

# 基于 Globus Toolkit 网格信息服务的研究及应用

郭昌松<sup>1</sup>, 李 飞<sup>1</sup>, 赵伯听<sup>2</sup>, 唐籍涛<sup>1</sup>

(1. 成都信息工程学院 网络工程学院, 四川 成都 610225;

2. 福建省气象局 气象服务中心, 福建 福州 350001)

**摘 要:** 为了提高校园中资源的利用率, 方便管理校园中的网络设备和资源, 进行信息整合, 实现资源共享, 基于 Globus Toolkit 搭建了校园网格。在充分对比基于 Web Service 监控发现系统和监控发现系统的基础上, 重点研究了基于 Web Service 监控发现系统的工作机制和工作原理。利用网格中间件 Globus Toolkit 4.2.1 中的基于 Web Service 监控和发现系统搭建了校园网格信息服务, 实现了对三个校区集群资源信息和调度信息的监控, 实现了对数据传输的监控, 管理员可以通过网页的形式方便查看网络设备运行状态, 掌握整个网络的运行状态。

**关键词:** 监控发现系统; 聚合框架; 聚合服务; 聚合资源

中图分类号: TP399

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2012)03-0179-04

## Research and Application of Grid Information Service Based on Globus Toolkit

GUO Chang-song<sup>1</sup>, LI Fei<sup>1</sup>, ZHAO Bo-ting<sup>2</sup>, TANG Ji-tao<sup>1</sup>

(1. Department of Network Engineering, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China;

2. Weather Service Center, Fujian Meteorological Bureau, Fuzhou 350001, China)

**Abstract:** In order to improve the utilization of campus resources and facilitate the management of the campus network equipment and resource, campus grid is built based on Globus Toolkit. Web Service Monitor and Discovery System (WS MDS) and Monitor and Discovery System (MDS) is compared, the working principle of WS MDS is studied deeply. WS MDS in Globus Toolkit 4.2.1 is used to build campus grid information service. It monitors resource information and scheduling information of cluster, and it realizes the data transmission control. Administrators can easily view equipment status in the form of pages and control the entire network operations.

**Key words:** monitor and discovery system; aggregator framework; aggregator service; aggregator source

## 0 引 言

Globus<sup>[1]</sup> 是基于开放体系结构、开放标准构建计算网格的项目, Globus Toolkit (GT) 网络中间件来源于 Globus 项目, 已经被应用于全球数百个站点和几十个主要的网格项目。GT4<sup>[2]</sup> 是以 Web Service Resource Framework (WSRF) 为基础, 提供了网络安全、网格数据管理、网格任务调度管理、网格信息服务等基础功能 and 一整套 API, 以支持开发基于网格的有状态 Web 服务, 从而实现建立分布式计算环境的目标。

由于学校规模的不断扩大, 学校的资源和设备越来越多, 很多的资源分布于不同的位置而且异构, 不利于管理和监控, 为了解决上述问题, 使用校园网格<sup>[2-4]</sup>

实现资源之间的共享和管理。网格信息服务主要解决了下面的问题: 提供哪些信息、如何描述信息、如何收集信息、如何更新信息、如何提供给用户。在 GT 的监控和信息发现系统中解决了上述主要问题, 因此也称信息服务为监控和发现系统。

## 1 WS MDS 和 MDS2 的比较

在 GT 中, 网格信息服务即监控和发现系统, 可以汇聚来自多个网格资源的状态信息, 监控网格资源的运行状态, 为管理员和网格用户提供了方便状态查询界面。

GT 已经发布了四个版本, 在这四个版本中 GT2, GT3, GT4 都有自己的监控和发现系统, GT2 中的 MDS2 使用和研究最广, MDS2<sup>[5]</sup> 是基于轻量级目录访问协议 (Lightweight Directory Access Protocol, LDAP) 的, 而 GT4 中的 WS MDS<sup>[6]</sup> 是基于 WSRF 框架的, MDS2 由网格索引信息服务 (Grid Index Information

收稿日期: 2011-08-16; 修回日期: 2011-11-20

基金项目: 四川省教育科研计划项目 (10ZB093)

作者简介: 郭昌松 (1985-), 男, 山东德州人, 硕士研究生, 研究方向为网格计算、信息安全; 李 飞, 教授, 硕士生导师, 研究方向为云计算、信息安全。

Service, GIS)、网络资源信息服务(Grid Resource Information Service, GRIS)、信息提供者(Information provider, IP)组成。

