

一种蚁群和信任结合的 P2P 节点选择机制

孔令明, 谢圣献, 李俊青

(聊城大学 计算机学院, 山东 聊城 252059)

摘 要: 借鉴蚁群算法思想, 文中构建了一种蚁群算法和信任相结合的节点选择机制(简称 AntTrust). 此机制不仅在信任建立初期可以提高节点的响应率, 并且可以在信任建立以后, 提高下载成功率. 该机制在斯坦福大学的查询周期平台上得以实现, 并通过实验分析了机制的有效性.

关键词: 对等网络; 蚁群算法; 信任; 节点选择

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2011)03-0133-04

A Mechanism of Ant Colony Algorithm and Trust in P2P Node Selection

KONG Ling-ming, XIE Sheng-xian, LI Jun-qing

(School of Computer Science & Technology, Liaocheng University, Liaocheng 252059, China)

Abstract: With introduction of ant colony algorithm idea, this paper constructed an ant colony algorithm and confidence in a combination of the node selection mechanism (AntTrust). This mechanism not only can increase the response rate in the early period, but also can increased download success rates after the trust is established. The mechanism is simulated on the query-cycle-simulator platform and the effectiveness of the mechanism is excellent.

Key words: P2P; ant colony algorithm; trust; node selection

1 引言

对等网络(Peer-to-Peer, P2P)的节点地位相等, 每个节点都既可以充当资源的提供者, 也可以充当资源的使用者, 这样就可以避免传统网络所带来的单点故障. 然而正是 P2P 网络所特有的自治性, 动态性, 异构性等特性, 为 P2P 网络带来了很多问题: 如欺骗、合谋、诋毁、冒名、“搭便车”等.

为了提高 P2P 网络的安全性和可用性, 选择节点是个不可忽视的问题. 如果在构造网络拓扑时, 选择的节点多为恶意或“搭便车”节点, 网络的运行则必然受到影响. 现有很多研究为了选择好的节点都为 P2P 网络建立了信任模型, 通过信任值的高低来决定节点的选择. 文献[1]中提出 PeerTrust 模型, 文献[2]

中提出 EigenTrust 模型, 文献[3]中和文献[4]中分别提出了自己的信任模型. 现有的信任模型, 基本上都是根据节点与下载节点的交互得到直接信任, 之后再依靠其他节点的推荐得到推荐信任, 直接信任同推荐信任再结合一些其他因素综合出综合信任, 节点便依靠综合信任的高低来选择其他节点组成拓扑.

在节点选择初期, 因为尚未有同其他节点的交互, 在选择节点时, 或者是盲目的选择, 或者是依赖于其他节点的推荐. 如果盲目的选择, 则选择节点的效率会很低. 其他节点的推荐虽然可以提高一定的效率, 但是如果推荐节点中存在比较多的恶意节点和“搭便车”节点, 节点的选择也会受到严重的影响.

针对这种情况, 文中提出了在节点选择初期, 不用盲目的选择, 而是运用蚁群算法来找寻资源节点. 并通过交互获得信任值, 当信任值达到一定阈值以

收稿日期: 2010-05-11; 修回日期: 2010-07-13

基金项目: 国家自然科学基金项目(60874075); 山东省教育厅科研发展计划(J09LG29, J08LG20); 山东省软科学项目(2009REB125)

后,则可以根据信任值的高低直接同高信任节点进行交互。

2 蚁群算法思想

在蚁群算法中^[5],初始时,各条路径的信息素相同。蚂蚁 k 根据信息素的浓度来决定转移的方向, $p_{ij}^k(t)$ 表示蚂蚁 k 在 t 时刻由位置 i 转移到位置 j 的可能性,即转移的概率:

$$p_{ij}^k = \begin{cases} \frac{\tau_{ij}^a(t) \cdot \eta_{ij}^b(t)}{\sum_{s \in \text{allowed}_k} \tau_{ij}^a(t) \cdot \eta_{ij}^b(t)}, & \text{若 } j \in \text{allowed}_k \\ 0, & \text{否则} \end{cases} \quad (1)$$

其中, allowed_k 为下一步可能转移到得位置, τ_{ij}^a 为路径 ij 上信息素的浓度, η_{ij}^b 为由位置 i 到位置 j 转移的期望程度。

