的可移植性,便于在 Linux 平台不同系统下模型服务化封装的实现。

本文以 SAGA GIS 网格分析模块中 Residual Analysis 残差分析模型为例,介绍了该服务化封装流程,以验证 Linux 平台模型服务化封装的可行性与实用性。

(1) 通过 MDL 对 Residual Analysis 模型进行描述,描述信息与模型接口的对应关系如图 14 所示。



图 14 模型描述语言与接口映射关系

Fig.14 Relationship of MDL and interfaces

(2) 根据模型数据接口对 Residual Analysis 模型的输入数据进行组织与准备,如图 15 所示。

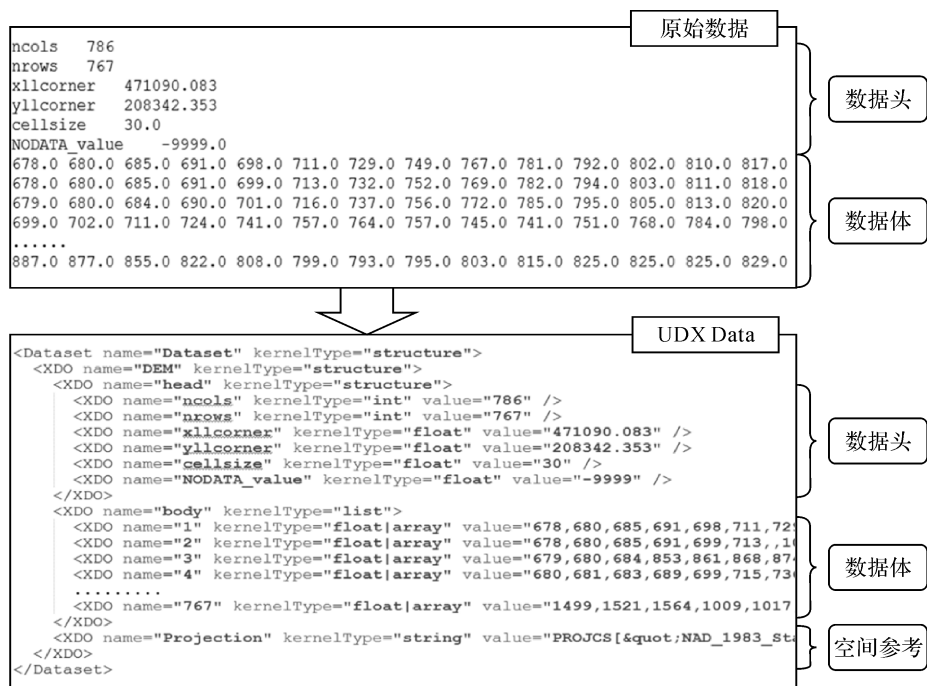


图 15 Residual Analysis 模型输入数据 UDX 组织

Fig.15 UDX structure for residual analysis model input data

(3) 对 Residual Analysis 模型输入、输出数据的行为及权限进行分析,模型执行过程中数据操作权限控制可以精确到的具体步骤,以适用于不同模型运行场景。基于模型行为接口对该模型进行封装,形成 Linux 平台下标准化的模型可执行程序。如图 16 所示。

