

一种 P2P 网络的信誉度快速计算方法研究

杜风雷

(浙江警官职业学院, 浙江 杭州 310018)

摘 要: 提出一种局部信誉度模型计算 P2P 网络的信誉度. 根据网络节点之间的交易记录, 计算系统的时间和空间开销, 依据系统开销最小的原则从网络节点中选取多个局部中心节点, 来替代传统的集中式模型中的单一中心节点, 完成系统的信誉度计算, 这样就避免了传统的集中式模型中心节点计算量大、耗时长的问题. 实验证明, 这种方法能够减少信誉度计算的耗时, 提高计算的实时性, 及时有效地保护了网络的安全.

关键词: 信誉度; 信誉模型; 中心节点

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)03-0129-04

A P2P Network the Credibility of Fast Calculation Method Research

DU Feng-lei

(Zhejiang Police Vocational Academy, Hangzhou 310018, China)

Abstract: In the process, the paper proposes a kind of local credibility model to calculate the credibility of P2P networks. According to the network transactions between nodes, calculation system of time and space overhead, based on the principle of minimum cost system from the network node selecting numbers of local center node, to replace the traditional centralized model of the single center, complete system the credibility of node calculation, and this prevents the traditional central model center node calculation long time consuming. Experiments show that the method can reduce the credibility of the calculation, time-consuming, and improve the calculation of real-time, timely and effectively protect the network security.

Key words: creditworthiness; reputation model; central node

1 引言

以 P2P 网络技术为基础构建的电子商务系统延续了 P2P 网络自由开放的特点, 电子商务系统中的所有网络用户节点之间可以随意交易通信, 这样保证了商务信息交流的畅通, 但是这种盲目的交易给商务系统中的用户带来了安全隐患^[1]. 因此, 需要提出一种信誉度模型^[2], 用于检测用户及用户之间交易的可信程度. 随着信息交流的发展, 用户之间交易量剧增, 网络中就会产生海量的交易记录需要进行信誉度检测, 传统的集中型信誉度检测必须就爱那个这些海量数据全部传输给中心节点处理, 这就造成了中心节点计算量大, 计算耗时长的问题, 最终不能及时地将信誉度^[3]检测出来, 影响了交易的进

行, 造成了信誉度计算实时性差的问题, 不能实时保证网络的安全.

针对传统集中式信誉度模型实时性差的问题, 提出一种局部信誉度模型计算 P2P 网络的信誉度.

2 信誉度模型计算原理

传统的信誉度模型是集中式的, 即网络中所有用户之间交易的信息记录需要传输到中心节点中进行评估, 然后将信誉度评估结果传送回各节点并以此为依据决定是否继续进行交易. 传统的集中式信誉度模型的系统结构^[4]如图 1 所示.

由图 1 所示, 网络中的所有用户间的交易信息记录需要传送到中心节点进行信誉度计算和评定, 由图可以看出用户节点将交易信息传送到中心节点

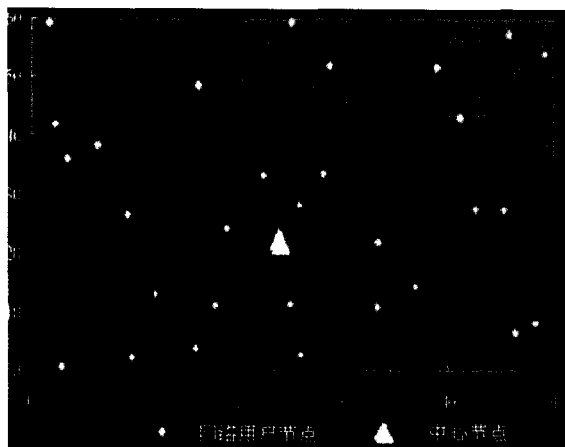


图1 集中式信誉度模型系统结构图

需要进行多个用户节点的传递,这样就耗费了大量的传输时间.又知道中心节点的信誉度计算复杂度计算公式为:

$$\begin{aligned} f(O) &= C_n(x)D_n(y) + J_n(z) + K_n(s) \\ &= 2^{n-2} \cdot 4 + (n-2) + 2 \\ &= O(2^n + n) \end{aligned} \quad (1)$$

