

网格环境下的信任服务分级模型^{*}

张书台¹ 桂亚东² 杨卫东¹

(北京科技大学信息工程学院 北京 100083)¹ (上海超级计算中心 上海 201203)²

摘要 在网格社区^[1]中,建立一个共享资源间的好的协作关系,是网格的基础研究课题。网格资源的局部自治性、动态性、随机性,都要求建立一个安全的有效机制。本文提出了一种个性化的网格信任模型。该信任模型包括两部分:信誉和风险。信誉是长时间积累起来的行为统计特征,风险是一种短期的行为特征。风险主要处理恶意的行为,它区别于信誉模型。本文的主要贡献是将这信任模型引入到网格的信任理论中,使得无序、随机的网格服务变成有序的网格服务。

关键词 网格计算,品质服务,服务分级

Service Rank Based on Trust Model in Grid Environment

ZHANG Shu-Tai¹ GUI Ya-Dong² YANG Wei-Dong¹

(Information Engineering School, University of Science and Technology Beijing, Beijing 100083)¹

(Shanghai Supercomputer Center, Shanghai 201203)²

Abstract Building a share resource cooperation relation in grid community is the fundamental and challenging research topic because of localize autonomous, dynamical, stochastic, and absence of an effective security mechanism, it lies at the core of interactions between the consumer and provider that have to operate in such uncertain and constantly changing environments. This paper defines the service trust model, and propose a good cooperation model based service trust model. In order to measure the relative available of services, we propose ServiceRank, a method for computing a ranking for every services based trust model. In order to building high available problem solving environment, we need set up a safe and effective mechanism. The trust model consists of two parts: reputation evaluation and risk evaluation. Reputation is the accumulative assessment of the long-term behavior, while the risk evaluation is the opinion of the short-term behavior. This paper contributes to first modeling the risk as the opinion of short-term trustworthiness and combining with traditional reputation evaluation to derive the trustworthiness in this field.

Keywords Grid computing, Quality of service, Resource rank

1 引言

网格^[1]是一种高度异构的环境,可以对分布在广域网上的资源提供无缝的、快速高效的访问。计算网格是一种新的技术,它可以充分利用多个管理域的分布式共享资源,因此,在一个协作环境中提供独立的、持续的、并不昂贵的计算能力。这些资源包括超级计算机、存储系统、数据资源和特殊的设备。同时,计算网格共享异构的资源,是一种无缝的、无处不在的方式,就像 Internet 的使用。网格可以给最终用户提供计算、数据、应用、信息服务、知识服务。

网格环境下的资源有 4 个重要的特征,1)资源的无序成长性;2)资源的局部自治性;3)资源的异构性;4)资源的多样性。网格环境下资源的这些特性,要求对网格环境下的资源进行有效的分级,实现高可用的网格环境下的问题求解环境,更好地利用网格环境下的有效资源,提供满意的服务质量。把不确定的、动态的、随机的、无序的网格服务变成有序的网格服务。

本文提出了基于信任网格服务分级模型,并根据问题求解环境的特点,提供网格环境下的可靠品质服务。第 2 部分讲解了网格中资源的特性、服务分级,并分析了网格环境下问题求解环境下的服务提供者和消费者之间的关系。第 3 部分根据定义的信任^[2]值对网格环境下的服务进行分级。第 4 部分给出了服务分级的结果分析以及可行性分析。最后,给出了结论。

2 相关工作

2.1 资源的特性

无序成长性:网格上的资源急剧膨胀,其相互关联关系不断发生变化,缺乏有效的组织与管理,呈现出无序成长的状态。资源局部自治性:网格环境下的资源局部自治系统各自为政,相互之间缺乏有效的交互、协作和协同能力,难以联合起来共同完成大型的应用任务,严重影响了全系统综合效用的发挥,也影响了局部系统的利用率。

资源的异构性:各种软件/硬件资源存在着多方面的差异,这种千差万别的状态影响了网络计算系统的可扩展性,加大了网络计算系统的使用难度,在一定程度上限制了网络计算的发展空间。

海量信息的共享复杂性:在很多科学研究活动中往往会得到 Peta Bytes 数量级的海量数据。由于网格上信息的存储缺少结构性,信息又有形态、时态的形式多样化的特点。这种分布的、半结构化的、多样化的信息造成了海量信息系统中信息广泛共享的复杂性。

