

# 点强度优先的 UDDI 超级节点部署策略

周明强<sup>1</sup> 王冬<sup>2</sup> 李双庆<sup>1</sup> 胡军<sup>1</sup> 朱庆生<sup>1</sup>

(重庆大学计算机学院 重庆 400044)<sup>1</sup> (重庆大学软件工程学院 重庆 400044)<sup>2</sup>

**摘要** 服务注册中心(UDDI)是 SOA 的重要组成部分,为解决 UDDI 存在的单点故障和扩展性等问题,人们提出了附属服务注册中心和 P2P 等解决方法,但实际效果较差。现采用“在密集区域投放服务点”的思路,提出一种具有超级节点的语义路由 UDDI 模型 SPSR-UDDI,模型依据点强度优先连接原则,动态调整节点间的部分连接关系,使得全局服务响应时间较短;通过建立网络演化模型,实现了网络自组织演化过程,仿真实验验证了其有效性。

**关键词** 点强度, UDDI, 超级节点, 小世界模型

**中图分类号** TP301 **文献标识码** A

## Strategy of UDDI Superpeer Configuration Based on Vertex Weight Priority

ZHOU Ming-qiang<sup>1</sup> WANG Dong<sup>2</sup> LI Shuang-qing<sup>1</sup> HU Jun<sup>1</sup> ZHU Qing-sheng<sup>1</sup>

(College of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044, China)<sup>1</sup>

(School of Software Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044, China)<sup>2</sup>

**Abstract** Web server registration(UDDI) is an important part of the SOA. To solve the Single Point of Failure and its expansibility in UDDI, the researches proposed some solutions such as the Affiliate Registry and Peer-to-Peer, but their effects do not meet the need. By selecting a server-node at dense network area, the paper proposed a new model SPSR-UDDI (Super Peer and Semantic Routing UDDI). The connection between nodes will be dynamically adjusted by the principle of vertex weight priority, which makes that whole time of server response be the shortest. The paper built a model of network evolution to achieve network's self-organized evolution process. The paper gave our experiment results that validate the validity of new strategy.

**Keywords** Vertex weight, UDDI, Superpeer, Small world model

## 1 引言

企业 IT 正逐步采用面向服务的结构,服务提供者利用 WSDL 描述服务接口,将 Web 服务信息发布到服务注册中心内,以便服务请求者获取服务信息,便捷地进行业务重构。Web 服务注册中心的主要标准是 UDDI 规范<sup>[1]</sup>,其发布和发现均采用集中式模型,存在可扩展性差和存在单点失效等问题,因此,一些研究者利用 P2P 技术来构建 SOA,但缺乏有效的 P2P 拓扑构造机制来保证网络的良性发展,例如无结构 P2P 网络节点之间的随意连接无法保证系统的安全性和有效性;结构化的 P2P 网络采用分布式哈希表来放置和定位内容,对象定位需要知道确切的 ID 或关键字,无法适应节点的动态加入或退出,难以完全支持复杂的查询。

为解决上述问题,人们提出了超级节点结构<sup>[2]</sup>,让有能力的节点承担较多负载。该结构既具有结构化搜索的效率,也具备无结构的自治和负载均衡性等优点。

本文提出一种具有超级节点的语义路由结构 UDDI 模型,建立了网络演化模型,采用点强度优先连接原则设置超级

节点,使得全局服务响应时间较短,以较小的网络代价实现了网络自组织演化过程,并通过实验进行了验证。

## 2 SPSR-UDDI 模型

节点连接可以随访问行为动态调整<sup>[3]</sup>,具有相近兴趣属性的节点在网络中聚集,在一定范围内设置超级节点,使得各个节点查找过程尽量限制在较小的领域中,以提高查询效率。实际情况中,作为数据中心的超级节点,其网络的地理中心并不能完全代表网络的“数据中心”,因此,将服务节点设置在相对“领域中心”,使节点的大多数服务请求能够在“领域”内的服务注册中心找到服务信息,将有助于提高服务注册中心的效率。为此,本文提出一种具有超级节点的语义路由 UDDI 模型 SPSR-UDDI(Super Peer and Semantic Routing UDDI)来解决服务节点位置设置问题,其结构如图 1 所示。