随着时间的推移,留在路径上的信息素将会挥发,经过 n 个时刻,完成一次循环,路径上的信息量根据以下公式进行调整:

$$\tau_{ij}(t+n) = \rho \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij} \quad (2)$$

3 AntTrust 蚁群信任机制的实现

AntTrust 分为两部分:(1)通过蚁群算法来查找资源,通过信息素的浓度来进行节点的查找,查找到符合资源的节点后,下载资源的同时给提供资源的节点赋予一定的信任值;(2)当信任达到阈值,节点在查询资源的时候将不需要通过蚁群算法,直接询问高信任节点。

3.1 前期根据蚁群算法查找

(1) 在 P2P 网络中建立一张全局表 T 来存储信息素的浓度。

(2) P2P 网络的节点 p_i 在查询资源时根据相应资源的信息素浓度(即全局表 T 中的信息素高低)发出请求 $\text{Query}(r_k)$, r_k 为所查询资源。

(3) $\text{Query}(r_k)$ 在经过一个节点 p_j 时,先在节点 p_j 查询资源 r_k ,如果没有相似资源,则决定是否转发请求。当节点转发请求时,将全局表 T 中关于资源 r_k 的节点 p_j 的信息素浓度改变。

(4) 每经过一个节点,如果节点上不存在资源 r_k ,且转发请求 $\text{Query}(r_k)$,重复操作(3)。

(5) 找到资源 r_k 所在节点 p_m 后,资源节点 p_m 将返回一条应答信息 $\text{Response}(r_k)$ 到资源请求节点 p_i 。

(6) 当节点 p_i 再次发送请求消息时,根据已更

新的全局表 T 中的信息素浓度值来选取信息素浓度高的节点来发送请求。

在信息素的收集过程主要考虑到信息素的挥发问题,信息素的挥发公式如下:

$$r_{m+c} = \rho r_m \quad (3)$$

$$\rho = \beta^{\alpha \cdot (1+c)} \quad (4)$$

r_{m+c} 为经过时间间隔 c 之后,信息素的浓度。

其中, ρ 表示信息素的挥发程度, α, β 为调节系数, $\alpha, \beta \in [0.5 \sim 1)$, c 为时间间隔,表示信息素计算时间和信息素上次收集时间之间的间隔。

3.2 蚁群算法的改进算法 TabuAnt

蚁群优化用于节点选择,最大的问题是:蚂蚁蜂拥而至的节点未必是好的节点,也就是智能算法中的局部极小问题,如果高概率指向的节点本身就是恶意节点,而多数节点不知道,只有部分节点知道,如 10 个节点,只有 p_2, p_3 知道指向的节点是恶意节点,则它们可以不采用全局表中所指的路线,而是自己建立一张局部禁忌表,节点选择时避开局部禁忌表指向的路线。这样,一则会使节点寻找到好的资源,另外,也会降低全局表中指向恶意节点路线上的信息素值。

3.3 后期根据信任查找

在节点建立初期或者节点与其他节点交互很少的情况下,资源信任尚未建立。这时,利用蚁群算法来查找选择资源节点。

虽然仅利用蚁群算法可以找到资源节点,但是一直使用蚁群算法会在网络中生成过多的无用路由信息,使下载成功率下降。所以,当信任值收集到一定程度,达到阈值之后。在找寻资源的时候,可以不用蚁群算法,节点直接同高信任资源节点交互,相当于直接选择资源节点。

处理过程如下:

(1) 资源请求节点 p_i 在与资源提供节点 p_m 交互的过程中,逐渐累积对资源提供节点的资源信任 LocalTrust_m 。

(2) 在每次发出资源时,先查询资源信任表 T_i ,如果有节点的资源信任达到了阈值 $\text{LocalTrust}_m > \alpha$,则先把资源请求发送到信任大于阈值的节点。

(3) 如果所有信任大于阈值的节点都不存在所需资源,则重新启动蚁群算法根据全局信息素表 T 查询资源。

4 节点选择算法

4.1 AntTrust 机制的整体算法

α : 资源信任阈值, $\alpha \in (0.5, 1)$;

```
N(i): i 的所有邻居集合;  
ContentTrust(i): 计算资源信任值;  
FindInPeer(s,i): 在节点 i 中查询是否有符合资源 s 的  
资源,没有相关资源返回 null;  
FindByAnt(s): 利用蚁群算法在邻居中找寻符合资源 s  
的节点.  
算法:  
Procedure FindContent(s)  
  for(i ∈ N(i))  
    if (ContentTrust(i) > α) then  
      result = FindInPeer(s,i)  
      if (result = null) then  
        FindByAnt(s)  
      endif  
    else  
      FindByAnt(s)  
    endif  
  endfor  
end
```