式中, $C_n(x)$ 是运算中进行乘法运算的次数, $D_n(y)$ 是运算中进行除法运算的次数, $J_n(z)$ 是运算中进行加法运算的次数, $K_n(s)$ 是运算中进行减法运算的次数,由公式(1)可知集中性信誉度计算的复杂度为 $O(2^n + n)$,其中的 n 就是需要计算信誉度的节点数目,由此可知中心节点的计算量巨大,计算耗时长.由信誉度模型的信誉度计算及时性计算公式得:

$$\begin{aligned} P &= \frac{\log\left(\frac{1}{2^n}\right)}{f(O) \cdot \ln(1+e^n)} \\ &= \frac{-n \log 2}{O(2^n + n) \cdot \ln(1+e^n)} \end{aligned} \quad (2)$$

式中, n 为中心节点需要计算信誉度的节点数目, $f(O)$ 为信誉度计算算法的复杂度.由公式(2)可以看出,信誉度计算的及时性与中心节点需要计算信誉度的节点数目成反比^[5].由此可知,传统的集中性信誉度计算模型,网络中所有节点交易都需要传送到中心节点进行计算,使得中心节点计算量大,即公式(2)中的 n 值很大,造成信誉度计算的及时性很差,不能实时保证网络的安全性.

设想如果克服集中型信誉度模型的单一中心节点的模式,而是根据节点之间信息传输的系统开销和空间距离开销选择多个中心节点,利用这些局部中心节点同时处理其所管辖范围内的节点间交易信息,就能有效减少中心节点的计算量,也能有效解决信誉度计算实时性不高的问题,因此,提出一种局部

信誉度模型计算 P2P 网络的信誉度.根据网络节点之间的交易记录,计算系统的时间和空间开销,依据系统开销最小的原则从网络节点中选取多个局部中心节点,来替代传统的集中式模型中的单一中心节点,完成系统的信誉度计算,这样就避免了传统的集中式模型中心节点计算量大、耗时长的问题.这种方法能够减少信誉度计算的耗时,提高计算的实时性,及时有效地保护网络的安全.

3 快速计算信誉度的局部信誉度模型算法

对网络中的节点用户进行信誉度的计算就是为了实时保证用户间交易的安全性,使用户可以在电子商务网络中进行自由畅通的信任交易.但是,如何实时保证交易进行的可靠性成为人们研究的热点问题.经过多年的研究,学者们逐渐提出了评价用户交易信任程度的信誉度概念,通过对用户间的交易信息进行综合评价,计算节点的信誉度值来表征用户间的信任程度,并以此作为依据,来决定用户间的交易是否继续进行.

过去在网络交易系统中,一直使用的是传统的集中式信誉度模型计算信誉度.由于这种模型要求网络中所有节点的交易信息都要传输到中心节点进行评估计算处理,造成中心节点计算量大,计算耗时长,不能及时的计算出信誉度,因此,人们致力于寻求更好的信誉度计算模型,以求快速准确地计算出信誉度,保证网络交易的安全性.基于传统集中式信誉度模型在处理海量数据时计算量大,不能及时得出信誉度的问题,提出一种局部信誉度模型.通过计算网络中节点的系统开销和空间开销来选取多个局部中心节点,来代替传统集中式模型中的单一中心节点,快速评定节点之间的交易信息,实时完成信誉度的计算.下面将对这一方法进行详细阐述.

3.1 选取局部中心节点

传统集中式信誉度模型使用的是唯一的中心节点进行计算,当处理海量交易信息时计算量过大,造成计算耗时长的问题.因此,要解决信誉度计算的实时性问题,就需要解决中心节点的计算量问题,由于需要处理的海量信息是不可避免的,所有提出在网络中设置多个局部中心节点来分担中心节点的计算工作,多个局部中心节点同时进行计算,就能解决中心节点计算量大的问题.则局部中心节点的信誉度模型系统结构如图2所示.