SPSR-UDDI 采用物理和逻辑上分布的多个 P2P 结构来组织网络中的服务注册中心,每个注册中心负责区域内的部分服务信息的注册服务,完成区域内和跨区域的服务发现。结构分为 2 层:虚拟网络层和物理网络层。虚拟网络层由超

到稿日期:2009-07-15 返修日期:2009-10-25 本文受国家科技支撑计划重点项目(2007BAH08B04),重庆市自然科学基金(2009BB2203)和重庆市信息产业发展资金项目(200812007)资助。

周明强(1977-), 博士生, 讲师, 主要研究方向为面向网络服务的软件技术, E-mail: zmqmail@cqu.edu.cn; 王冬(1980-), 硕士, 助教, 主要研究方向为网络安全; 李双庆(1969-), 博士, 副教授, 主要研究方向为计算机网络与应用; 胡军(1987-), 硕士生, 主要研究方向为计算机网络; 朱庆生(1956-), 博士, 教授, 博士生导师, 主要研究方向为服务计算与软件工程、虚拟植物。

级节点构成,主要存储所辖领域内的服务信息,负责领域外超级节点间的路由信息,当领域内节点在所属超级节点无法提供相应服务信息时,可以通过语义路由实现跨域的服务查询。物理网络层节点实现节点的产生与消退机制<sup>[4]</sup>、服务的注册、更新机制以及服务查找机制等具体功能。

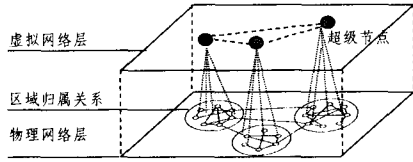


图1 SPSR-UDDI 分布式结构示意图

本文着重讨论虚拟网络层中超级节点的设置问题,通过节点点强度优先连接原则设置超级节点,赋予服务注册中心节点更多的连接度,使网络中各个节点较快地查到服务资源信息,并使网络中节点之间的负荷较为均衡。

### 3 节点自组织演化模型

网络在一定驱动力的影响下动态地自组织,在本文研究的模型中,这种潜在的驱动力表现为网络中节点个体对更短服务响应时间的追求;另外,网络的初始状态简单假定从零开始,这不符合客观的许多情况,需要在不同的初始状态下,对系统的演化过程进行模拟和观察;此外,适当在节点密集的区域增加一定数量的服务注册中心必然有助于提供整体的服务响应时间。

#### 3.1 超级节点部署模型

超级节点选择就是将超级节点以合理的方式放在  $m$  个资源节点  $P_s = \{S_1, S_2, \dots, S_m\}$  的子集上,以获得更少的执行时间。对于用户来说,不关心具体由哪些节点完成,而只关心能否尽快返回结果。

由此可见,网络的演化过程表现为:“在密集区投放服务点”思想的指导下,节点以一定的时间间隔,在一定概率下修正连接策略,若  $P_i$  为区域内的新的超级节点,则会因新的超级节点的产生和服务位置的变化,导致该区域范围内的整体服务响应时间发生变化,  $P_i$  会在服务半径为  $R_{TTL}$  的范围内发布新超级节点产生的通知,系统计算其消耗的资源以及服务响应时间。此后,  $P_i$  通过计算其它策略下的服务响应时间不断进行修正,以使系统服务响应时间最小化;在修正时,节点选择一个对于当前网络的最佳策略,如果最优策略有多个,将从中随机选择一个。在将时间轴划分得足够细后,可以假定在某个时刻最多只有 1 个节点改变策略,其它节点保持惯性。