由于基于 Web Service 的监控发现系统(Web Service Monitor and Discovery System, WS MDS)发布的比较晚,对 WS MDS 的研究相对较少,WS MDS 基于 WSRF,基于 XML 的信息格式,比 MDS 的 LDIF 信息格式更加灵活;WS MDS 使用一个功能强大的查询语言 XPath 代替了 LDAP 查询;WS MDS 减少了所使用的组件,使执行更简单和更健壮,配置更加简单;由于使用了 WSRF 框架,访问随机信息的接口更加方便。无论是在功能还是在性能方面,WS MDS 都比 MDS2 的到了扩展和提高,在参考文献[3]中指出,WS MDS 的索引服务能够在服务器上运行三个月,而不会影响服务器的性能,而 MDS2 运行一个月,就会消耗掉服务器的大量内存。表 1 列出了 MDS 和 WS MDS 在协议和组成方面的比较。

表 1 MDS 和 WS MDS 的比较

描述	MDS	WS MDS
描述资源的数据格式	LDAP 数据格式	XML 数据文档
查询语言	LDAP 查询语言	XPath 查询语言
查询用的协议	LDAP 协议	WS - ResourceProperties 协议
使用的图形用户界面	LDAP 浏览器	Web MDS
订阅、通知使用的协议	不支持	WS-Notification 协议
聚合信息的查询索引	GIS 使用 LDAP 相关的标准发布的数据	WS MDS Index 服务,使用 WSRF 相关的标准发布数据
索引服务收集信息使用的机制	GIS 发送 LDAP 查询到远程客户端。	WS MDS 索引服务器使用基于插件的聚合框架,该框架支持收集信息的机制

## 2 WS MDS 的工作原理

WS MDS<sup>[7,8]</sup>实现对虚拟组织(Virtual Organization, VO)中资源状态的搜集、管理、索引和查询响应,主要由聚合框架、索引服务、触发服务、聚合资源组成,聚合框架是 WS MDS 的基础软件框架,索引服务和触发服务都是构建在该框架之上,索引服务能响应用户的查询请求,触发服务依据资源状态的变化执行一定的操作,聚合资源通过聚合框架向聚合服务提供资源属性。

在 GT4 中,信息提供者提供了资源属性数据, GLUE-Schema 作为表达状态数据的形式, XPath 作为数据检索工具,聚合资源收集格式良好的 XML 数据,

通过聚合资源不断地向聚合框架注册,更新资源属性,使用聚合服务向用户提供资源属性。WS MDS 的工作原理如图 1 所示。

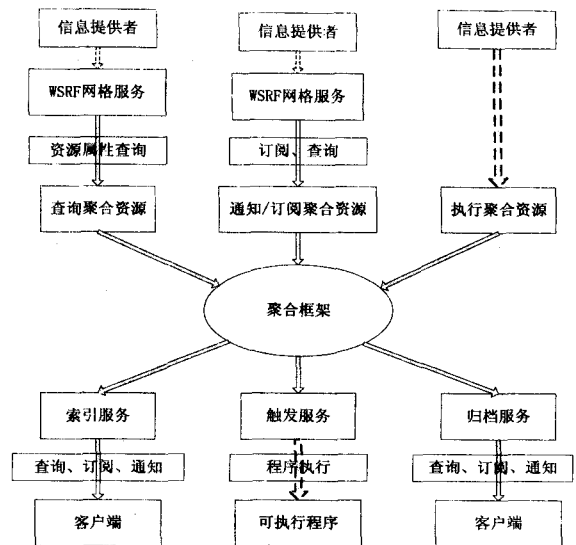


图 1 WS MDS 的工作原理

信息的收集工作由信息提供者完成,信息提供者不是 WS MDS 的标准组成部分,它是第三方开发的一些收集资源信息软件,在 GT4 中提供了一些常用的标准的信息提供者,当然也可以根据需要编写自己的信息提供者,信息提供者一般安装在被监控的服务器或者集群上,信息提供者一般提供操作系统名称和版本号、cup 负载信息、磁盘负载信息、网络负载信息等。

