

元计算环境下的目录服务机制研究^{*}

梅晓勇^{1,2} 王志刚² 李师贤²

(常德师范学院计算机系 湖南常德415000)¹ (中山大学计算机科学系 广州510275)²

Research on the Directory Service Mechanism for Metacomputing Environment

MEI Xiao-Yong^{1,2} WANG Zhi-Gang² LI Shi-Xian²

(Department of Computer Science, Changde Normal University, Changde Hunan, 415000, China)¹

(Department of Computer Science, Zhongshan University, Guangzhou Guangdong, 510275, China)²

Abstract In Grid Computing environments, in order to reasonably avail the super-speed host, great capacity storage, network bandwidth etc grid resources, and coordination use of the protocols and applications algorithms, the directory service system mechanism must be sufficiency considered. Validate selection of the available resources and related and latest information status. Discuss meta directory service mechanism based on LDAP for grid computing, point out the directory service system's major technique. At last, point out the related research contents of directory service.

Keywords Grid, Service agent, Directory service, Metacomputing

1. 引言

随着计算机技术和网络通讯技术的发展, Internet 技术得到广泛的应用, 极大地促进了网络环境下商业应用和科学应用研究, 各类应用需求也向高性能、多样化方向发展, 一些大规模科学计算难以在一台超级计算机或一个机群系统上完成, 这就需要由多台计算机、多类仪器设备互连而协同工作。像这样通过高速网络将地理上分布、异构的多种计算资源连接起来, 协同完成计算问题, 即属于网格计算系统讨论的范畴, 它为解决超大规模、超复杂计算、数据高度密集问题提供了新的解决途径。

网格计算方面的研究目前尚处于起步阶段, 虽然现在已有多个网格系统实现, 如由美国多个研究机构建立的计算网格项目 Globus 等, 但仍有许多问题尚待解决, 还需要进一步深入研究。实现网格计算的主要目标是将地域分布、异构资源统一起来, 以一致的用户界面, 动态、透明地向用户分配适当的资源。

在网格计算环境中, 资源的选择配置既不能用传统的手工处理, 也不能不加改变直接使用现有的目录服务系统。计算网格资源的管理应该是自治的, 并实现作业运行状态的分布式管理, 本文依据网格计算资源的组织结构讨论了一个基于 LDAP 的元计算目录服务模型系统。

2. 网格元目录服务的关键技术

网格资源类型多, 信息描述复杂, 不仅包括静态属性, 还包括事件数据等动态信息, 一般采用元数据表示目录服务内容。LDAP 提供了一个有魅力的接口和约束操作类型机制, 实践证明是比较成功的, 它具备一致的组织标准, 有助于网格目录服务安全处理需求。

元目录服务模型根据 LDAP 提供的标准, 将关联信息收

集进入一个定义完备的入口集, 每一个入口表示一个对象的一些类型实例, 例如一个组织、人、网络或计算机; 而一个入口信息被一个或多个属性表示, 属性与一个特殊的入口关联, 由对象入口决定类型表示, 这种类型信息在数据模型内译码。下面我们讨论基于高性能分布式计算的目录服务选择实现技术, 描述入口命名、属性表示以及对象间的关系。

2.1 入口信息描述

目录服务通常采用树型结构表示入口(entry)信息, 包含三部分内容: ①基本描述信息, 这部分定义了非行为的特征, 提供了入口的描述信息, 每个属性由属性类型和值的元组形式表示, 如文档中的 lastmodifiedby, keywords 等; ②分类信息, 入口根据区别属性名分类策略进行归类, 并以一个分类树的形式组织, 分类信息帮助用户或软件实体快速在树中定位入口, 如 LG-Network, LG-Host 等; ③资源和定位信息, 这部分描述详细的文档、视图、注解等。

每个入口用一个独特的名字标识, 称其为区别名 DN (Distinguished Name)。为了简化一个入口定位进程, 入口被组织形成称为一棵目录信息树 DIT, 构成层次的、树状命名空间。一个指定区别名入口路径是指从 DIT 根到区别名入口路径, 形成区别名路径的每个成份必须标识一个特殊的 DIT 入口, 且任何 DIT 入口的孩子必须至少有一个属性指向前驱, 它的值必须区别于其兄弟的任意入口唯一命名和值属性列表, 向上识别它的祖先直到 DIT 的根, 形成完整的路径, 例如, 区别名: (hn = lab. zsu. edu, ou = grp, o = zsu grid lab, c = CN)。