#### 3.2 点强度优先自组织建模

网络作为一个复杂的开放系统,符合自组织系统的典型特征,模型将网络行为定义为节点对的服务响应时间的权衡,通过策略的置换,不断地以局部优化达到全局优化的过程。

设  $N$  是网络节点集合,  $P_i$  和  $P_j$  ( $i, j \in [1, n]$ ) 是其中的节点,在演化的任何时刻,节点  $P_i$  的连接状况可以用向量表示:

$$g_i = (g_{i,1}, \dots, g_{i,i-1}, g_{i,i+1}, g_{i,n}) \quad (1)$$

式中,  $g_{i,j} \in \{0, 1\}$  且  $i \neq j$ 。

称  $g_i$  为节点  $P_i$  的连接策略,  $g_{i,j} = 1$  表示节点  $P_i$  建立了与  $P_j$  的连接,反之则没有建立。若节点  $P_i$  的策略集合表示为  $G_i$ ,全网节点的策略空间可以表示为  $G = G_1 \times \dots \times G_n$ , 某时刻的网络状态可以表示为向量  $g = g_1, g_2, \dots, g_n$ 。

定义 1 若  $\Pi_i(g_{-i} \oplus g_i) \leq \Pi_i(g_{-i} \oplus g_i')$  对所有  $g_i' \in G_i$  成立,则  $g_i$  是节点  $P_i$  对网络  $g_{-i}$  的最佳响应策略。其中  $g_i$  表示  $P_i$  的一种连接策略,  $g_{-i}$  表示将  $g_i$  的所有  $g_{i,j} = 1$  替换成  $g_{i,j} = 0$  得到的网络,  $\Pi_i(g)$  表示  $P_i$  在该区域内的服务响应时间。

若  $G_{-i}$  代表除了节点  $P_i$  之外的所有节点的策略空间,对于给定网络  $N$  所组成的节点集合  $A$ ,  $\Delta(A)$  代表在  $A$  上的所有连接策略的概率分布,若  $BR_i(g)$  表示  $i$  对  $g$  的所有最佳响应组成的集合,对于每个节点  $P_i$  都存在  $p_i \in (0, 1)$  和函数  $\phi_i: G \rightarrow \Delta(G_i)$  满足  $\phi_i(g) \in Interior \Delta(BR_i(g_{-i}))$ ,  $\phi_i(g)$  支撑中的  $\hat{g}_i$ ,  $\phi_i(g)(\hat{g}_i)$  代表在概率测度  $\phi_i(g)$  下  $\hat{g}_i$  的概率,  $t \geq 1$  时刻的网络表示为  $g^t = g^{t-1} \oplus g_i^t$ , 则节点  $t$  在  $t+1$  时刻的策略可以用式(2)给出<sup>[5]</sup>:

$$g_i^{t+1} = \begin{cases} \hat{g}_i, & \text{以概率 } p_i \times \phi_i(g^t)(\hat{g}_i) \\ g_i^t, & \text{以概率 } (1-p_i) \end{cases} \quad (2)$$

式中,节点  $P_i$  以概率  $p_i \in (0, 1)$  选择最佳响应策略。函数  $\phi_i$  表示  $i$  在多于一个最佳响应策略时选择的随机性,节点  $P_i$  还以概率  $(1-p_i)$  保持一定惯性来维持当前的连接策略。

一般情况下,节点服务能力与其连接度之间存在密切联系。所以,赋予服务节点更多的连接度将能提高该节点对整个系统的贡献,从而提高整个系统的性能。对等网络中节点  $P_n$  都可以与其它节点之间建立  $m$  个连接,由节点  $P_n$  连接到节点  $P_i$  的概率  $p_i$  如下:

$$\Pi_{n \rightarrow i} = (1-\delta) \frac{k_i}{\sum_j k_j} + \delta \frac{s_i}{\sum_j s_j} \quad (3)$$

式中,  $k_i$  为节点  $P_i$  的度值,  $s_i$  为节点  $P_i$  的点强度。

在对等网络系统连接策略调整过程中,新加入的节点势必会给担任服务注册中心的节点  $P_i$  带来新的负担  $\delta_i$ , 同时,无论新老节点,每一时刻都可以建立新的连接,也允许节点之间重复连接,因此,要重新调整边权值。

