

面向服务的地质灾害预警预报功能库^{*}

张广平^{1,2}, 谢忠¹, 罗显刚¹, 李尚平², 张晨晓²

(1. 中国地质大学(武汉)信息工程学院, 湖北 武汉 430074; 2. 钦州学院, 广西 钦州 535000)

摘要:在分析了地质灾害预警预报业务上,提出了基于云计算的面向服务地质灾害预警预报服务功能库体系架构,构建了地质灾害预警预报功能库的服务接口和构架关系类结构。详细描述了地质灾害预警预报功能库中的地质灾害潜势度功能服务、地质灾害易发程度功能服务、气象雨量数据功能服务、气象雨量站点地质灾害预警功能服务、地质灾害区域预警功能服务实现方法。在实际项目应用结果表明,该种创建及访问地质灾害预警预报服务功能库方法实现 Web 服务应用,给研究及使用者带来方便。

关键词: 地质灾害; 云计算; 预警预报; 面向服务

中图分类号: P642.2; X43 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2013)04-0045-05

0 引言

我国是世界上地质灾害最为严重的国家之一,强降雨、地震及大规模人类工程活动,使地质灾害频频发生^[1]。近年来随着社会经济的发展,地质灾害预警预报的研究受到重视,相关的应用也日益成熟。钟洛加^[2]等应用 WEBGIS 技术开发了湖北省地质灾害气象预报预警系统。周平根^[3]等利用 FeatureBase 地理信息系统技术和网络技术建立了融合通用地理信息功能与地质灾害预警预报业务功能的分布式软件系统。对于 WEBGIS 来说,最大的障碍就是建立和管理服务器。而云计算(Cloud Computing)是并行处理、分布式处理和网格计算的发展,也是一种新兴的共享基础架构的方法^[4]。云计算的本质是在计算机网络的基础上,利用虚拟化技术和面向服务架构(Service-Oriented Architecture, SOA),整合分布在网络上的大量的服务器集群处理能力,为用户提供安全、可靠、便捷的各种应用数据服务,用户可以在任何时间、任何地点,用任何可以连接到网络的终端设备来访问这些服务^[5]。云计算已经将互联网变成一个大的提供专业服务应用的资源库^[6]。为了解决地质灾害气象预报预警的服务建立和服务应用管理

问题,本文提出使用云计算方式作为托管环境、设计一种云计算技术构建地质灾害预警预报体系构架,并结合地质灾害预警预报业务实际情况,创建并访问地质灾害预警预报功能服务库,希望能为地质灾害气象预警预报服务提供一个比较有效的功能服务库构建使用方法,给研究使用者带来方便。

1 服务功能库的架构

云计算给 IT 技术带来一个革命性的范式就是将计算机基础设施和软件作为服务提供给用户^[7]。随着虚拟技术的引入,计算机基础设施服务也扩展以虚拟机来提供服务。一种五个层次的云计算服务架构也随着提出来了^[8],它包括:服务和储存层(dSaaS)、虚拟层、基础设施层(IaaS)、平台层(PaaS)、应用层(SaaS)。本研究在分析地质灾害气象预警预报具体的业务基础上,提取出基本的业务服务功能服务如地质灾害潜势度计算服务、地质灾害易发程度预处理服务、气象雨量数据预处理服务、气象雨量站点地质灾害计算服务、地质灾害区域预警计算服务,并将其封装成独立的服务层,以供上层的应用层调用。整个体系结构自底向上分为物理层、虚拟层、数据资源层、平

* 收稿日期: 2013-04-15 修回日期: 2013-05-27

基金项目: 广西科技攻关与新产品试制(桂科攻 0992027-1); 广西自然科学基金重大专项研究课题(2010GXNSFE013001); 广西壮族自治区教育厅科研立项项目(201010LX453); 钦州市科学研究与技术开发计划项目(2011813901)