4.2 蚁群算法

```
SendQueryByPheromone(Query(s),i): 根据浓度值发送  
查询给 i 节点.  
SendResponse: 查找资源成功,返回应答.  
算法:  
Procedure FindByAnt(s)  
  if (SendQueryByPheromone(Query(s),i) = null)  
    SendQueryByPheromone(Query(s),j)  
  else  
    SendResponse  
  endif  
end
```

5 实验分析

5.1 实验参数设置

此机制在斯坦福大学的查询周期模型的基础上实现. 仿真程序共设 100 个节点. 其中好节点和高可信节点 80 个,恶意节点 20 个. 文件类型为 20 种. 好节点和高可信在自身拥有所需资源的时候响应节点查询;恶意节点在恶意联盟内响应或小概率响应;“搭便车”节点不响应. 在下载文件时,从恶意节点下载的是坏文件,从好节点和高可信节点下载的是好文件.

5.2 实验仿真

(1) 比较在节点选择初期,没有建立起信任时的选择跟利用蚁群算法进行选择的响应率不同.

从图 1 可以看出,蚁群算法的响应率比没有建立信任时的查询响应率要高.

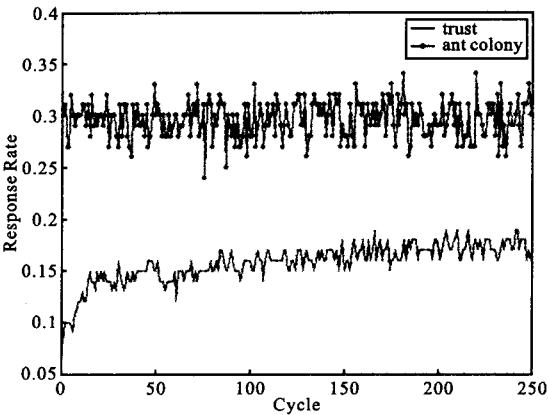


图 1 响应率的比较

(2) 如果节点长时间没有被访问,则其上的信息素的浓度将有所衰减.

从图 2 可以看出,信息素随着周期的增加将以比较快的速度衰减.

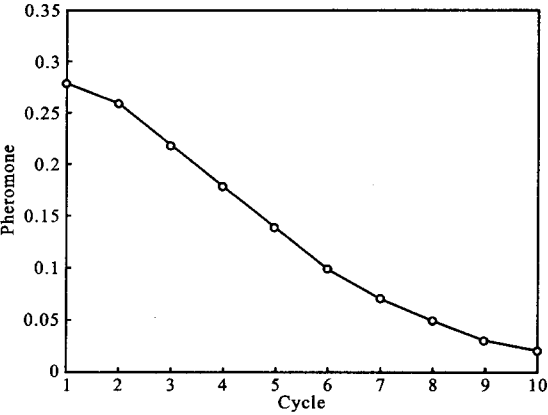


图 2 信息素的衰减

(3) 改进的蚁群算法 TabuAnt,不仅仅依靠全局信息素表,而且自身建立了一个对于恶意节点的禁忌表,在利用信息素查找资源的时候,会避开恶意节点.

从图 3 可以看出,改进的蚁群算法,随着周期的

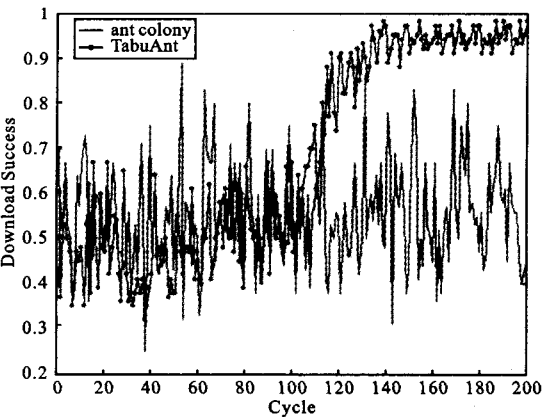


图 3 蚁群算法的改进

增加,下载成功率会渐渐提高,这就说明,局部禁忌表可以有效地提高下载成功率.