每个入口由一组属性组成, 而每个属性由属性类型和一个或多个值分量组成, 区别名成份在相对固定的次序中列出, 在一个区别名中, 用缩写表示属性名, 这样区别属性名常常是: 作业名(JN), 主机名(HN), 文档名(DUN), 网络名(NN), 组织单位(OU), 组织(O)和国家(C), 软件(SW)等。这样, 一

^{*} 本文得到国家自然科学基金资助(79910161989)。梅晓勇 讲师, 访问学者, 主要研究方向为数据库和分布式技术。王志刚 副教授, 访问学者, 主要研究方向为可信计算与容错技术、软件工程与软件技术。李师贤 教授, 博士生导师, 主要研究方向为软件理论、软件工程与软件技术。

个国家的入口是 DIT 的根,而主机入口被定位在 DIT 中的组织单位之下,由 DN 唯一代表该入口,与关系型数据库相比,LDAP 具有可伸缩的数据结构。

根据入口目录库的功能和结构,将整个网络中的构件资源按照地域、应用领域、管理权限等规则组织成不同的管理域,每个域中设立入口目录服务器,负责维护本管理域内的各入口服务器所提供的构件资源描述信息,目录服务器和入口服务器通过动态交互来维持目录信息与入口资源信息一致;同时,该目录服务器可以与相邻域的目录服务器交换信息,形成分布式入口目录信息数据库,便于入口的浏览、搜索和获取。

该结构突出的优点是无论在 LAN 的环境下还是在 Internet 应用中,均能保证数据的一致性和体系结构的可扩展性。另一个优点是灵活、易于实现,通过扩展 LDAP 的模式集,实现全球唯一的定位实体的对象类和属性集描述,如图 1 所示。从功能上,可在 LDAP 的 DIT 中集成多种功能,在实现上,由于 LDAP 协议得到了广泛支持,有各种 API 接口可利用 C,Java,PHP,XML 等语言编写,无需进行 Socket 级的开发,只需进行协议级接口编程即可。

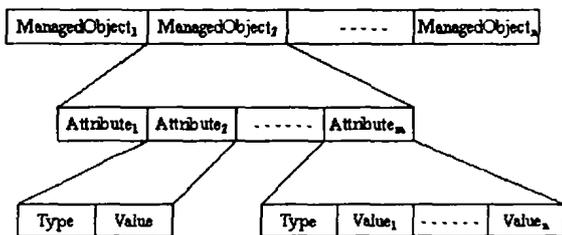


图1 对象属性类型和价值关系

2.2 树型结构表示

一般情况下网络 and 主机之间通过网络接口对象链接,一个网络接口对象表示网络接口的物理特征,如接口速度,和硬件网络地址,如在 Ethernet 情况下 48 bit Ethernet 地址。在 DIT 内主机看来,一个网络接口通过属性与网络关联,该属性值是一个唯一区别名指向 LG-Network 对象,一条返回链存在于 LG-Network 对象和 API 接口之间。

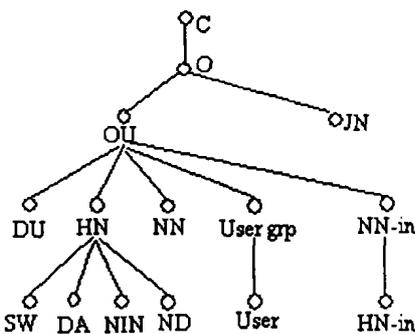


图2 目录信息树(DIT)组织关系描述

在 DIT 中,资源信息表达出来以后,开始设计网络目录服务系统信息定位结构模型。通常需要综合考虑层次与效率问题,如果层次较多,能减少有效搜索范围,但会增加单个信息所占空间,也即增大整个目录库所占空间;如果层次相对较少,能减少一定的空间开销,必然增加搜索的时间。根据系统模型优化设计原则,即设计合适的属性布局结构,图2所示,使层次和效率的综合达到最优。这样只要知道任意给定的地址,

则很容易查找出所有符合条件的信息,如果查找的条件较具体,那么可以直接找到信息实体,即使是所给出的查找条件比较模糊,也可以找出所有符合条件的信息实体集,然后由用户从中挑选出需要的信息,效率也将达到较高。