资源具有多样性:不仅包括硬件资源,比如设备、仪器、计算资源,而且包括软件资源,比如集成电路设计软件、CAE 等。一般讲,所有在网络上的资源都可以提供给需要的用户使用,就好像电力,任何人都可以方便地使用。网格可以提供计算、数据、应用、信息服务、知识服务等。

对于网格上的资源,还有一个特性,就是重复性。很多不

^{*}国家自然科学基金委项目:网络计算环境综合试验平台(项目编号 90412010)。张书台 博士研究生,研究方向为网格计算、并行计算;桂亚东 高级工程师,研究方向为并行计算、网格计算;杨卫东 博士生导师,研究方向为控制理论与控制工程。

同网格节点资源所提供的服务是相同的。目前,网格环境还没有一个统一的标准,这种状况将持续很长时间,或者根本达不到统一的标准,正如现在的操作系统一样,但是都可以向最终用户提供相应的资源。

2.2 服务分级

为了测定资源的相对重要性以及可靠性,我们提出了资源分级的概念。这是一种基于可用性和利用率所进行的分级。资源分级可以实现搜索、浏览和流量评估。在网格应用的第三阶段,也就是网格中的资源都是以服务的形式提供,因此我们将资源的分级可以看作网格服务的分级,即 ServiceRank。

我们在第3部分将给出服务分级的描述和定义,并给出判断标准以及如何进行分级。第4部分给出使用案例并模拟试验的结果。

2.3 服务提供者与消费者的关系

服务提供者与消费者的关系,根据网格资源情况的分类可以分为4种对应关系。

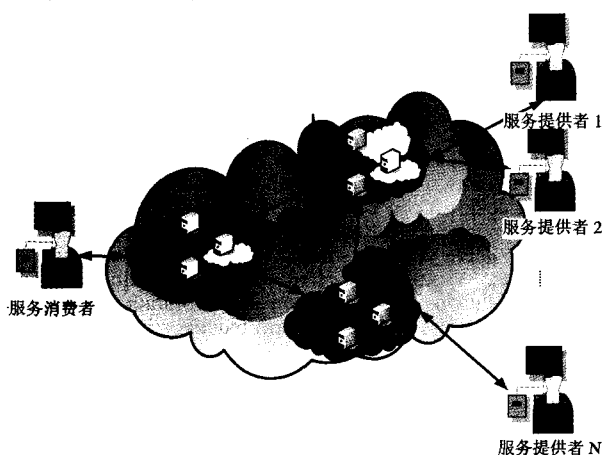


图1 服务提供者和消费者关系

表1 服务提供者和消费者关系

对应关系	一个消费者	多个消费者
一个提供者	一对应服务 (R_{11})	一对多服务 (R_{12})
多个提供者	多对一服务 (R_{21})	多对多服务 (R_{22})

第一种关系:有选择的一对一服务。如图1所示,服务消费者请求一个服务,网格中只有一个服务提供者提供所请求的服务,这种关系我们表示为 R_{11} 。第二种关系:一对多。消费者所要求的服务由多个服务者同时提供服务,表示为 R_{12} 。第三种关系是多对一。多个服务提供者对应一个服务消费者,我们表示为 R_{21} ;第四种关系是多对多。多个服务消费者同时存在多个服务提供者,我们表示为 R_{22} 。表1所示提供者与消费者之间的关系分别为 $R_{11}, R_{12}, R_{21}, R_{22}$ 。

3 服务信任模型

首先我们定义网格信任是一个相对时间段的信任,指的是在一个特定的时间段内的消费者对于生产者或者是生产者对于消费者的可靠程度。在我们描述服务信任模型分级之前,我们首先定义4个设计原则。第一个原则:对本地资源一直是信任的;第二条原则:有恶意行为的信任值会急剧下降,而无恶意行为的信任值是逐步增加的;第三,如果是持续恶意行为;会认为是有恶意的作为;第四,推荐信任值不能起到主要作用,但是在不直接互联之前可以获得高的权重。

对于网格环境下的信任,分为节点级和应用级。我们定义节点级的信任为网格节点间的连通性,也就是网格节点在网格环境中有效的工作时间。

如图2所示网格环境下的信任图,应用级信任主要包括认知模型、信誉和风险模型,以及进化和学习模型。节点级信任则由信任互操作机制、信誉机制和分布式安全机制3个部分组成。