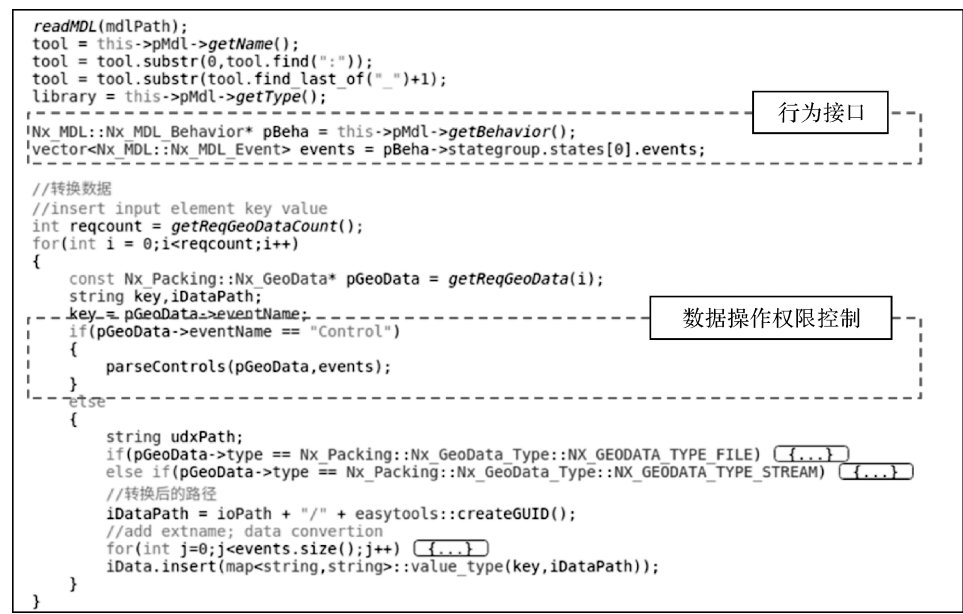


图 16 Residual Analysis 模型行为接口

Fig.16 Residual Analysis model behavior interface

(4) 通过模型部署接口对 Residual Analysis 模型封装后的标准化文件从 3 个方面进行部署。

第 1 步是对 Residual Analysis 模型权限的设置(set_user_permission()),如图 17 所示。首先对模型文件夹及文件的整体结构权限进行初步设置,其次针对特定的文件夹及文件权限进行详细设置。

第 2 步是对模型依赖的软硬件环境进行检测(check_sys(),check_kernel_version())并配置(install_dependencies())。该模型主要依赖的环境为 GDAL(GIS 的文件格式),TIFF(用于处理 TIFF 的格式的图像文件库函数)等。对于可配置的环境提供相应的安装方案,如该模型可以在 Ubuntu 与 Centos 系统下运行,但其依赖项的安装方式并不同,本文通过对 Linux 平台环境检测,利用不同系统下的包管理工具 apt-get 和 yum 分别处理依赖项安装的问题。针对不能利用包管理工具安装的软件,提供相应的源码安装方式。对于不可配置的环境提示模型封装者切换其他计算节点进行部署,如图 18 所示。

第 3 步是防火墙配置(set_firewall()),防火

墙策略针对 Linux 平台不同系统的防火墙进行的配置。如图 19 所示,CentOS6 系统利用 iptables 工具对防火墙进行配置;CentOS7 系统利用 firewall-cmd 工具对防火墙进行配置;Ubuntu 与 Debian 系统可利用 UFW 工具对防火墙进行配置。对传进来的 ModelPort 端口参数进行处理,如:放行了 8060 端口,以便对 Residual Analysis 模型进行调用;放行了 27017 端口,以便对相关模型信息进行获取。

通过该文件管理系统将 Residual Analysis 模型部署到 Linux 平台下的计算节点,发布与调用。如图 20 所示:①为部署成功的状态,可以查看 Residual Analysis 模型基本信息;②为准备 Residual Analysis 残差分析输入的 ASCII GRID 数据;③为 Residual Analysis 运行状态;④为 Residual Analysis 输出的参数。成功部署的模型可以供使用者在网络环境下进行查询调用并产生相应的结果。模型使用者在此过程中无须考虑模型的运行环境、依赖项与权限问题,从而实现对地理分析模型的共享与重用。