网络支持“逻辑”视图,在实际描述网络信息时,需要将网络连接层次、网络接口和主机的加入等的附加信息与逻辑视图相关联,例如,一个单一网络可能很容易经过几个不同的协议栈:IP, Novell IPX 或第三方提供库 MPI,必须清楚描述关联这些协议的每一网络接口和性能信息。实际上,一个主机可与多个网络相连接,每个视图一般都包含对应网络和接口 IP 地址,并通过指针描述对应对象类接口卡,逻辑信息和物理信息平行对应,可以更好地反映网络逻辑结构和物理结构的关系。

一般情况一个 LDAP 目录树由一个或多个 LDAP 服务器组成,当用户向一个 LDAP 服务器发出请求时,如果用户需要的信息在这个服务器上,则直接响应用户请求;如果用户所要的信息不在这个服务器上,就会返回给用户一个包含用户所要信息的 LDAP 服务器的地址,用户可以通过这个地址来访问相应的 LDAP 服务器以获取所需的信息。关于服务器间地址传递,将在下面的推荐扩展中进一步介绍。

2.3 服务定位实现

在异构资源环境中,服务器主机在存储系统中定位资源并解决应用需求,根据运行特征资源定位服务负责选择适当的网络资源,虚拟主机以适当拓扑形式组织资源,协助应用负载与虚拟主机间的资源映射。资源选择、资源配置和资源映射三者是相关联的,实际上只有当映射被确定后,资源选择器才能确定选择哪一资源配置将会更好。

建立基于入口 LDAP 数据模型,通过扩展模式集 schema 扩展 LDAP 的表示范围,通常模式集用来存放入口属性和对象类相关的静态信息。LDAP 规范给出了一个标准的 schema 描述典型的目录信息,但没有服务定位的描述规范,因而在服务定位体系 SLA 中,需要描述多种服务类型 service type 和属性 Attribute,这里可以通过两种途径构造服务定位体系的数据模型:一是利用现有的模式集定义,通过叠加多个对象类来建立 entry 框架,这样会造成定义层次较多,与上面提出的设计层次结构相矛盾,而使描述的服务属性受到局限;二是扩展模式集,建立对应定位服务实体的对象类和服务属性集。本文采用后一种方式。

2.4 推荐扩展

为了扩展目录服务,使网络上的 LDAP 服务器之间建立一种联系,允许目录服务器间协作,用户可以通过和本地目录服务器的联接,去发现远程目录服务信息,而不是服务提供者将信息从远程服务器复制到本地,这样将增加通信量,为此,引入推荐 referral。推荐的工作过程:当用户进行查询时,如果在本地目录服务器没有找到,就会按照 referral 指定的其它 LDAP 服务器进行查找(referral 的值应是另一个 LDAP 服务器或多个 LDAP 服务器的 URL),并自动地寻找,直到找到正确的服务器,获得正确的内容为止。

为了描述 LDAP 服务器间目录服务的地址链接关系,这里引入三种推荐机制:第一种是向上推荐机制,除存储 DIT 根节点的服务器外,其余所有服务器都有唯一的向上推荐指向上一级服务器,如果用户请求操作的目录项入口不在本服务器 DIT 根节点下,服务器将向用户返回向上推荐;第二种是向下推荐机制,服务器所存储目录项入口部分子树在其它

服务器中时,则应包含向下推荐,每个服务器的下级服务器都有一个向下推荐。向下推荐作为一种特殊的目录项存放在数据库中,用 referral 表示,其中属性 ref 记录向下推荐,向下推荐和目录项信息一起放在数据库中,服务器取 referral 时,则返回向下推荐;第三种是交叉推荐机制,为了提高分布式网络计算操作的效率,将两个服务器通过交叉推荐指向某特定服务器的目录操作,可节省通过向上、下推荐进行操作的时间,交叉推荐通常可以有多个,记录在配置文件中。