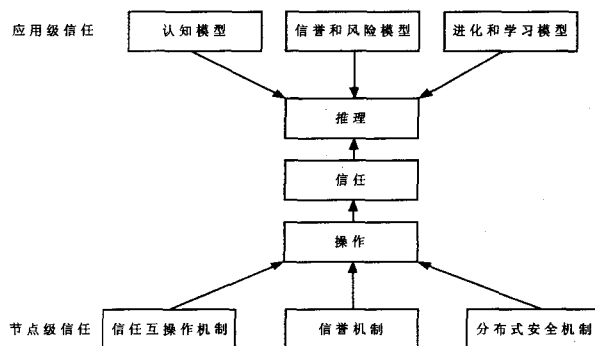


图2 网格环境下的信任图

3.1 应用级信任

应用级信任主要面向用户级,也就是消费者级的信任。如何决定网格用户使用哪种资源服务,什么时候使用,如何使用这种资源。首先,需要网格消费者和生产者相互进行操作,从双方进行操作的过程中,获得所想要的资源服务信任。第二,我们可以选择最好的、最可靠的资源服务。从获得的充分信息和可靠性,网格消费者可以选择最佳的网格服务提供者。第三,可以知道消费者和生产者的动机。下面我们介绍应用级的模型,重点给出信誉和风险模型的定义和计算方法。

3.1.1 进化和学习模型

学习和进化模型认为网格服务的双方(消费者和生产者)的信任是在相互之间的操作过程中实现的,本质上跟人类社会人与人之间的关系是相同的。这种模型可以主要是针对一些非重复性的网格服务而言,具有自学习的功能,能根据既定的规则实现智能化的信任定位。信誉和风险模型是为了保证消费者能选择网格环境下最好的服务提供者;认知信任是相互操作结果的评估。

进化和学习模型的信任值指标有很多种,最主要的是累加模型。我们将服务分为4类:满意的服务、一般的服务、不满意的服务、恶意的服务。如果服务是满意的,信任值可以累加1;服务一般,为0;不满意的服务,为-1;恶意的服务,为-3。根据服务的质量可以判断其信任值的大小。最著名的ebay交易网,就是使用这种进化和学习模型。我们可以将这种模型应用到网格信任中,也是有效的信任值计算方法。

3.1.2 信誉和风险模型

A) 信任值

网格应用级信任值 T 由两部分组成:一部分是信誉 R_e , 一部分是风险 R_i , 如图3。

W_R 和 W_e 表示信誉和风险的权重。另外,信誉来自两个方面:一个是推荐信任,另外一个统计信任。推荐信任是第三方提供的信任,统计信任表示服务的双方直接产生的统计信任。 W_B 和 W_S 分别表示推荐信任和统计信任的权重。统计信任是生产者与消费者双方直接进行交易的过程中由风险进行的统计信任。等式描述如下:

$$T = \begin{cases} (\alpha, 1-\alpha) \times (R_e, (1-R_i))^T, & 0 \leq \alpha \leq 1 \\ R_e, R_i = 0 \\ R_i, R_e = 0 \end{cases} \quad (1)$$

其中 R_e 表示信誉值, R_i 表示风险值, T 表示信任值。此处 $W_{Re} = \alpha, W_{Ri} = 1 - \alpha$ 。 α 是 0 与 1 之间的值, 其值的选择对于建立好的信任值有很大的关系。对于像网格这种资源相对动态性高、随机性大的系统, 一般设置较高的权重。

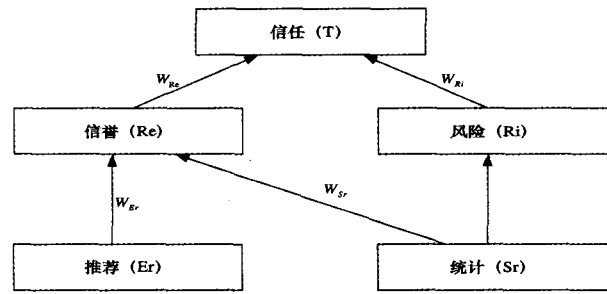


图3 信任的组成

B) 信誉模型

网格的信誉模型与网格服务质量密不可分, 我们定义了 4 类网格服务品质。我们仅仅对服务进行粗略的定义。如果需要, 可以进行更详细的子集的处理。如表 2 所示。

表2 服务质量分类

服务质量	描述
好(G)	能提供满意的服务
一般(Ge)	能提供服务, 性能不满意
没有响应(Nr)	没有响应, 或者响应拒绝
恶意行为(Mb)	错误的结果或者有恶意的行为