作者简介: 张广平(1975-),男,湖北浠水人,博士,讲师,研究方向灾害预警预报模型及 GIS 在灾害监测预警中的应用。

E-mail: zhang1344895364@gmail.com

通讯作者: 谢忠(1968-),男,云南人,教授,主要从事数字地图与地理信息系统、嵌入式 G25 研究。E-mail: xiezhong68@mail.com

台及服务组件层、服务层、应用层以及横跨多个层次的服务发现、服务监控、资源调度、计量和计费等服务。具体的各层功能如图 1 所示。

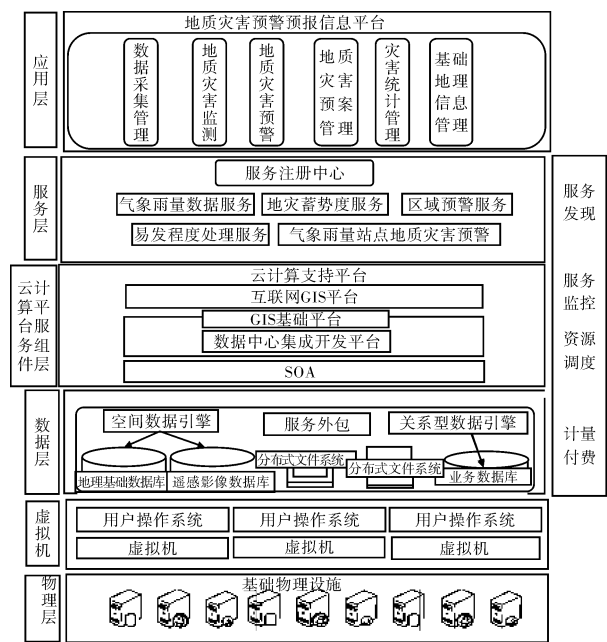


图1 地质灾害气象预警预报平台体系架构

2 服务功能库类框架

服务接口为用户提供的可编程接口，包含元数据查询、系统管理、空间数据处理、业务处理等服务接口。设计服务接口的目的是让用户能够检索地质灾害预警预报气象平台提供的功能或者能够操作存储在云平台上的数据。外部调用的接口也是该平台提供的云服务目录中的服务和资源对外公开的内容。用户通过它们实现具体的云计算资源管理和服务^[9]。本研究服务功能库采用WCF 服务实现地质灾害预警预报业务计算服务。

WCF 是一种基于面向服务应用(SOA)构架的分布式通信技术，它将微软一系列分布式技术如 COM/DCOM、NET Remoting、XML Web 服务、MSMQ 等整合起来，提供统一的应用编程接口。WCF 既继承了 Web 服务的优点，而且在跨平台方面做得更好，WCF 具有统一性、互操作性、安全与可信赖和兼容性等特点^[10]。具体的框架类关系如图 2 所示。Prediction. WCFService 为 WCF 服务层，所有业务服务均由该层提供，包括例如潜势度计算服务、地质灾害易发程度预处理服务、气象雨量数据预处理服务、气象雨量站点地质灾害预警计算、地质灾害区域预警计算服务。Prediction. BLL 地质环境预警预报的业务逻辑层，提供 WCF 服务所有业务处理。Prediction. DALFactory SQL 数据库访问层，主要提供数据存储及查询功能，执行 SQL 语句，执行存储过程等。Prediction. Utility 提供公用方法，例如生成配置文件，系统日志等。RainPlug-in 主要实现 WCF 服务中涉及与空间数据库相关操作，生成 GIS 服务器的插件。例如潜势度计算服务中与空间数据有关的计算。Prediction. SQLServerDAL 层主要是实现 WCF 服务中涉及到与 SQL 数据库有关的操作，例如气象雨量数据预处理服务中的数据导入功能等。

3 服务功能库实现及应用

3.1 地质灾害潜势度功能服务

潜势度计算服务通过调用该平台提供的专业空间计算接口，例如区与区叠加、区与线叠加、区与点叠加、空间查询，投影转换、拓扑造区、属性编辑等功能生成了潜势度图层。在调用潜势度计算服务之前，必须对配置文件的相关参数进行设置，才能保证潜势度计算结果的正确性。潜