综合上述情况,边权值的调整规则为:新边赋权值  $w_0$ , 每条边的连接次数初始化为  $T_{ij} = 1$ , 并将其通过简单的函数关系  $f$  把连接次数转换为权重,初始化为  $w_{ij} = f(1)$ ; 新连接建立时边权调整为  $w_{ij} = w_{ij} + \Delta w_{ij}$ 。根据式(3)找到节点  $i^*$  后,在  $t+1$  时刻节点  $n$  和  $i^*$  之间的具体调整关系表示如下:

$$T_{n i^*}^*(t+1) \text{ 连接次数调整为:} \\ T_{n i^*}^*(t+1) = T_{n i^*}^*(t) + 1 \quad (4)$$

$$w_{n i^*}^*(t+1) \text{ 边权调整的规则为:} \\ w_{n i^*}^*(t+1) = f(T_{n i^*}^*(t) + 1) \quad (5)$$

另外,对等网络的网络特性决定了网络中原有的节点随时都有可能离开网络,不同的节点也随时在建立新的连接,因此,从某种程度上来说,节点之间的连接既不稳定也不可靠,即既可以产生新连接,也随时会断开一些老连接。陈庆华、史定华<sup>[6]</sup>认为在删除连接时应与择优连接相反,应采用反择优概率更为合理。

给定  $m_0$  个节点和一定数量的边,组成一个连通的网络。其中每条边都赋予权值  $w_0$ , 在每一个时间步长内操作 4 个过程:

- 1) 节点增加:增加一个新节点,根据式(3)的择优概率与网络中  $m$  ( $0 < m \leq m_0$ ) 个不同的节点建立  $m$  条新的连接,实现生长择优;
- 2) 节点删除:在保证网络联通的前提下,随机地删除原网络中  $c$  个节点以及与  $c$  个节点相连接的边;
- 3) 连接增加:随机地选取一个节点,建立与网络中其它  $r$

( $r \geq 0$ )个根据式(3)选择的节点的连接;

4) 连接删除:随机地选取一个节点,删除网络中其它根据式(6)概率选择的  $b(0 \leq b < \frac{m}{2})$  个节点的边。

$$\Pi'_{n+i} = \frac{1 - \Pi_{n+i}}{N(t) - 1} \quad (6)$$

式中,系统总节点数  $N(t) = m_0 + t$ ,而  $(N(t) - 1)^{-1}$  是归一化系数,使得  $\sum_i \Pi'_{n+i} = 1$ 。本文中假定模型为无向网,即  $w_{ij} = w_{ji}$ ,  $T_{ij}$  的变化立即会影响到  $T_{ji}$ ,边权和连接次数的关系使用线性关系表达式  $w_{ij} = T_{ij}$ 。

### 3.3 网络效益

若全网节点的策略空间表示为  $G = G_1 \times \dots \times G_n$ ,某时刻的网络状态可以表示为向量  $g = g_1, g_2, \dots, g_n$ ,对于网络效益,有如下定义:

定义2 若  $T(g) \geq T(g')$ ,对于  $g' \in G$  成立,则称  $g$  为最大效益网络,其中  $T(g) = \sum_{i \in N} \Pi_i(g)$ 。

网络演化的实质表现为节点对选举出让自己服务查询最快的社区超级节点以及维护网络连接所做出的权衡。如前面网络演化过程所描述的,若将时间轴划分足够细,可以假定在某个时刻网络中最多只有1个节点改变了连接策略,而其它节点保持原有的连接状态,即任意两个节点不在同一时刻变动其连接策略,由于节点的变更行为是相互独立,若  $T$  表示从节点的选择导出的转移矩阵, $\Delta G$  表示将状态空间  $G$  映射到  $G$  上的所有可能的分布集,若  $\{X_t\}$  表示为按照上述转移矩阵从初始网络  $g$  出发形成的马尔可夫链,则  $\{X_t\}$  描述了网络基于节点行为演化的动态性<sup>[5]</sup>。

当前,BBV等模型<sup>[7]</sup>只考虑随机性连接而没有考虑择优性的连接,不太符合真实世界网络的复杂性与多样性。因此,本文提出的基于节点强度的网络模型,改进和克服了目前的网络模型的部分不足。

