

# P2P 网络中蚁群的声誉信息分发算法研究

陈伟,解争龙,弋改珍

(咸阳师范学院 信息工程学院,陕西 咸阳 712000)

**摘要:**声誉是一种新型的信任建立机制。在 P2P 网络中,由于 P2P 网络的匿名性和开放性,存在节点可信问题。利用基于声誉的信任机制,可以隔离和孤立恶意的 peers,选择信任状况好的 peers 提供服务。文中提出了一种基于蚁群的声誉信息分发机制,该算法通过模拟蚁群寻找食物的行为,实现声誉信息在无集中控制的 P2P 环境下的分发,基于蚁群的声誉信息分发算法能根据节点选择最佳路径来获取声誉信息,这样既降低系统负载,又提高搜索的效率,实现了节点安全、高效获取声誉信息的问题。

**关键词:**对等网络;声誉;信任;安全

**中图分类号:**TP31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2011)12-0124-03

## Research of Reputation-Ant Distribution Algorithm in P2P Networks

CHEN Wei, XIE Zheng-long, YI Gai-zhen

(College of Information Engineering, Xianyang Normal University, Xianyang 712000, China)

**Abstract:** Reputation is a new method building trust. In peer to peer networks, because of the anonymous and open characteristics, the nodes who trust issue is existed. Reputation-based trust mechanism can isolate malicious peers from the systems and choose trusted peers' services. Propose an ant-based reputation evidence distribution algorithm. This algorithm achieves reputation distribution in P2P network by stimulating the ants' behavior of looking for food. Depending on nodes, it can choose the optimal path and obtain the reputation, which lowers the system load, improves the efficiency of research, and solves the difficulty about how to obtain reputation safely and efficiently.

**Key words:** peer to peer network; reputation; trust; security

## 0 引言

对等网络,又称对等计算,或简称为 Peer-to-Peer (P2P),是当前研究热点,系统中每个成员(与用户、节点、peer 和实体有同等意义)地位相等,同时既是资源提供者和资源获取者,消除了传统 C/S 模式下服务器的单点失败和可扩展性差的问题。目前多数 P2P 设计时忽略了安全性需求,如 Crowds 随着节点数的增加,存在可扩展性低的问题;Mix 没有加入节点控制问题等。并且由于 peers 的自私性,P2P 匿名通信系统也遇到了类似 Free-Riding 问题<sup>[1]</sup>。

P2P 通信系统中需要系统成员共同参与信息的转发,每个成员不仅仅是一个匿名服务的提供者,也是系统匿名的贡献者,并且成员提供的噪声信息越多,参与消息传输的成员群越大,则系统的性能越好。针对实

际网络中可能出现的 Free-Riding 问题,提出通过为每个新增加的成员分配初始的信誉度值,并动态调整。使具有不同信誉度值的成员,获得的匿名通信服务的级别不同<sup>[2]</sup>。利用一种基于蚁群的声誉分发算法,根据系统各成员为系统所做贡献不同,提供不同的匿名服务,促进系统成员积极为系统中其他成员服务,提高系统匿名性能。

## 1 蚁群算法

### 1.1 蚁群算法

蚁群算法(Ant Colony Algorithm, ACA)是一种对自然界中真实蚁群的集体行为研究的基础上,模拟蚂蚁群体智能行为寻找优化路径的机率型算法。其基本原理可大致描述如下:蚂蚁在运动过程中,能够在它所经过的路径上留下一一种称之为外激素的物质进行信息传递,而且蚂蚁在运动过程中能够感知这种物质,并以此指导自己的运动方向<sup>[3]</sup>,因此由大量蚂蚁组成的蚁群集体行为便表现出一种信息正反馈现象:某一路径上走过的蚂蚁越多,则后来者选择该路径的概率就越大。

收稿日期:2011-05-11;修回日期:2011-08-19

基金项目:陕西省科技计划项目(SJ08-ZT14);陕西省教育厅项目(08JK481)