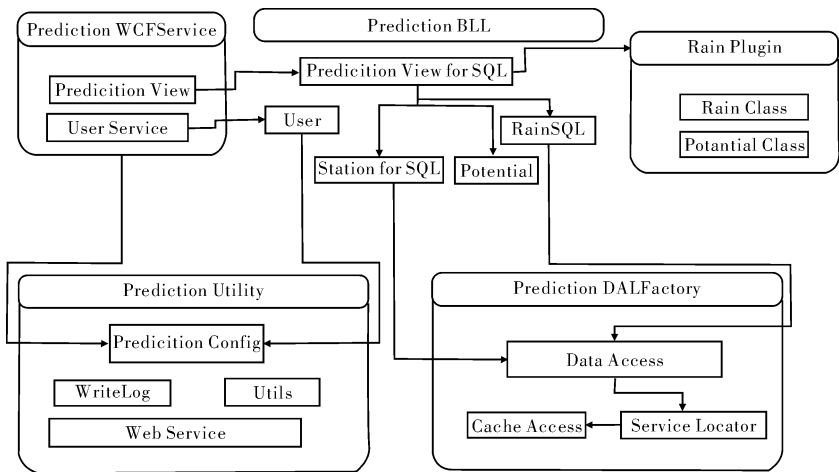


图2 地质灾害气象预警预报框架类关系图

势度计算服务中共有三个配置文件, 分别为 profile.txt、weight.txt、z_cut.txt。profile.txt 配置文件主要是配置地质环境因子的属性分类编码。profile.txt 配置文件是计算区域潜势度值的前提条件。weight.txt 为配置参与计算的地质环境因子的权重。z_cut.txt 为配置潜势度值的区间划分。潜势度计算服务是对一些空间数据进行计算, 因此在调用服务之前, 必须保证服务器上有参与计算的空间数据。参与计算的空间数据包括基础地理图层和地质环境因子图层。

3.1.1 功能服务实现

潜势度计算服务实现 API 的接口函数 bool OnPotentialComputing(string gisInfo)。参数 gisInfo 表示空间数据库名和图层名, 格式为 Prediction、Risk.WP。返回值 true/false 表示潜势度计算是否成功。地质灾害潜势度计算服务基本流程: 读取地质环境因子配置文件; 设置潜势度图层 GEO 地理属性; 潜势度图层与灾害点图层叠加; 获取参与计算的潜势度优先级; 获取潜势度图层属性值; 计算 CF 值并赋值潜势度图层属性; 计算 Z 值并赋值给潜势度图层属性; 读取配置文件得到分类区间; 计算潜势度值。

3.1.2 功能服务应用

潜势度计算服务调用接口使用表述性状态转移 (Representational State Transfer, REST) 服务方式, 其 URL 就能唯一标识潜势度计算服务。REST 是一种轻量级的 Web Service 架构风格, 由一组应用于 Web 体系架构中元素之上的约束组成, 比如 HTTP 协议、客户端 - 服务器模式等都是约束。REST 按照从底层到顶层的顺序依次附加了客户 - 服务器、无状态性、缓存、统一接口、分层系统和按需代码等约束^[11]。潜势度计算服务为 http://127.0.0.1: 1818/PredictionViewService/OnPotentialComputing? GISInfo = Prediction, 其中 URL 参数意义如下: 127.0.0.1 为潜势度计算服务所在服务器; 1818 为潜势度计算服务的端口号; PredictionViewService 为潜势度计算服务的命名空间; OnPotentialComputing 为潜势度计算服务对应方法接口; GISInfo 为调用该服务时实现方法时传递的参数值, 具体值为空间数据库名及参与潜势度计算的图层名。潜势度计算服务的返回值为: true/false, 即为计算成功或失败。