## 4 服务响应时间模型

### 4.1 服务响应时间

对等网络中物理层节点是自治的,超级节点不能够对资源节点实现完全控制,更不能实时获取服务的状态,反馈服务响应时间所依赖的信息有限。为了较为准确地推测服务的状态,本文以前次提交服务的时间间隔和最近一次的服务响应时间等相关信息作为下次服务时间估计的依据。

采用下述公式来估计本次服务的响应时间  $TP$ :

$$TP = (1 - \gamma) \overline{TP} + \gamma TP_r, \quad \gamma \in [0, 1] \quad (7)$$

式中,  $TP_r$  表示系统中服务资源的最近一次实际服务响应时间;  $\overline{TP}$  表示平均服务响应时间;  $\gamma = 1$  表示仅以最近一次服务响应时间为依据,  $\gamma = 0$  则表示只考虑服务响应时间的平均值,实验中  $\gamma$  值取为 0.9。

### 4.2 服务查询时间

由于网络中存在多个服务注册中心,每个服务注册中心都只负责某一部分服务的注册,因此区域内的查询服务较快,而区域之间存在路由时相对需要较长的时间,甚至是区域内查询服务的很多倍。

设平均服务查询时间为  $\Delta t$ ,则

$$\Delta t = (2 \times \delta + \frac{M}{n} \theta) \times \frac{(n-1)}{n} + \frac{M}{n} \theta \times \frac{1}{n}$$

式中,  $n$  是网络中节点的数量,  $M$  是服务通告条目,  $\delta$  为网络平

均时延,  $\theta$  是网络时延系数。由于网络具有小世界特性, Milgram 等发现完整的链平均长度为 6,因此路由时间包括以下 6 种可能的链路路由时间。

$$t_1 = (1 - \frac{1}{N'}) \times \bar{t}_r, t_2 = (1 - \frac{1}{N'}) \times \bar{t}_r + (1 - \frac{1}{N'})^2 \times \bar{t}_r,$$

.....

$$t_6 = (1 - \frac{1}{N'}) \times \bar{t}_r + (1 - \frac{1}{N'})^2 \times \bar{t}_r + \dots + (1 - \frac{1}{N'})^6 \times \bar{t}_r$$

$$TR = t_1 + t_2 + \dots + t_6 \quad (8)$$

式中,  $N'$  为网络中存在的超级节点个数,  $\bar{t}_r$  为两个相邻超级节点之间的直接路由平均时间,因此网络中存在的超级节点越多,使用路由概率增加,反而造成整体响应时间的下降。

## 5 算法描述

个体有重新选择自己的关联对象优化自身价值的意愿并行动,本文引入个体选择动机的阈值  $T (T \in [0, 1])$  的概念,即当网络中节点服务响应时间高于此阈值时,节点自主地调整连接策略。阈值的概念可以是服务的响应时间、查询返回服务的数量和质量等。

网络演化的具体算法描述如下:

### 算法 SP\_UDDI

输入:网络初始状态;

输出:具有超级节点的网络;

主要流程:

```

{
1 Initialize(N,G);
//给定  $m_0$  节点组成一个连通网络,连接次数  $T_{ij} = 1$ ,其边权赋值为  $\omega_{ij} = f(1)$ ;
2 if  $T_{random(i)} \geq T_{global}$  then //若高于阈值,节点变更连接策略;
3 {
4  $G' = G$ ; //复制连接策略副本;
5 Select_SP(N,  $T_{TTL}$ ,  $M$ ,  $SP_{Add}$ );
//从网络中随机选取  $M$  个节点作为一个局域世界,选举超级节点  $SP_{Add}$ ;
6 Broadcast(N,  $T_{TTL}$ ,  $SP_{Add}$ ); //向半径为  $R_{TTL}$  发起产生新超级节点的信息广播;
7  $SP_{pre} = \text{Find\_Best\_SP}(N, T_{TTL}, P_i)$ ;
8 for  $\forall P_i \in (N, R_{TTL}, SP_{Add})$  then
9 {
10  $SP_i = \text{Find\_Best\_SP}(N, R_{TTL}, P_i)$ ; //收到广播的节点在  $R_{TTL}$  范围中选择最佳的超级节点;
11 if  $SP_i \neq SP_{pre}$  then //若发现新的最佳超级节点则调整策略副本;
12 Adjust( $G'$ );
13 }
14 }
15 if  $T(G') > T(G)$  then  $G = G'$ ;
//计算调整前后的网络效益,若增加则执行策略变更;
16 return (N,G);
}