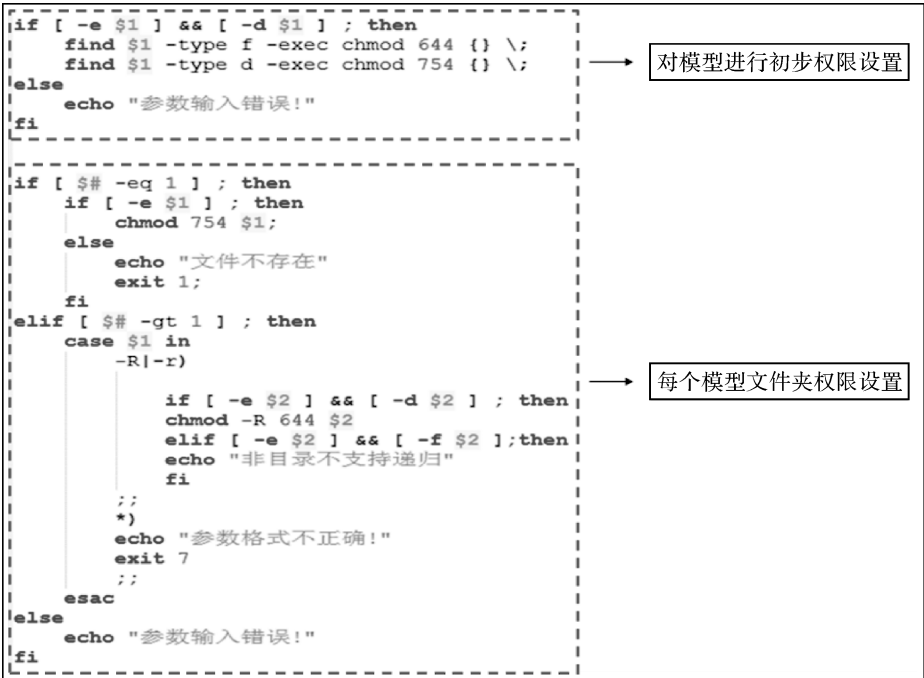


图 17 模型部署过程中权限设置

Fig.17 Permissions setting in model deployment

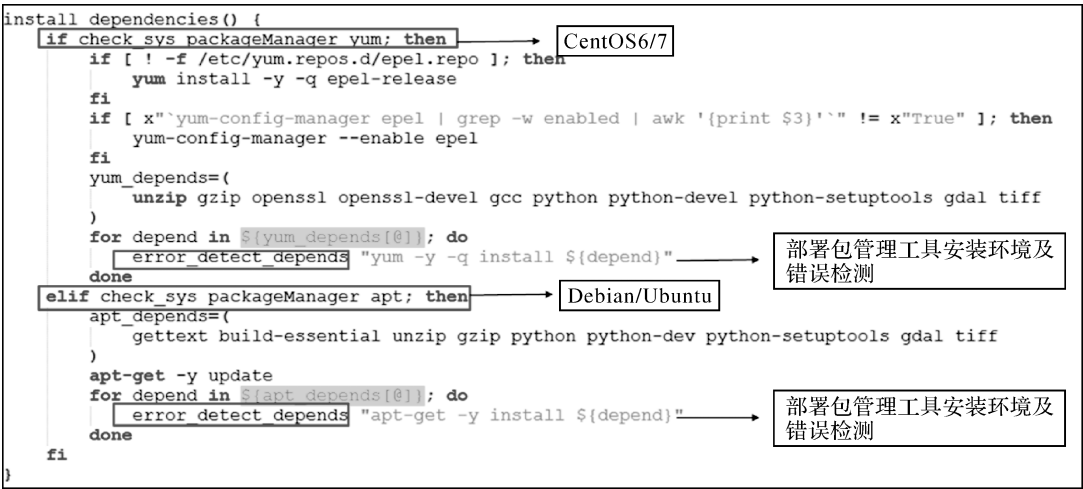


图 18 模型部署过程中环境匹配

Fig.18 Environment matching in model deployment

5 结 论

本文研究了面向 Linux 平台下模型服务化封装的安全策略和接口设计,设计了 Linux 平台不同系统的模型封装与调用方法,实现了 MDL 动态配置工具,促进了 Linux 平台下的地理分析模型的共享与重用。Linux 平台下的地理分析模型