根据聚合资源<sup>[9]</sup>收集信息方式的不同和信息来源的不同,将聚合资源分为查询聚合资源、订阅聚合资源、执行聚合资源。查询聚合资源和订阅聚合资源收集来自 WSRF 服务的资源属性,而执行聚合资源收集非 WSRF 服务的资源属性。查询聚合资源使用 WS-Resource 属性轮询机制,收集来自注册资源的资源属性,轮询的周期和目标资源属性都是在注册信息中指定的;订阅聚合资源使用 WS-Notification 订阅机制,收集来自注册资源的资源属性,当属性值发生改变的时候,向聚合框架发送数据,而不是周期性的发送数据;执行聚合资源使用可执行文件(例如脚本),收集注册资源的聚合数据。

聚合框架<sup>[10]</sup>是建立在 WS-ServiceGroup 和 WS-ResourceLifeTime 规范之上的,每一个聚合框架代表一个 WS-ServiceGroup。WS-ServiceGroup 是由聚合服务实体组成,每一个实体代表在聚合服务组中注册的一个资源,拥有注册资源的详细信息;由于聚合服务组中的聚合实体是有生命期的,所以 MDS-ServiceGroup-Add 操作要运行在后台,不停地向聚合框架注册聚合资源,在服务组中不断地刷新聚合实体<sup>[11]</sup>。当完成注册,就建立了聚合资源和聚合框架中聚合池的连接,聚

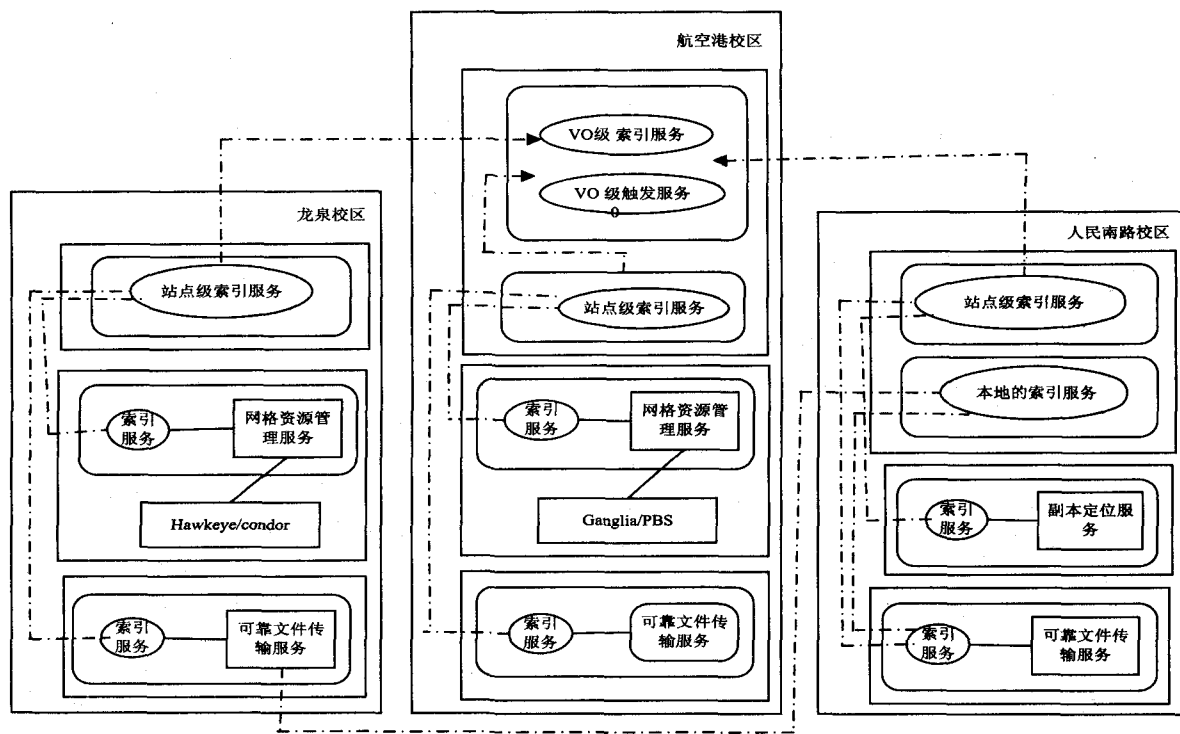


图2 WS MDS 部署示意图

合资源开始收集数据,将收集到的数据插入相应的聚合实体,聚合池开始处理聚合实体中的信息。

聚合服务是建立在聚合框架之上的,聚合服务实现聚合池的 AggregatorSink 接口,根据不同的服务功能,对数据进行不同的处理。WS MDS 提供了两种聚合服务:索引服务、触发服务。索引服务及时地更新收集到的资源信息,并且发布这些信息作为资源属性,用户或者管理员可以及时掌握整个网格的运行状况。为了聚合更多的资源属性,索引服务能够以层次模式相互注册。触发服务收集信息,使用在配置文件中定义的一系列条件跟收集到的数据进行比较,当满足某一个条件时将会被触发,触发某一事件,例如当磁盘空间达到一定的阈值时向管理员发送邮件。