根据表 2 中的服务质量分类, 可以形成服务质量集 $Q = \{G, Ge, Nr, Mb\}$ 。此处只有 G 表示为满意的服务, Ge, Nr, Mb 的服务都认为是不满意的服务, 这三种都会导致网格服务信任值的减小。如果网格环境中的一种资源频繁地加入和删除, 它的信任值将会减小, 这有助于提高网格环境下问题求解环境的可用性。保护网格整个环境正常运行是很有必要的。

对于生产者和服务者双方, 都会有一个信任值函数:

$$f(x) = \begin{cases} S_1, & x=G, S_1 > 0 \\ S_2, & x=Ge, S_2 < 0, |S_2| > S_1 \\ S_3, & x=Nr, S_3 < S_2 \\ S_4, & x=Mb, S_4 < S_3 \end{cases} \quad (2)$$

信誉值是一个累计的统计特性, 它反映的是一定时间内服务的整体服务质量, 避免一些误操作引起的信息误判。如果要求尽量避免偶然的误操作引起的信息误判, 可以将式(1)中的 α 调整到大于 0.5。信誉值由 E_r 和 S_r 两部分组成:

$$R_e = (\beta, 1 - \beta) \times (E_r, S_r), 0 \leq \beta \leq 1 \quad (3)$$

其中

$$E_r = \frac{\sum T_i}{N_e}, S_r = \begin{cases} 1, & S \geq T_g \\ \frac{S}{T_g}, & 0 < S < T_g \\ 0, & S \leq 0 \end{cases} \quad (4)$$

T_i 表示网格接入节点内第 i 个用户所提供信任值, N_e 表示提供者的数量, 因此 E_r 是平均值。这儿 $W_{Er} = \beta, W_{Sr} = 1 - \beta, T_g$ 为提供服务过程中所提供的域值。假如我们设置 $T_g = 50$, 我们认为高于或者等于 50, 其 S_r 设置为 1。

C) 风险模型

信誉是历史信息的累计值, 反映的是交易行为过程中所有的历史信息的统计信息。但是, 信誉模型并不能反映出那些恶意的行为, 因此我们提出了风险模型, 该模型可以很好地解决这个问题。

$$R = \frac{\sum_{i=Mb, Nr, Ge} (N_i * f(i))}{f(B) * \sum_{j=G, Ge, Nr, Mb} (N_j)} \quad (5)$$

3.1.3 认知模型

应用级信任模型中的认知模型, 是应用 Belief-Desire-Intention^[3] 的模型, 将信任分为完美信任、情愿信任、持续信任、动机信任。

完美信任: 是个正面的评估信任, 消费者和服务者完全的信任关系; 情愿的信任: 消费者认为服务提供者能完成某项任务, 而服务提供者可能不能完成, 这只是情愿的信任。持续信任: 表征的是消费者和提供者之间能提供稳定的关系, 如果服务提供者不稳定, 造成信任值的减小。动机信任: 是服务提供者和消费者认为某些资源对于提供服务有很大的帮助, 这种信任可以称为动机信任, 有辅助的动机。

3.2 节点级信任

前面所讲的都是应用级的信任, 主要是面向问题求解环境下的资源信任模型。而在问题求解环境之下, 节点和节点之间是系统级的信任, 这个信任是网格环境的基础平台。目前网格中间件都有基本的 CA 认证, 这种认证也是节点级的信任。我们定义节点级的信任, 主要是为问题求解环境构建一个稳定的高可用的环境。