共享与重用,将推动虚拟地理环境建模与模拟环境的发展。然而,Linux 安全涉及的方面还有很多,如模型运行过程中保证进程与线程安全性和大量地理数据传输与存储的可靠性等问题;此外,面向模型封装效率的提高,还需要开发一系列更友好的封装辅助工具;以上问题都有待进一步研究。

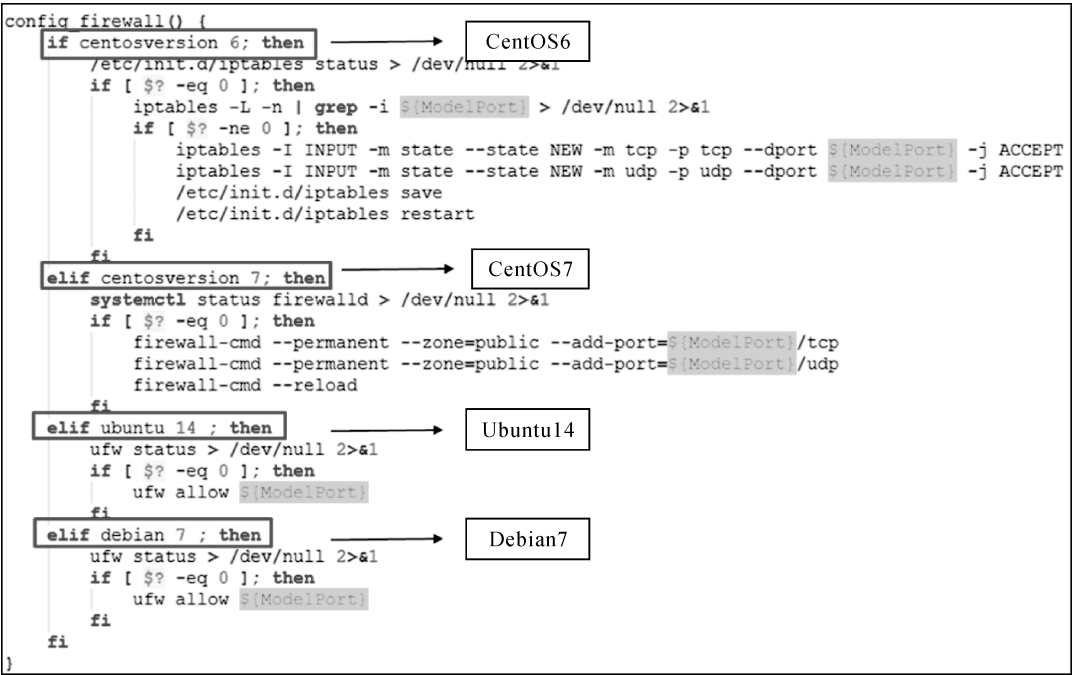


图 19 模型部署过程中防火墙设置

Fig.19 Firewall setting for model deployment

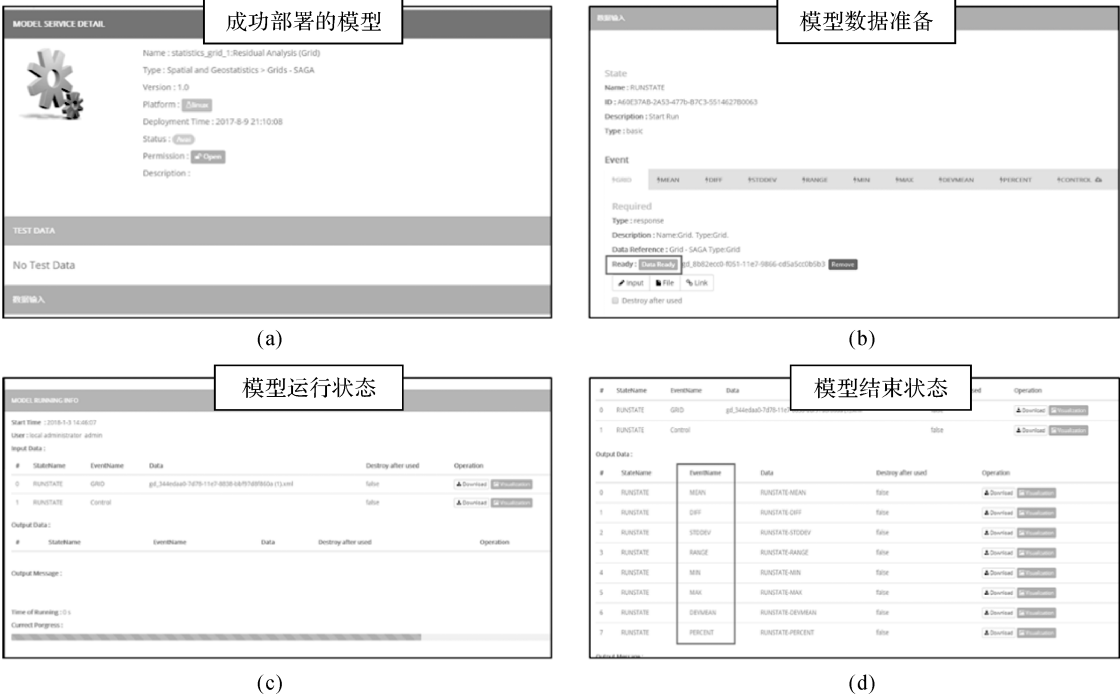


图 20 Residual Analysis 模型服务化流程

Fig.20 Service-oriented diagram of residual analysis model

参考文献:

[1] LIN Hui, CHEN Min, LÜ Guonian, et al. Virtual Geographic Environments (VGEs): A New Generation of Geographic Analysis Tool[J]. Earth-Science Reviews, 2013, 126: 74-84.

[2] 林琛, 龚建华. 论虚拟地理环境[J]. 测绘学报, 2002, 31(1): 1-6.

LIN Hui, GONG Jianhua. On Virtual Geographic Environments[J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica,