```

由上述算法描述可知,主要是进行两次节点选择操作,其时间复杂度为  $O(m^2)$ ,因此,算法的时间复杂度为  $O(2m^2) = O(m^2)$ 。

## 6 试验与结果分析

本文通过仿真实验,从网络特性、服务响应时间和路由时

间几方面来验证算法的有效性。设初始节点数量为  $m_0$ , 局域世界节点个数为  $M$ , 插入节点  $t$ 。  $M=m$ , 网络中每次增加一个节点, 先从整个网络中选取一个小的局域世界, 然后新增节点都是随机与局域世界中的节点相连;  $M=m_0+t$ , 该模型把整个网络作为一个局域世界, 每次增加节点都是从整个网络中按照度的概率选择节点连接, 其中局域世界选举参照文献[8]中的方法。

实验通过网络结构的演化判据的三大统计属性之一的顶点度分布  $P(k)$  来检验网络是否具备幂律特性。

图2实验结果表明在不同初始网络状态下,  $M \approx t + m_0$  时的  $P(k)$  曲线趋于幂律分布, 当  $M=m$  时分布曲线相似。由此可知, 点强度优先的连接算法对网络初始状态并不敏感, 均可以有效地将网络演变成一个具有幂律分布特性的小世界网络。当初网络的规模很小(如100个节点)时, 初始网络是否连通作用不明显, 但是随着初始网络规模的增加, 在曲线右下部渐渐突现出一个连接数目众多的独立尾部, 考察尾部中的节点, 发现全部来自初始网络, 说明当网络最终规模和初始规模的比例没有达到一定程度时, 全连通的初始网络将会因为其先入优势, 而成长为网络的核心, 从中还可知当模型连接数量和网络规模达到一定比例之后, 网络的无标度特性越明显。

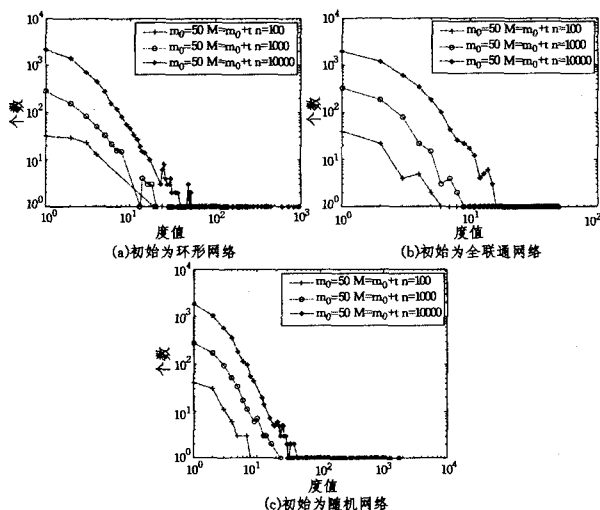
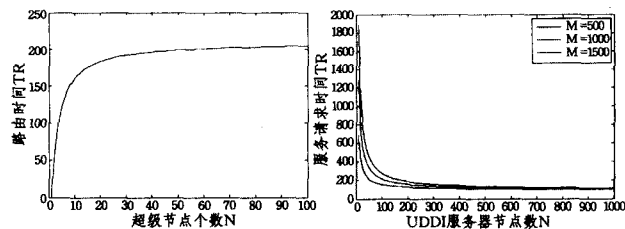