作者简介:陈伟(1976-),男,陕西长安人,讲师,硕士,研究方向为网络安全与数据库。

1.2 蚁群算法

依据蚁群算法的基本原理,设计了寻找优化路径的蚁群算法,主要步骤是:

- (1) 假定有  $n$  只蚂蚁采用从蚁穴出发寻找食物。
- (2) 初始时刻,各节点的信息素相等,即  $\tau_{(i,j)}(0) = C$  ( $C$  为常数),蚂蚁在移动过程中,根据概率转移规则决定下一个前行的节点。在  $t$  时刻蚂蚁  $k$  由节点  $i$  转移到节点  $j$  时概率为  $p_{i,j}^k$ ,计算如下:

$$p_{i,j}^k = \begin{cases} \frac{\tau(i,j) \times [\eta(i,j)]^\beta}{\sum_{u \in J_k(i)} \tau(i,u) \times [\eta(i,u)]^\beta}, & j \in J_k(i) \\ 0, & j \notin J_k(i) \end{cases} \quad (1)$$

其中  $k=1,2,3,\dots,m$ ;  $\tau(i,j)$  是节点  $i$  到节点  $j$  的信息素强度;  $\eta(i,j)=1/d_{i,j}$  是从节点  $i$  到节点  $j$  的距离的倒数;  $\beta$  是寻路消耗和信息素相对重要程度的常数。  $J_k(i)$  是邻近节点位置的集合。

- (3) 节点信息素更新公式为:
- $$\Delta\tau_i^k = \begin{cases} Q/Z_k & (E_{ij} \in tab_{mk}) \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \quad (2)$$

其中  $Q$  为蚂蚁所留轨迹数量的一个常数;  $Z_k$  为蚂蚁  $k$  走过的总路径长度。  $tab_{mk}$  表示第  $k$  个蚂蚁下一步可选择的节点。

- (4) 蚂蚁遇到食物,会衔住食物,沿原路返回,同时按照式(3)去调整路径上的信息素。

$$\tau(i,j) \leftarrow (1-\rho)\tau(i,j) + \rho\Delta\tau_k(i,j) \quad (3)$$
$$\Delta\tau_k(i,j) = \begin{cases} 1/L_k(i,j) \\ 0 & \text{other} \end{cases}$$

式中,  $\rho$  是信息素挥发参数,  $L_k$  是第  $k$  只蚂蚁在本次循环所走过的距离。

2 基于蚁群的声誉信息分发

在对等网络中,相互交换的两个节点之间总是能留下彼此交换行为的记录和声誉信息,声誉定义了网络中节点的行为,用它来反映信息之间交换的成功率<sup>[4]</sup>。其他节点依据前面交换来做出判断,决定对方节点是否可信,并且依据蚁群的思想来选择声誉高的节点来交互信息,因此如何快速、准确的获取声誉信息,成为提高搜索效率首要考虑的问题。

2.1 设计思想

该算法的思想是:当 P2P 网络中的一个节点需要获取声誉信息时,蚁群在寻找路径上释放出信息素,释放信息素越多后来的蚂蚁选择较高浓度激素的路径概率越大,找到路径后蚁群会沿着获取声誉的路径修改每个节点表中的值<sup>[5]</sup>。文中使用的相关定义如下:

定义 1:前向蚂蚁指的是从源节点到目的节点的路径搜索蚂蚁,功能是:执行路径搜索功能和建立反向

信息素表。  
定义 2:后向蚂蚁指的是从目的节点返回到源节点的蚂蚁,功能是:执行信息更新,利用更新规则修改节点声誉表。

2.2 蚁群声誉算法

根据蚁群声誉算法,网络中的节点都有如图 1 所示的声誉表:

节点 $K$ 邻节点	目的节点			
	1	2	...	$N$
1	$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	...	$P_{1,N}$
2	$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	...	$P_{2,N}$
...	...	...	...	...
$M$	$P_{M,1}$	$P_{M,2}$	...	$P_{M,N}$