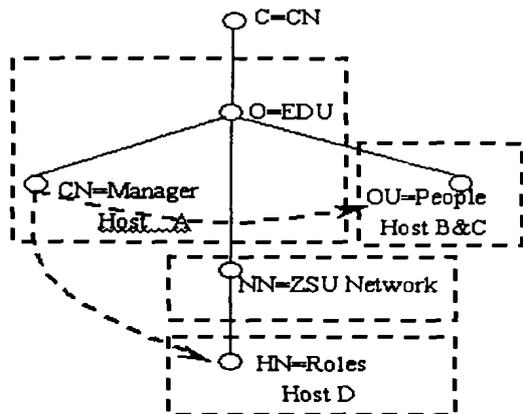


图3 网络主机服务器间推荐描述

图3给出了交叉推荐机制在四台主机上的表示。下面描述一个利用推荐的实例。假设目录树中搜索子树“O=EDU,C=CN”,请求发往已连接服务器 HostA,则将有如下返回表示:

```

SearchResultEntry for O=EDU,C=CN
SearchResultEntry for CN=Manager,O=EDU,C=CN
SearchResultReference {
ldap://hostb/OU=people,O=EDU,C=CN
ldap://hostc/OU=people,O=EDU,C=CN
}
SearchResultReference {
ldap://hostd/HN=Roles,NN=Roles,O=ZSU NET,C=CN
}
SearchResult(sucess)
    
```

3. 模型框架结构

为资源管理提供一个合理优化的服务框架模型是至关重要的。这里给出一个目录服务模型,如图4所示。该目录服务模

型由 LDAP 服务器和目录服务代理 DSA (Directory Service Agent)两部分构成。其中 LDAP 服务器提供用户口令方式保护 DIT 域,确保用户查询和发布两项功能,每个 LDAP 服务器管理它自身的用户和口令设置,访问和控制相关域中的入口点;而 DSA 提供一个系统一致的接口,用户只需要将问题提交给目录服务代理,然后 DSA 与 LDAP 服务器进行本地或远程交易,通过监听器监测动态网格系统性能和计算资源,确保整个网格资源有效利用和合理配置,并返回结果,供用户再次使用。

3.1 LDAP 目录服务器

目录服务器提供的机制包括通讯、认证、资源定位、资源分配、进程管理及基础信息结构等内容,这里采用 LDAP,因为它简单,有标准解决方案,提供 LDAP 分层和统一的 API 服务,利用推荐机制扩展 LDAP 服务器,并包含 DIT 节点目录服务信息。同时还应用故障容错、服务器间复制等技术,防止因目录服务失败而导致整个系统瘫痪。

LDAP 服务器虽已实现了读访问优化,但由于在网格环境中禁止同时批量修改相似的特征信息,因此,仅使用 LDAP 的命名和通讯是可以的,而不用它自带的数据库,关于这一点,Globus 系统也使用通用的数据库,主要是因为标准的 SQL 操作面向用户,实现方便、操作简洁,支持大型数据库系统间的相互访问,提高了系统的可移植性。另外也有利于在 LDAP 服务器内搜索,动态建立资源代理,维持必须的索引,定期查询 LDAP 服务器,使用户获得最新的信息。

在目录服务模型中,构件所提供的高级服务一般采用低级接口机制,考虑异构网络间执行通讯代码差异,选择合适的网络接口和通讯协议,而不针对具体代码,这样可实现真正意义上的异构,并为通讯选择链接模型,实现相应的通讯,这些选择机制允许应用在不同的异构虚拟机上运行。

目录服务器为复杂的、动态的和异构的高性能分布式计算系统提供服务,它通常需要配置一个信息匹配系统,该系统中,应用工具不依赖应用领域或程序员提供知识选择配置,而是从外部资源上动态获取信息。与此相对应,LDAP 改进协议 LDAPv3 允许客户端注册一个用户感兴趣的入口,当入口可利用或被更新时,LDAP 将会通知客户,这样使得资源管理变得更加有效。