节点级信任主要是遵循一种强制性的规则, 比如说协议和机制。这些都是网格环境下基础设施层, 这是网格整个环境的基础。

4 讨论和分析

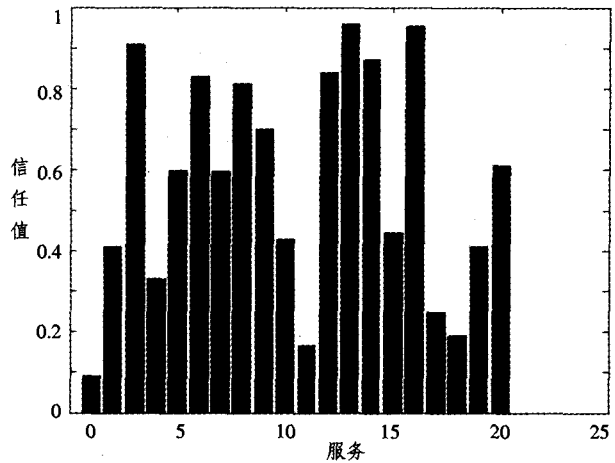


图4 服务消费者信任值

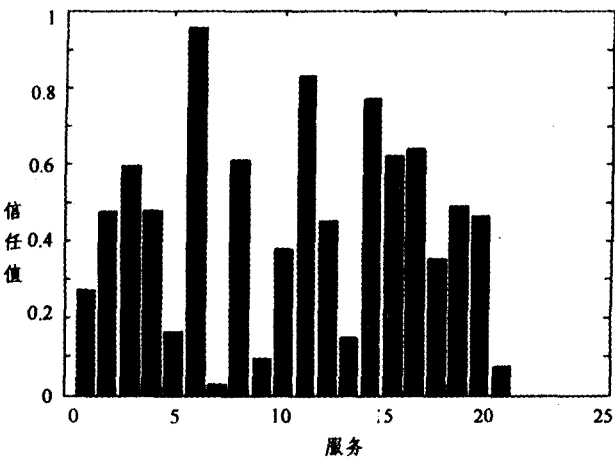


图5 服务提供者信任值

根据图1中网格服务提供者和服务消费者之间的关系,我们可以设置3种关系,如表2所示。我们设置网格消费者信任值集合 $T_c = (T_{c1}, T_{c2}, \dots, T_{cn})$, $i \in N$, 服务提供者的信任值集合 $T_p = (T_{p1}, T_{p2}, \dots, T_{pj})$, $j \in N$ 。我们下面讨论这4种情况下的信任值集合。

第一种情况: R_{11} 。这种是最简单的一一对应关系,对于网格性能的影响也是最致命的。不管信任值多少,只能由一种服务提供者提供,不管信任值为多少,网格生产者和消费者没有选择的余地。如图4、图5所示,网格服务提供者和服务消费者之间的信任是不同的。

第二种情况: R_{12} 。这是一个服务提供者对应多个消费者,对于网格性能的影响也是致命的。网格消费者对于服务提供者没有选择的余地,而网格服务提供者可以选择消费者。根据网格提供者对于消费者的信任值,可以优先提供服务。

第三种情况: R_{21} 。这是多个服务者提供给单个消费者,对网格性能的影响比较大,我们根据网格服务提供者的信任值排队,实现网格环境下的高可用性。这样可以优先提供服务。

第四种情况: R_{22} 。这是最复杂的一种情况。网格用户最多的也是这种问题求解环境,有多个用户使用网格上的多个服务。

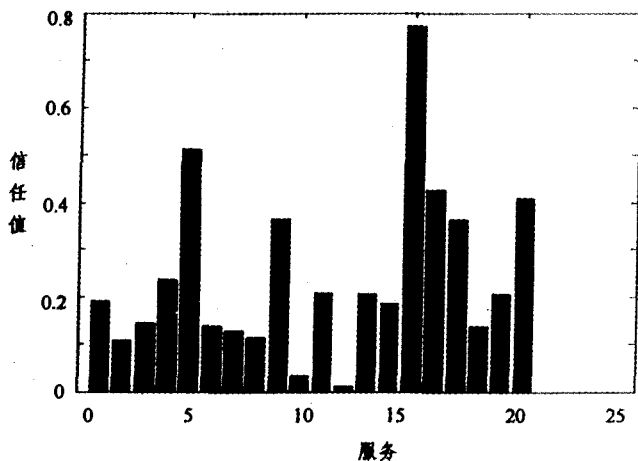


图6 服务消费者信任值

由图6、图7可以看到,当服务提供者和服务消费者具有多个服务提供者或者多个服务者时,可以根据网格信任值关系优先进行服务。但是,有多个服务提供者时,服务消费者的信任值明显降低了。这是因为网格环境随着负荷的增加不稳定性加强。

结论 我们首先分析了网格的特点,根据这些特点把信任模型引入到网格的服务分级;根据分级的定义、服务的分类,给出了信任和风险模型及其算法。最后通过模拟可以看出,通过信任分级,可以使无序的网格资源有序化,实现有序