3.2 地质灾害易发程度功能服务

3.2.1 功能服务实现

地质灾害易发程度预处理服务的接口函数 bool onGeoComputing(string gisInfo)(图3)。其中参数 gisInfo 表示空间数据库名和图层名, 格式为 Predic-

tion、SLOPEUNIT.WP。返回值为 true/false 表示气象雨量数据是否导入成功。

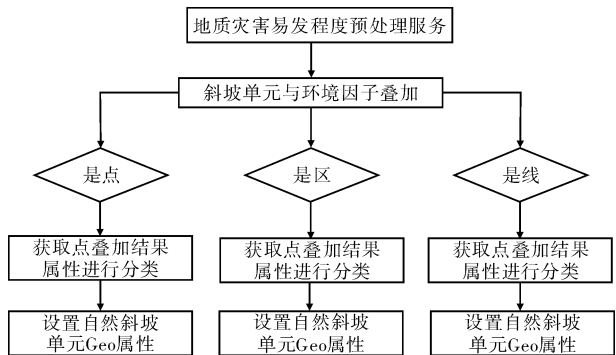


图3 地质灾害易发程度预处理服务流程图

3.2.2 功能服务应用

在调用服务之前, 必须对配置文件的相关参数进行设置。地质灾害易发程度预处理服务中配置文件为 Config.xml。配置项解释如下: MapGisIP GDB 为空间数据库所在的 IP 地址, GDBSvrName 为 GDB 服务器名, GDBDataSource 为 GDB 数据库命名, UserName 为 GDB 数据库访问用户名, Password 为 GDB 数据库访问密码, BaseLayer 为预处理基础图层名, GridWP 为网格区图层名, GridWT 为网格点图层名, PotentialWP 为自然斜坡单元区图层, PotentialWT 为自然斜坡单元点图层, Xcell X 为方向网格分辨率, Ycell 为 Y 方向网格分辨率, RiskLayer 为灾害点图层, GeoLayer 为地质环境因子图层。地质灾害易发程度预处理服务为: http://127.0.0.1: 1818/PredictionViewService/onGeoComputing。该服务为 REST 服务, 其 URL 就能唯一标识地质灾害易发程度预处理服务。URL 中 127.0.0.1 为地质灾害易发程度预处理服务所在服务器; 1818 为地质灾害易发程度预处理服务的端口号; PredictionViewService 为地质灾害易发程度预处理服务的命名空间; onGeoComputing 为地质灾害易发程度预处理服务对应方法接口; GISInfo 为调用该服务函数方法的参数, 参数信息包括空间数据库名及参与计算的图层名。地质灾害易发程度预处理服务的返回值为 true/false, 即为计算成功或失败。

3.3 气象雨量数据处理功能服务

3.3.1 功能服务实现

气象雨量数据预处理服务实现的接口函数为 bool rainImport(string date, string gisInfo, string isDown)。其中参数 date 代表日期, 日期参数格式如 120901 表示 2012 年 9 月 1 日; gisInfo 表示空间数据库名; isDown 的取值为 0 或者 1, 1 代表从 Ftp 上下载数据, 0 代表数据已存在直接导入。返回值

为 true/false 代表气象雨量数据是否导入成功。气象雨量数据预处理服务实现流程如图 4 所示。

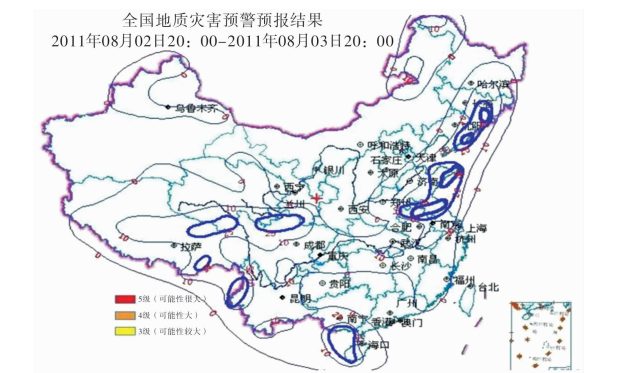


图4 气象雨量数据预处理服务预报雨量图

3.3.2 功能服务应用

气象雨量数据预处理服务从 Ftp 服务器下载雨量数据，解析后将解析结果保存到 SQL 和空间数据库中。因此气象雨量数据预处理服务配置参数包括四项：Ftp 服务器、SQL Server 服务器、GIS 服务器、数据存放目录路径。气象雨量数据预处理服务 URL 是唯一标识该服务，其中参数 127.0.0.1 为气象雨量数据预处理服务所在服务器；1818 为气象雨量数据预处理服务的端口号；PredictionViewService 为气象雨量数据预处理服务的命名空间；rainImport 为气象雨量数据预处理服务对应函数接口；rainImport 函数参数为 fileName 值类型为 string；GISInfo 空间数据库名及参与预报雨量线的图层名；isDown 是否从 Ftp 上下载数据。0 代表数据已存在不需下载，1 代表需从 ftp 上下载。气象雨量数据预处理服务的返回值为 true/false，即导入数据成功或失败。下图 5 为调用气象雨量数据预处理服务结果，图示为 2011 年 8 月 2 日 20 点至 2011 年 8 月 3 日 20 点全国气象雨量预报雨量线图层。