(4) 节点选择机制(AntTrust)随着资源查找的进行,节点对于资源下载的信任值逐渐累积.当信任值提高到一定的阈值之后,可以不通过蚁群算法,而是直接跟高可信节点进行直接的资源查询.

从图 4 可以看出,信任值到达一定阈值之后,直接通过高可信节点进行资源查询的下载成功率要高于利用蚁群的下载成功率.

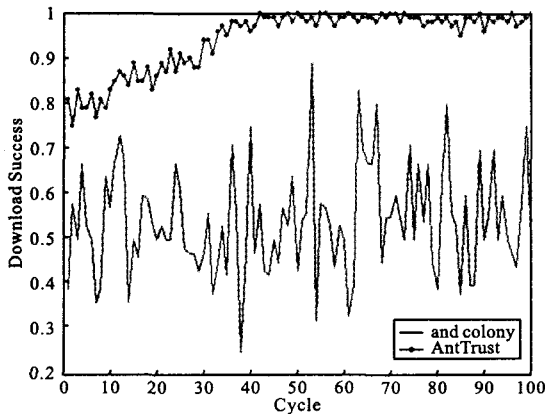


图 4 信任值建立后,下载成功率比较

6 结束语

经过试验平台分析,AntTrust 机制在信任建立初期,可以提高节点的响应率有效地查找到资源.在信任值达到阈值以后,利用高可信节点也可以提高

下载的成功率.但是此机制仍然存在一定问题,当某些节点成为高可信节点后,可以利用高可信度对其他节点进行恶意攻击.这个问题将有待进一步探讨.

参考文献:

- [1] Li Xiong, Ling Liu. PeerTrust: supporting reputation-based trust for Peer-to-Peer electronic communities [J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004, 6 (7): 843-857.
- [2] Kamvar S, Scholsser M, Garcia M H. The eigen trust algorithm for reputation management in P2P networks [C]// Proc 12 th Int'l World Wide Web Conf. New York: ACM Press, 2003:640-651.
- [3] 窦文,王怀民,贾焰,等.构造基于推荐的 Peer-to-Peer 环境下的 Trust 模型[J].软件学报,2004,15(4):571-583.
- [4] 于真,郑少峰,王少杰,等. P2P 信任模型研究[J]. 小型微型计算机系统,2009,30(9):1715-1719.
- [5] Colomni A, Drigo M, Maniezze V. Distributed optimization by ant colonies[C]. //Proc of the 1st European Conf Artificial Life, USA: The MIT Press, 1991:134-142.

作者简介:

孔令明 男,(1982-),硕士研究生,CCF 学生会员.研究方向为计算机网络与信息安全.

谢圣献 男,(1957-),教授.研究方向为网络与信息安全.

李俊青 男,(1976-),副教授.研究方向为分布式计算技术、网络安全、智能算法.

(上接第 132 页)

$\frac{450-240}{450}=49\%$. 如图所示,文中协议在能量消耗方面明显要优于原协议.

4 结束语

文中给出了一种新的无线传感器网络混合 MAC 协议.该协议采用侦听/睡眠机制和 CDMA 相结合的方式,其核心是节点不收发数据或数据流量低时采用侦听/睡眠机制,能及时地转入睡眠状态,节省能耗;CDMA 实现数据流量高时的大规模实时传输,不相互产生干扰,很好地解决了信道冲突问题.仿真结果表明,在所有条件设定一致的情况下,与原协议相比,该协议在维持低延迟和高吞吐率的同时,能明显降低能量消耗.

参考文献:

- [1] Zheng T, Radhakrishnan S, Sarangan V. P-MAC: an energy-efficient MAC protocol for wireless sensor networks [C]//Proc of the Parallel and Distributed Processing Symp. New York: IEEE Press, 2006:66-72.
- [2] Ye Wei, Heidemann J, Estrin D. Medium access control with coordinated adaptive sleeping for wireless sensor networks[J]. IEEE/ACM Trans on Network, 2004, 12 (3):493-506.
- [3] Guo Chunlong, Lizhi Charlie Zhong, Rabaey Jan M. Low power distributed MAC for Ad Hoc sensor radio networks[C]//Proc of ACM Globe Com Anchorage: IEEE Press, 2001:2944-2948.

作者简介:

梁 潘 男,(1978-),讲师.研究方向为计算机软件与网络.

冯朝胜 男,(1971-),副教授.研究方向为信息安全、无线传感器网络.