的网格环境,使得网格的问题求解环境进一步高可用化。并且,根据信任定义可以进一步协调网格服务提供者和服务消费者之间的关系,实现高可用的网格问题求解环境。

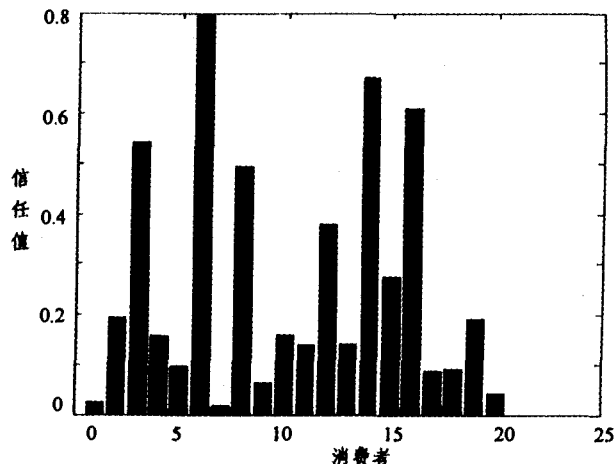


图7 服务提供者信任值

致谢 本文得到了国家自然科学基金委(90412010)的资助,得到了基金委项目组的成员的大力支持,在此表示感谢。

参考文献

- 1 Foster I, Kesselman C, Tuecke S. The Anatomy of the Grid: Enabling Scalable Virtual Organizations. *International Journal of Supercomputer Applications*, 2001, 15(3)
- 2 Dasgupta P. Trust as a commodity. In: Gambetta D, ed. *Trust: Making and Breaking Cooperative Relations*, Blackwell, 1998. 49~72
- 3 Jeffrey E M. A BDI Agent Software Development Process. [MS Thesis]. University of North Dakota, USA, May 2002
- 4 Dasgupta P, Maskin E. Efficient auctions. *Quarterly Journal of Economics*, 2000, 115: 341~388
- 5 Dash R K, Parkes D C, Jennings N R. Computational mechanism design: A call to arms. *IEEE Intelligent Systems*, 2003, 18(6): 40~47
- 6 Dellarocas C. Goodwill hunting: An economically efficient online feedback mechanism for environments with variable product quality. In: *Proc. of the Workshop on Agent-Mediated Electronic Commerce*, 2002. 238~252
- 7 Jehiel P, Moldovanu B. Efficient design with interdependent valuations. *Econometrica*, 2001, 69(5): 1237~59
- 8 Jurca R, Faltings B. An incentive compatible reputation mechanism. In: *Proc. of the IEEE Conf. on E-Commerce*, 2003. 285~292
- 9 MasColell A, Whinston M, Green J R. *Microeconomic Theory*. Oxford University Press, 1995
- 10 Mirrlees R. An exploration in the theory of optimum income taxation. *Review of Economic Studies*, 1971, 38: 175~208
- 11 Porter R, Ronen A, Shoham Y, et al. Mechanism design with execution uncertainty. In: *Proc. of the Int Conf on Uncertainty in AI*, 2002. 414~421
- 12 Ramchurn S D, Huynh D, Jennings N R. Trust in multi-agent systems. *The Knowledge Engineering Review*, 2004

(上接第64页)

结论 为了实现基于链路和服务端两方面性能的选播服务器定位方式,本文在服务器选择策略之中包括了一个流量可控的性能监测系统。通过仿真验证了性能监测系统有效性,不仅实现了对全网性能的有效监测和评估,还实现了对额外流量的有效控制,更重要的是为服务器选择提供可靠参数。

参考文献

- 1 张丽,严伟,李晓明. Anycast-IP的又一通信模式. *计算机研究与*

发展, 2003, 40(6): 784~790

- 2 段珊珊. IPv6 选播的若干探讨[J]. *中国数据通信*, 2003, 5(12)
- 3 Carter R, Crovella M. Dynamic Server Selection Using Bandwidth Probing in Wide-Area Networks [DB/OL]: [Technical Report, TR-96-007]. Boston University, 1996
- 4 Carter R, Crovella M. Server selection using dynamic path characterization in wide-area networks [DB/OL]. In: *Proceedings of INFOCOM'97*, 1997
- 5 张丽,王悦,韩志楠,等. IPv6 框架下的选播原型系统的设计与实现. *计算机工程*, 2005, 31(5)
- 6 Lange F, Kroeger R, Gergeleit M. Jewel: Design and implementation of a distributed measurement system [DB/OL]. *IEEE Trans. Parallel Distrib. Syst.*, 1992, 3: 657~671