图2 不同初始网络在  $M=m_0+t$  时  $P(k)$  分布图

为了反映模型在服务响应时间上与节点的关系, 模型对路由时间与超级节点数量的关系和平均服务响应时间与网络节点的关系进行了实验, 以分析节点数量与服务时间的关系。

图3(a)实验结果表明, 服务信息的路由时间在超级节点数量超过20之后基本维持在一个常量, 其时间取决于网络时延。本文主要讨论较大规模的网络, 超级节点数量较多, 因此为了简化问题的讨论, 将路由时间定为常量  $\delta$ 。图3(b)实验

结果表明节点数量在200个以内, 请求响应时间与网络中的节点数量关系密切, 增加服务注册中心的数量可以有效减少整体服务响应时间; 当节点大于200时, 服务注册中心数量的增加对提高服务响应时间不明显, 因此, 200节点以上, 与服务注册中心所包含的信息量关系不明显。



(a)路由时间与超级节点数量的关系 (b)平均服务响应时间与网络节点关系

图3 平均服务查询时间和超级节点数量的关系

**结束语** 本文通过在密集区投放服务点的指导思想, 提出了一种具有超级节点的语义路由 UDDI 模型 SPSR-UDDI, 网络演化表现为节点对选举出让自己服务查询最快的区域超级节点以及维护网络连接所做出的权衡, 通过节点边权优先连接原则让部分节点动态调整连接策略, 使得全局服务响应时间较短。本文提出的节点点强度优先连接模型, 克服了当前部分模型只考虑随机性连接而没有考虑择优性的连接等不太符合真实世界网络的复杂性与多样性的不足, 同时建立了网络演化和服务响应时间模型, 实现了网络自组织演化过程, 并进行了仿真实验, 证实了其有效性。

## 参考文献

- [1] Clement L. Universal Description Discovery & Integration(UD-DI 3.0). 2004. [http://uddi.org/pubs/uddi\\_v3.htm](http://uddi.org/pubs/uddi_v3.htm)
- [2] Tran D A, Hua K A. A peer-to-peer architecture for media streaming[J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2004, 22(1): 1-14
- [3] Condie T, et al. Adaptive peer-to-peer topologies[C]// 4th Int. Conf. on Peer-to-Peer Computing. New York: IEEE Press, 2004: 53-62
- [4] 杜宗霞, 怀进鹏. 主动分布式 Web 服务注册机制研究与实现[J]. 软件学报, 2006(03): 454-462
- [5] 董攀, 朱培栋, 卢锡城. 一种网络自组织演化的数学模型[J]. 软件学报, 2007, 18(12): 3071-3079
- [6] Chen QH, et al. The modeling of scale-free networks[J]. Phys A, 2004, 335: 240-248
- [7] 方锦清, 毕桥, 等. 复杂动态网络的一种和谐统一的混合择优模型及其普适特性[J]. 中国科学(G辑), 2007(2): 230-249
- [8] 赵海, 袁韶谦, 等. 一种局部集聚的网络演化模型[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2007(11): 1548-1551
- [9] 刘道群, 刘写. 一种 P2P 网络安全动态的信任模型[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2009, 23(11): 90-94

(上接第50页)

- [12] Matthew P, Patrick T, Patrick M, et al. Secure Attribute Based Systems[C]// Proceedings of the 13th ACM Conference on Computer and Communications Security. 2006: 99-112
- [13] 刘志远, 杨秋伟, 洪帆, 等. 一种基于标识的隐私资源保护方案[J]. 计算机应用, 2008, 28(2): 418-421
- [14] Sandhu R, Coyne E J, Feinstein H L, et al. Role-based Access Control Models[J]. IEEE Computer, 1996, 29(2): 38-47

- [15] Shamir A. Identity-based cryptography and signature schemes [A]// Advances in Cryptology, CRYPTO'84, Lecture Notes in Computer Science[C]. Berlin: Springer-Verlag, 1985, 196: 47-53
- [16] Boneh D, Franklin M. Identity-based encryption from the Weil pairing[A]// Advances in Cryptology, CRYPTO 2001, Lecture Notes in Computer Science [C]. Berlin: Springer-Verlag, 2001, 2139: 213-229