图 1 节点  $k$  的声誉表结构

图 1 是各节点的概率变化情况。用列表表示目的节点,用行表示节点  $k$  邻节点。表中定义了节点  $k$  到达各个目的节点的概率,根据到达目的节点的概率可以计算出最优路径<sup>[6]</sup>。当新的路径被发现后,节点  $k$  的邻节点概率也同时产生更新,这样后来的蚂蚁可以使用最新的最优路径。公式(4)定义了声誉表需要满足的规则:

$$\sum P_{i,t} = 1, i \in \text{neighbors}(k), t \in [1,N] \quad (4)$$

第一步,将表中概率初始化为相同的值。

第二步,由设计思想提出的两种蚂蚁概念,后向蚂蚁  $B_{ant}$  将利用前向蚂蚁  $F_{ant}$  提供的链路信息到达源节点  $s$ ,  $B_{ant}$  执行信息更新功能,用更新规则修改逆向路径中的每个节点声誉表<sup>[7]</sup>。

第三步,计算节点  $k$  到达节点  $t$  的概率,假定某一节点  $k$  存在  $m$  个邻节点,则  $F_{ant}$  选择下一节点  $i$  的概率  $P_{i,t}$  由(5)式计算得出:

$$P_{i,t} = \frac{P_{i,t} + \alpha \times \beta_i}{1 + \alpha \times (N - 1)} \quad (5)$$

上式中用  $\beta_i$  表示从节点  $k$  到邻节点  $i$  的花费,  $\alpha$  定义为一常数。  $\beta_i$  可以由公式(6)计算得出。

$$\beta_i = 1 - \frac{D_{k,i}}{\sum_{j=1}^m D_{k,j}} \quad (6)$$

$D_{k,i}$  为当前节点  $k$  和邻节点  $i$  的距离。  
前向蚂蚁到达目的节点行经的途中,会将经过的所有节点写入节点列表。后面蚂蚁根据节点列表来避免访问相同的节点。同时,当前向蚂蚁在访问目的节点的途中所访问的节点总数超过总节点一半时,前向蚂蚁会立刻消失,同时意味着蚂蚁行走过的路径无效<sup>[8]</sup>。

第四步,计算后向蚂蚁到达邻节点概率。

后向蚂蚁和前向蚂蚁原理相似,不同的是经过的每个中间节点都被视为目的节点,同时相应的声誉表概率被更新<sup>[9]</sup>。概率更新因子  $\Delta p$  如式(7):

$$\Delta p = ce^{g(\delta_{i,d},t)} \quad (7)$$

其中  $c$  为常数,且  $c > 0$ ,  $g(\delta_{i,d},t)$  是非递增函数,  $\delta_{i,d}$  是邻节点  $i$  到存储声誉信息节点的距离长度,  $t$  是获得声誉信息所需的时间<sup>[10]</sup>。

当后向蚂蚁  $B_{ant}$  到达邻节点  $i$ ,声誉表中节点  $i$  的概率值  $P_{i,d}$  由式(8)得出:

$$P_{i,d} = \frac{P_{i,d} + \Delta p}{1 + \Delta p} \quad (8)$$

与式(8)相似,其余邻节点的概率值  $P_{i',d}$  由式(9)得出:

$$P_{i',d} = \frac{P_{i',d}}{1 + \Delta p} \quad (9)$$

通过上述过程可以看出,后向蚂蚁  $B_{ant}$  更新后的声誉表满足式(4)所定义的规则<sup>[11]</sup>。

### 2.3 仿真结果与分析

为了测试文中提出的蚁群算法的声誉分发效果,下面用 NS2 对文中提出的算法和 FreeNet 算法测试结果进行了比较<sup>[12]</sup>。假定在 P2P 网络中存在多个任意节点,每一次向网络中插入更新声誉信息,随机选取 10 个节点从路径长度和延迟时间两个方面去比较获得声誉信息。

图 2 和图 3 是路径长度和延迟时间两个方面的比较图:

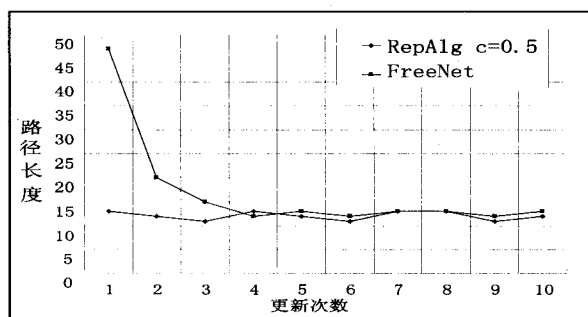


图 2 比较路径长度

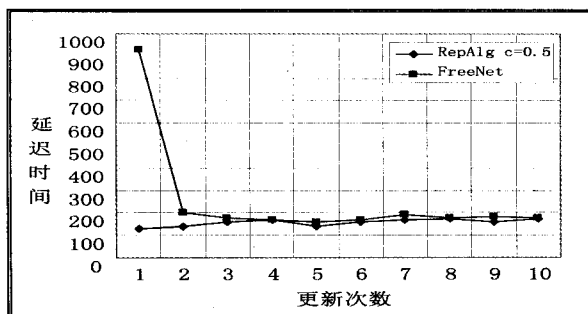


图 3 比较延迟时间

从上图中发现,在路径长度上,基于蚁群的声誉分发算法要比 FreeNet 算法在开始节点很快趋于稳定,随

着次数增加节点数几乎不存在变化;在延迟时间上,蚁群声誉算法可以在很短时间获取声誉信息,且一直趋于稳定变化。

### 3 结束语

文中将蚁群算法应用到网络节点的声誉分发计算中,通过仿真结果表明,该算法比 FreeNet 算法在路径长度和延迟时间上有了显著的改善,提高了搜索效率,可以更快更安全获取到声誉,而且具有较好的网络搜索能力。此外,将蚁群算法应用于匿名通信声誉计算也具有很高应用价值。

#### 参考文献:

- [1] Feldman M, Chuang C. Overcoming free riding behavior in peer-to-peer systems[J]. ACM Sigecom Exchanges, 2005, 5(4): 41-50.
- [2] 王立,吴蒙,常莉. 移动 Adhoc 网络基于信誉系统的节点协作方案[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(2): 80-86.
- [3] Dorigo M, Maniezzo V. The Ant System: Optimization by a Colony of Cooperating Agents[C]//Proceedings of the IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics. [s. l.]: [s. n.], 1996: 29-41.
- [4] Kamvar S D, Schlosser M T. The Eigentrust Algorithm for Reputation Management in P2P Network[C]//Proceedings of the Twelfth International Conference on World Wide Web. [s. l.]: [s. n.], 2003: 640-651.
- [5] 朱程辉,叶福林. 基于蚁群算法的无线传感器网络路由算法[J]. 网络与通信, 2010, 29(15): 67-70.
- [6] 范维博,周俊,许正良. 应用遗传算法求解第一类装配线平衡问题[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(2): 113-116.
- [7] Yu Jianping, Lin Yaping, Lin Mu, et al. Multi-constrained any cast routing based on ant algorithm[J]. Chinese Journal of Electronics, 2006, 15(1): 133-137.
- [8] 李领治,郑洪源,丁秋林. 一种基于改进蚁群优化算法的选播路由算法[J]. 电子与信息学报, 2007, 29(2): 340-344.
- [9] Camilo T, Carreto C, Silva J S, et al. An Energy-efficient Ant-based Routing Algorithm for Wireless Sensor Networks [C]//Proc. of the International Workshop on Ant Colony Optimization and Swarm Intelligence. Brussels, Belgium: Springer-Verlag, 2006: 49-59.
- [10] 宋世杰,刘高峰,周忠友,等. 基于改进蚁群算法求解最短路径和 TSP 问题[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(4): 90-92.
- [11] 黄炜,黄志华. 一种基于遗传算法和 SVM 的特征选择[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(5): 35-37.
- [12] 贾晓倩,刘方爱. 基于最近邻搜索算法分组式 P2P 网络拓扑模型[J]. 计算机技术与发展, 2010, 20(11): 57-59.