从图1可以看出,不同的聚合服务,访问的方式也不一样,可以通过查询命令或者可视化的网页访问索引服务和归档服务,也可以订阅特定的索引服务和归档服务,而触发服务只有在满足某条件的时候才会执行特定的执行文件(脚本或者程序),通知管理员或者用户。

### 3 WS MDS 的应用

由于学校规模的不断扩大,学校已经扩展到三个校区,为实现三个校区资源的有效整合和管理,提高资源的利用率,建立一个实现资源共享和协同工作的校园网格。该校园网格是基于 Globus Toolkit 4.2.1 搭建,连接三个校区的集群和服务,使用 Globus 中的

网络安全基础设施(Grid Security Infrastructure, GSI)保证这个系统的安全性,在航空港校区建立一个CA认证中心,三个校区的认证证书都是从该CA认证服务器获得,这样避免了CA之间的交叉认证,管理也比较方便。使用 Globus 中的 GridFTP 实现服务之间数据的传输,GridFTP 是一个高性能、安全、可靠的数据传输工具,它扩展了 FTP 协议,增加了一些额外的特性。使用 Globus 中的 WS MDS 监控校园网格中资源和服务的运行状态,关于 WS MDS 的配置可以参考官方的配置文档,图2是 WS MDS 的部署示意图。

航空港校区是本校的主要教学区,在该校区的信息中心有一个集群,使用 PBS 管理作业调度和监控集群中的资源信息,在 PBS 服务器上安装了信息提供者 Ganglia,它向网格资源管理服务(Grid Resource Allocation and Management, GRAM)提供集群的调度和资源信息,GRAM 作为一个聚合资源不停地向聚合框架注册,向索引服务提供格式良好的 XML 数据,形成资源的资源属性。龙泉校区的信息中心有一 Condor 集群,Condor 集群要使用 Hawkeye 信息提供者收集该集群的调度信息和资源信息,经过和 Ganglia 同样的过程,将信息传递给索引服务,索引服务发布服务的资源属性。索引服务可以实现层次注册,扩大 WS MDS 监控和发现资源的范围,站点级的索引服务收集了站点内所有资源和服务的信息,便于一个站点内资源属性的管理。站点级的索引服务要向虚拟组织级(Virtual Organization, VO)的索引服务注册,这样在 VO 级索引服务可

以查看虚拟组织中所有资源和服务的属性,通过在 VO 级的索引服务上部署 Web MDS,虚拟组织中的用户可以通过网页的形式查看索引服务中的资源属性。另外,在航空港校区,部署了一个 VO 级触发服务,当虚拟组织中某些重要的信息满足一定条件的时候,就会及时通知管理员。

只要遵循 WSRF<sup>[12]</sup> 的服务都可以作为聚合资源,向聚合服务提供数据。在这个虚拟组织中还部署了一些其他的服 务,在三个校区的信息中心部署了可靠文件传输服务(Reliable Transfer Service, RTF),可靠文件传输服务用来实现第三方的 GridFTP 传输,控制 GridFTP 各种各样的传输参数,控制 GridFTP 之间快速、可靠地传输文件。可靠文件传输服务将 GridFTP 传输的信息,提交给索引服务,这样管理员就可以监控数据的传输。在人民南路校区,还部署了一个副本定位服务,副本定位服务用于注册和查找副本信息。

#### 4 结束语

由于网格资源的异构性,更加突出了网格信息服务在网格系统中的重要性,基于 Web Service 的监控发现服务具有较好的扩展性,可以编写自己的信息提供者,对网格资源中感兴趣的资源属性进行监控。将基于 Web Service 的监控发现服务应用到校园网格中,验证了基于它的工作原理,并提高了管理员的工作效率。

(上接第 178 页)