3.4 气象雨量站点地质灾害预警功能服务

3.4.1 功能服务实现

气象雨量站点地质灾害预警计算服务接口函数 bool stationComputing(string date, string gisInfo)。其中接口参数 date 代表日期，gisInfo 表示空间数据库名。返回值 true/false 表示雨量站点预报计算是否成功。

3.4.2 功能服务应用

雨量站点预报计算服务主要是将气象雨量数据预处理服务的成果查询出来，按照一定算法计算出雨量站的预报等级，并保存到 SQL 数据库中。因此雨量站点预报计算服务配置参数主要有 SQL Server、雨量天数。雨量站点预报计算服务 URL 为 http://127.0.0.1:1818/PredictionViewService/

stationComputing。在 URL 中 localhost 为雨量站点预报服务所在服务器；1818 为雨量站点预报服务的端口；PredictionViewService 为雨量站点预报服务的命名空间；stationComputing 雨量站点预报服务对应函数接口；stationComputing 函数参数为：fileName 为预报文件名。雨量站预报计算服务的返回值为 true/false，即为预报成功或失败。图 5 为调用气象雨量站点地质灾害预警计算服务结果，图示为 2011 年 8 月 2 日 20 点至 2011 年 8 月 3 日 20 点全国地质灾害预报灾害等级图。其中红色标示为灾害等级为五级，以为该雨量站发生灾害可能性很大；赤红标示为灾害等级为四级，以为该雨量站发生灾害可能性大；橙色标示为灾害等级为三级，以为该雨量站发生灾害可能性较大。



图5 气象雨量站预报服务灾害等级图

3.5 地质灾害区域预警功能服务

3.5.1 功能服务实现

地质灾害区域预警计算服务接口实现函数 bool OnOneStop(string date, string gisInfo)。其中参数 date 代表日期，gisInfo 表示空间数据库名。返回值 true/false 为布尔类型，为地质灾害区域预警是否导入成功。