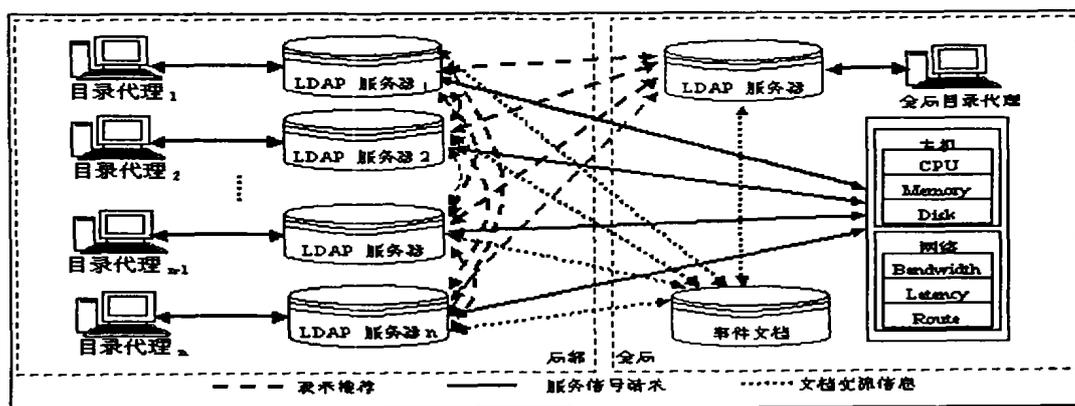


图4 基于代理的目录服务框架模型

3.2 目录服务代理

目录服务代理 DSA (Directory Service Agent)用于收集服务通知进程,在所提供模型中目录服务代理具有重要的作用,它减少实际资源节点访问 LDAP 服务器次数,而将这些

服务进程操作委托给 DSA,基于这个原因,需要考虑多个计算操作同时访问带来的流量问题,选择目录服务代理 DSA 来构造对应 DLS,并突出目录的核心地位,包括服务器注册、定 (下转第131页)

或者访问 ID 等通过 request 对象或 HttpServletRequest^[10]传递到服务器端的监控 Agent, 然后由其进行相应的处理。

界面的自适应主要体现在三个方面: 一是学习内容的自适应; 二是内容表达包括界面布局的自适应表示(见图4和图5); 三是用户操作的自适应。此外, 为了保持用户在学习过程中必要的注意力, 我们还特别设计了一个浮动的信息提示框, 以能在必要的时候提供用户新的刺激信息, 该信息可以是当前学习内容的学习技巧或专家知识, 也可以是一个小游戏(见图4椭圆形所示五子棋游戏)。图4和图5是具有不同学习背景和信息偏爱的用户1(ID=rwl)和用户2(ID=student)的自适应学习界面。

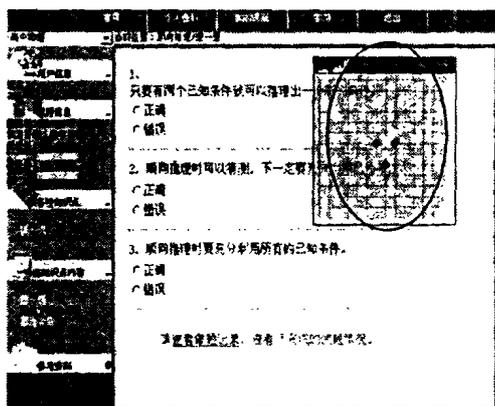


图4 用户1适应性学习界面

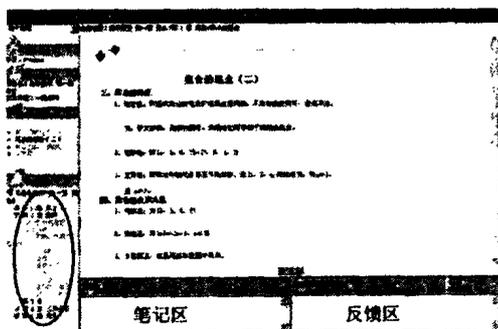


图5 用户2适应性学习界面

用户1是个小学生, 其学习目标是基本了解推理问题, 其

心理特征表现不稳定, 注意力易分散, 但受家人影响喜欢五子棋。界面的设计投其所好, 色彩方面绿色为主黄色跳跃, 比较生动。除提供与他当前学习内容相关的资源(见左边列预备性知识点和当前知识点内容)外, 一段时间后会在浮动的信息提示框显示五子棋游戏进行调节。而用户2是高中学生, 心理基本稳定, 更注重独立思考, 积极反馈学习内容, 所以为当前用户的设计提供了笔记本和反馈功能。另外, 考虑到他学习的条理性, 界面提供了完整的课程目录(见图5椭圆形处)。至于用户操作的自适应, 这两个用户都宁愿选择 GUI 模式。