步通信接口的方法,实现简单,传送数据速率和位数可调,有效地节约了成本,免除了扩展外围电路的烦恼,为微处理器通用 I/O 口的扩展提供了一种简单有效的方法。整个过程按串行的通信方式实现,可以实现自拟协议的串行异步通信。传输性能稳定可靠,对于具有定时中断资源的任何处理器均可使用。采用定时器中断作为时标,占用系统资源少。采用状态机的思想,代码执行效率高。此种通信方法已经成功应用于电机设备的控制系统,运行效果稳定可靠。在此基础上,可以将处理器的其它任意 I/O 口扩展为通信口。大大提高了处理器的通信能力,为低成本的多通道串行异步通信提供了可能。

#### 参考文献:

- [1] 李全利,仲伟峰,徐 军. 单片机原理及应用[M]. 北京:清华大学出版社,2006:111-116.
- [2] Axelson J. Serial port complete[M]. USA: Lakeview Research, 1999: 91-135.
- [3] 徐 群,塔拉甫别,刘汉刚. 通用 I/O 口实现串行异步通讯方法研究[J]. 水利水文自动化,2004,1(3):30-33.

#### 参考文献:

- [1] Foster I, Kesselman C. The Grid 2: Blueprint for a New Computing Infrastructure[M]. [s. l.]: Morgan Kaufmann, 2004.
- [2] 陈 萍,张莉花. 校园网络系统的研究与设计[J]. 电子设计工程,2010,18(5):19-21.
- [3] 李江卫. 校园计算网络监控系统研究与实现[D]. 西安:西北工业大学,2007.
- [4] 何凤英. 校园网格中信息服务的研究与实现[J]. 福州大学学报(自然科学版),2010,38(8):378-382.
- [5] 马永征,南 凯,阎保平. 基于 MDS 的数据网格信息服务体系结构[J]. 微电子学与计算机,2003(8):27-30.
- [6] 吴小竹,陈崇成,潘明辉. 基于 Globus 的网格信息归档服务[J]. 计算机工程,2009,35(8):110-115.
- [7] 田明艳,张水平,刘禄平. 基于网格的多源数据访问[J]. 计算机工程,2010,26(7):84-86.
- [8] 杨 辉,南 凯,马永征,等. 数据网格中信息服务技术的研究与实现[J]. 计算机应用研究,2007,24(7):246-248.
- [9] Schopf J M, Raic L, Miller N. Monitoring and Discovery in a Web Services Framework: Functionality and Performance of Globus Toolkit MDS4[R]. [s. l.]: [s. n.], 2006.
- [10] 易 名,金 海. 基于 WSRF 的 Web 服务资源的设计[J]. 计算机工程,2006,32(23):262-264.
- [11] Borja S. The Globus Toolkit 4 Programmer's Tutorial[EB/OL]. 2004. [http://gdp.globus.org/Globus Toolkits4-tutorial/singlehtml/progtutorial\\_0.1.html](http://gdp.globus.org/Globus%20Toolkits4-tutorial/singlehtml/progtutorial_0.1.html).
- [12] 宋丽华,刘方爱. 基于 WebService 的网格服务功能的研究[J]. 计算机技术与发展,2009,19(7):59-61.

- [4] 景 鑫. 51 单片机的串行口扩展方法[J]. 微计算机信息,2005(13):63-64.
- [5] 赵学军. 基于单片机通用引脚的软件 UART 设计[J]. 微计算机信息,2007,23(1-2):152-153.
- [6] 吴桂初,谢文彬,魏晓月. 基于单片机 I/O 口串行同步通信的实现[J]. 温州大学学报(自然科学版),2007,28(2):35-38.
- [7] 陈 曦,张 涛,付少波,等. 基于 51 系列单片机的通用软件 UART 的实现[J]. 微计算机信息,2001(5):79-80.
- [8] 曹丽娜,樊昌信. 通信原理[M]. 北京:国防工业出版社,2006:136-148.
- [9] 曹会华,贺占庄. 基于有限状态机实现全双工可编程 UART[J]. 计算机技术与发展,2007,17(2):53-55.
- [10] Pedroni V A. Circuit Design with VHDL[M]. [s. l.]: MIT Press, 2005.
- [11] 戴 佳,戴卫恒. 51 单片机 C 语言应用程序设计实例精讲[M]. 北京:电子工业出版社,2006.
- [12] 徐爱钧,彭秀华. 单片机高级语言 C51 Windows 环境编程与应用[M]. 北京:电子工业出版社,2001.
- [13] Kochan S G. Programming in ANSIC[M]. Indianapolis, Indiana, USA: Hagden Books, 1994.