- 2002, 31(1): 1-6.
- [3] CHE Weitao, LIN Hui, HU Mingyuan. Reality-virtuality Fusional Campus Environment: An Online 3D Platform Based on Opensimulator [J]. Geo-spatial Information Science, 2011, 14(2): 144-149.
- [4] BATTY M. Virtual Reality in Geographic Information Systems [M]// The Handbook of Geographic Information Science. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2008: 317-334.
- [5] WU Huayi, YOU Lan, GUI Zhipeng, et al. GeoSquare: Collaborative Geoprocessing Models' Building, Execution and Sharing on Azure Cloud[J]. Annals of GIS, 2015, 21(4): 287-300.
- [6] 林琛, 游兰. 虚拟地理环境知识工程初探[J]. 地球信息科学学报, 2015, 17(12): 1423-1430.
- LIN Hui, YOU Lan. A Tentative Study on Knowledge Engineering for Virtual Geographic Environments [J]. Journal of Geo-Information Science, 2015, 17(12): 1423-1430.
- [7] YIN Lingzhi, ZHU Jun, LI Yi, et al. A Virtual Geographic Environment for Debris Flow Risk Analysis in Residential Areas [J]. International Journal of Geo-Information, 2017, 6(11): 377.
- [8] ZHU Jun, ZHANG Heng, YANG Xiaofeng, et al. A Collaborative Virtual Geographic Environment for Emergency Dam-break Simulation and Risk Analysis[J]. Journal of Spatial Science, 2016, 61(1): 133-155.
- [9] 张霞. 地理信息服务组合与空间分析服务研究[D]. 武汉: 武汉大学, 2004.
- ZHANG Xia. A Study on Geographic Information Services Combination and Spatial Analysis Service [D]. Wuhan: Wuhan University, 2004.
- [10] 徐卓揆. 基于代码迁移的 WPS 服务研究[D]. 长沙: 中南大学, 2012.
- XU ZhuoKui. Research on Web Processing Service Based on Code Transmission [D]. Changsha: Central South University, 2012.
- [11] WEN Yongning, CHEN Min, YUE Songshan, et al. A Model-service Deployment Strategy for Collaboratively Sharing Geo-analysis Models in An Open Web Environment [J]. International Journal of Digital Earth, 2017, 10(4): 405-425.
- [12] WEN Yongning, CHEN Min, LÜ Guonian, et al. Prototyping An Open Environment for Sharing Geographical Analysis Models on Cloud Computing Platform [J]. International Journal of Digital Earth, 2013, 6(4): 356-382.
- [13] LÜ Guonian, CHEN Min, YUAN Linwang, et al. Geographic Scenario: A Possible Foundation for Further Development of Virtual Geographic Environments [J]. International Journal of Digital Earth, 2018, 11(4): 356-368.
- [14] 孙悦, 张姝, 李京平, 等. 基于 Linux 操作系统文件权限的设置[J]. 计算机安全, 2008(3): 36-38.
- SUN Yue, ZHANG Shu, LI Jingping, et al. Set of File Rights with Linux Operating System[J]. Computer Security, 2008(3): 36-38.
- [15] 丁健. 基于 Netfilter 框架的 Linux 防火墙技术研究及应用 [D]. 武汉: 武汉理工大学, 2009.
- DING Jian. Research and Application of Linux Firewall Based on Netfilter [D]. Wuhan: Wuhan University of Technology, 2009.
- [16] ARGENT R M. An overview of Model Integration for Environmental Applications—Components, Frameworks and Semantics[J]. Environmental Modelling & Software, 2004, 19(3): 219-234.
- [17] ARGENT R M, VOINOV A, MAXWELL T, et al. Comparing Modelling Frameworks—A Workshop Approach[J]. Environmental Modelling & Software, 2006, 21(7): 895-910.
- [18] YUE Songshan, CHEN Min, WEN Yongning, et al. Service-Oriented Model-encapsulation Strategy for Sharing and Integrating Heterogeneous Geo-analysis Models in An Open Web Environment[J]. ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 2016, 114: 258-273.
- [19] GRANELL C, DÍAZ L, GOULD M. Service-oriented Applications for Environmental Models: Reusable Geo-spatial Services [J]. Environmental Modelling & Software, 2010, 25(2): 182-198.
- [20] YUE Songshan, WEN Yongning, CHEN Min, et al. A Data Description Model for Reusing, Sharing and Integrating Geo-analysis Models[J]. Environmental Earth Sciences, 2015, 74(10): 7081-7099.
- [21] 胡迪. 地理模型的服务化封装方法研究[J]. 测绘学报, 2015, 44(11): 1298.
- HU Di. Research on Service Encapsulation Method of Geographical Model [J]. Acta Geodaetica et Cartographica Sinica, 2015, 44(11): 1298.
- [22] 杨慧, 盛业华, 温永宁, 等. 基于 Web Services 的地理模型分布式共享方法[J]. 武汉大学学报 (信息科学版), 2009, 34(2): 142-145.
- YANG Hui, SHENG Yehua, WEN Yongning, et al. Distributed Geographic Models Sharing Method Based on Web Services [J]. Geomatics and Information Science of Wuhan University, 2009, 34(2): 142-145.

(责任编辑:陈品馨)

收稿日期: 2018-03-18

修回日期: 2018-05-28

第一作者简介: 谭羽丰(1992—),男,硕士生,研究方向为地理建模与模拟。

First author: TAN Yufeng (1992—), male, master, majors in geographic modeling and simulation.

E-mail: tanyufeng912@163.com

通信作者: 陈旻

Corresponding author: CHEN Min

E-mail: chenmin0902@163.com