结束语 自适应用户界面有助于用户学习快速达到学习目标, 促进了人机交互的有效性和高效率。本文研究的自适应网络学习用户界面能够动态适应当前用户和当前学习任务, 为该用户提供与其学习任务和背景知识相关的学习信息, 提高了用户的学习效率。经过原型系统的实验和一个商品化软件的应用, 证明了我们研究思路的可行性和正确性。在自适应用户过程中, 对用户适应性的程度取决于用户模型。下一步工作我们将进一步完善该用户模型。

参考文献

- 1 Liebermann H, Letizia: An Agent That Assists Web Browsing. <http://lieber. www. media. mit. edu/people/lieber>, 1995
- 2 Vivacqua, Lieberman, Dyke. Let's Browse: A Collaborative Web Browsing Agent. <http://lieber. www. media. mit. edu/people/lieber> 1997
- 3 Programming with an Intelligent Agent. Intelligent System. IEEE Computer Society Press, 2003, 18(3): 43~47
- 4 Liu Jiming, Wong Chi Kuen, Hui Ka Keung. An Adaptive User interfaces based on personalized learning. Intelligent System. IEEE Computer Society Press, 2003, 18(2): 52~57
- 5 李晓, 邱玉辉, 虞云川. 基于 MAS 和自适应用户模型的人机交互. 见: 中国人工智能学会全国学术年会, 《中国人工智能进展: 2003》专著, 北京邮电大学出版社(出版中), 2003
- 6 Kobsa. Supporting User Interfaces for All Through User Modeling. In: Proc. Of HCI Int'95, 1995. 155~157
- 7 Li Xiao, Li Jianguo, Zhang Xiaozhen. The Tuneup and Integration of Resources in Web-Based Learning. In: Proc. of the IEEE Intl. Conf. on Advanced Learning Technologies 2001, IEEE Computer Society Press. 2001. 391~394
- 8 Li Xiao, Li Jianguo, Zhang Xiaozhen, Qiu Yuhui. Resource Organization and Learning State Controlling for Adaptive Learning System. In: Proc. Of ICALT2002, IEEE Computer Society Press, 2002. 50~52
- 9 李晓, 邱玉辉. 基于 MAS 的 Web 用户数据预处理. 见: 第七届中国人工智能联合学术会, 广西师大学报(自然科学版), 2003, 21(1): 160~163
- 10 非思科技中心. JSP 应用和开发. 电子工业出版社, 2000

(上接第82页)

位信息更新和请求等均采用 LDAP 协议。

LDAP 目录服务器, 一般连接局域网, 也可以是跨区域的互连网。从减少网络流量和提高响应速度出发, 将目录服务代理本地化, 根据不同的管理域和 DIT 划分, 目录服务代理之间可以是自动复制的关系, 也可以是分布式 referrals 关系, 主要依据业务的规模和管理域的规划来决定, 所有的服务定位请求缺省地指向本地目录服务代理, 为了提高定位信息的可获性, 定位请求可以指向一组目录服务代理列表, 当本地目录服务代理不可获得时, 依次绑定列表中的其它目录服务代理, 实现全局资源的有效利用。

结束语 本文提出了一个基于元计算环境下的目录服务模型, 实现动态异构计算资源有效管理, 利用推荐扩展元计算目录服务, 采用服务代理机制, 简化了操作实现。下一步工作中, 由于目录服务管理还与网路监听、故障侦测、网路资源状

态感应等密切相关, 也是亟待进一步研究和完善的。

参考文献

- 1 Fitzgerald S, et al. A Directory Service for Configuring High-Performance Distributed Computations. <http://www.globus.org/>, 1998
- 2 Litzkow M, et al. Condor a hunter of idle workstations. In: Proc. 8th Intl. Conf. on Distributed Computing Systems, 1988. 104~111
- 3 Lee J, et al. Monitoring Data Archives for Grid Environments. IEEE Mass Storage Conf. 2001
- 4 Tierney B, et al. A Monitoring Sensor Management System for Grid Environments, 1999
- 5 Wahl M, et al. Lightweight Directory Access Protocol (v3). Available from <ftp://ftp.isi.edu/in-notes/rfc2251.txt>
- 6 Howes T, et al. The ldap application program interface. RFC 1823, 08/09 95
- 7 Ayd R, et al. A Grid Monitoring Architecture. IEEE, 2002
- 8 Wolski R, et al. The Network Weather Services: A Distributed Resource Performance Forecasting Service for Metacomputing, Future Generation Computing Systems, 1999