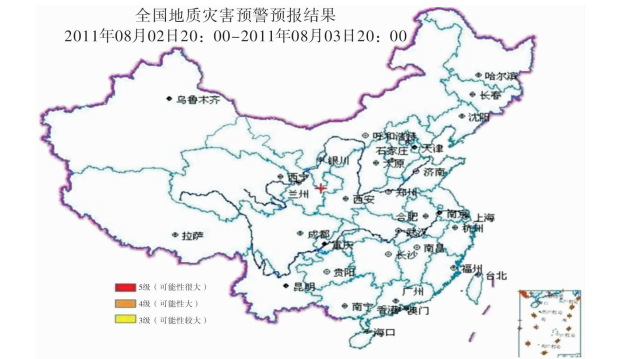


图6 区域地灾预报服务图

3.5.2 功能服务应用

区域预报计算服务主要是将气象雨量数据预处理服务的成果，潜势度计算服务的成果，采用预警模型，计算出区域的预报等级。区域预报计

算服务即涉及对 SQL Server 操作, 又涉及空间数据的计算。区域预报计算涉及到一些空间数据, 因此在调用服务之前, 必须保证服务器上有参与计算的空间数据。参与计算的空间数据有潜势度等数据。区域预报计算服务 URL, 其 URL 就能唯一标识该服务, 为 REST 服务 `http://127.0.0.1:1818/PredictionViewService/OnOneStop? fileName = 110801&GISInfo = Prediction`, 其中参数 `localhost` 为区域预报计算服务所在服务器; 1818 为区域预报计算服务的端口; `PredictionViewService` 为区域预报计算服务的命名空间; `OnOneStop` 为区域预报计算服务对应函数接口; 函数参数 `fileName` 预警日期, `GISInfo` 为空间数据库名及参与潜势度计算的图层名。区域预报计算服务的返回值为 `true/false`, 即预报成功或失败。由于区域预报计算服务设计到大量空间数据计算, 最终生成预报产品区, 客户端也无法展现。因此要想查看预报产品区, 必须开发利用 GIS 服务器出图功能来展示。图 6 所示为调用区域地质灾害预警计算服务结果, 图示为 2011 年 8 月 2 日 20 点至 2011 年 8 月 3 日 20 点全国区域地质灾害预报灾害等级图。

4 结语

综合基础地理地形数据和专题相关数据, 基于云计算的面向服务应用的分布式通用框架体系构架, 设计了一种应用于地质灾害专题应用的功能服务系统架构, 构建了地质灾害预警预报的服务接口和构架关系类结构, 实现了地质灾害预警预报地质灾害潜势度计算服务、地质灾害易发程度预处理服务、气象雨量数据预处理服务、气象雨量站点地质灾害预警计算服务、地质灾害区域

预警计算服务五大服务。经应用服务调用试验表明, 该种云计算服务构架、服务接口、服务创建、服务调用模式适合应用于地质灾害预警预报专题业务的 GIS 应用。

参考文献:

- [1] 王泳颖, 李占元, 黄永璘. 基于 WebGIS 的暴雨灾害决策系统的设计与实现[J]. 城市勘测, 2009(2): 52-55.
- [2] 钟洛加, 肖尚德, 周衍龙, 等. 基于 WEBGIS 的湖北省地质灾害气象预警预报[J]. 资源环境与工程, 2007, 21(Sup 1): 104-106.
- [3] 周平根, 毛继国, 侯圣山, 等. 基于 WebGIS 的地质灾害预警预报信息系统的设计与实现[J]. 地学前缘, 2007, 14(6): 38-42.
- [4] Brian Blake M. Service-oriented computing and cloud computing [J]. Challenges and Opportunities, 2010(11): 14.
- [5] David S Linthicum. Cloud computing and SOA convergence in your enterprise: A step-by-step guide [M]. Addison-Wesley Professional, 2009.
- [6] Lombardi F, DiPietro R. Secure virtualization for cloud computing [J]. In Journal of Network and Computer Applications, 2011, 34(4): 1113-1122.
- [7] Ambrust M, Fox A, Griffith R, et al. Above the clouds: a Berkeley view of cloud computing [EB/OL]. [2013-01-28]. <http://www.eecs.berkeley.edu/Pubs/TechRpts/2009/EECS-2009-28.pdf>.
- [8] Furht B. "Cloud Computing fundamentals" in Handbook of cloud computing [J]. Springer-Verlag, 2010: 3-19.
- [9] 方雷, 基于云计算的土地资源服务高效处理平台关键技术探索与研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2011: 107-108.
- [10] 蒋金楠. WCF 技术剖析(卷 1)[M]. 北京: 电子工业出版社, 2009: 2-18.
- [11] FIELDING R T. Architectural styles and the design of network-based software architectures [D]. Irvine: University of California, 2000.

The Service-oriented Function Libraries of Geological Hazard Warning

Zhang Guangping^{1,2}, Xie Zhong¹, Luo Xiangang¹, Li Shangping² and Zhang Chenxiao²

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

2. Qinzhou University, Qinzhou 535000, China)

Abstract: Based on analysis on early warning and forecast of geological hazard, a framework for function library of service-oriented early warning and forecast of geological hazard based on cloud computing is proposed and the service interface and framework for the relationship between class structure are established. Realization methods of 5 services in the function library are realized including the geological disasters potential degree computing services, geological disaster-prone degree of pretreatment service, meteorological rainfall data preprocessing service, the meteorological rainfall site geological disaster warning service, regional early warning of geological disasters. Practical application of the results shows that the method mentioned above realizes Web service application, and provides convenience to researchers and users.

Key words: geological disasters; Cloud Computing; early warning and forecasting; service