由图2可以看出,多个局部中心节点的设定可以缩短节点间交易信息传输的距离,并且多个局部

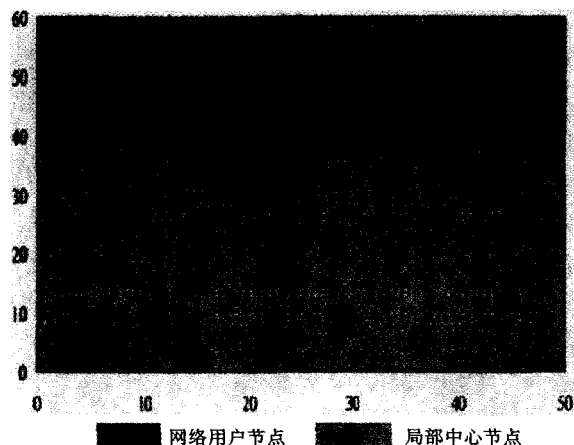


图2 局部信誉度模型系统结构图

中心节点对计算量的分担大大缩短了计算耗时。

局部中心节点的设定不是随意进行选取的,而是根据代价的概念,计算各个节点之间进行交易的系统开销和空间开销,然后根据开销最小的原则选取局部中心节点。

(1) 网络中节点的系统开销计算公式为:

$$\begin{aligned}\bar{S}_j &= \frac{w_1 s_1 + w_2 s_2 + \cdots + w_{n-1} s_{n-1}}{w_1 + w_2 + \cdots + w_{n-1}} \\ &= \frac{\sum_{i=1}^{n-1} w_i s_i}{\sum_{i=1}^{n-1} w_i}\end{aligned}\quad (3)$$

式中, $\bar{S}_j$ 代表第 j 个节点与其周围 $n-1$ 个节点的信息输出所需要的系统开销; s_i 代表节点周围的第 i 个节点; w_i 表示第 i 个节点与此节点进行交易的平均次数。

(2) 网络中节点的空间开销公式为:

$$\begin{aligned}\hat{S}_j &= \sqrt[n-1]{(s_j - s_1)^{w_1} + (s_j - s_2)^{w_2} + \cdots + (s_j - s_{n-1})^{w_{n-1}}} \\ &= \left(\prod_{i=1}^{n-1} (s_j - s_i)^{w_i} \right)^{\frac{1}{n-1}}\end{aligned}\quad (4)$$

式中, $\hat{S}_j$ 是网络中第 j 个节点与周围 $n-1$ 个节点进行交易信息传输的空间开销,其值与系统中节点的空间距离直接相关,且成正比关系。

(3) 依据系统开销和空间开销最小的原则,选取出局部中心节点。局部中心节点的选取公式为:

$$\begin{cases} \bar{S}_j < \lambda \cap \hat{S}_j < \rho & \text{选取为中心节点} \\ \text{否则} & \text{继续判断下一个节点} \end{cases}\quad (5)$$

式中, λ 为节点的系统开销阈值; ρ 为节点的空间开销阈值。最后根据系统开销和空间开销最小的原则选取的局部中心节点集合为 $\{\tilde{s}_1, \tilde{s}_2, \dots, \tilde{s}_m\}$, 其中的 m 为选定的局部中心节点的数目,且必有 $m < n$ 。

3.2 局部信誉度模型的信誉度计算

根据上文计算得到的局部中心节点,对网络中节点之间的交易信息进行评估计算,得到交易节点间的信誉度,为节点间交易是否进行提供依据。节点间的交易信息需要传送的局部中心节点选取公式为:

$$D = \ln[e^{f(i,j)} / (e^{\frac{1}{n+m}} - 0.5)] \quad (6)$$

$$\sum_{i=1}^m (\tilde{s}_i - D) > \sin(\tilde{s}_j - D) \quad (7)$$

式中, D 为节点的隶属度函数, $f(i,j)$ 函数是节点 s_i 与节点 s_j 之间进行交易的信息,通过公式(6)计算出的隶属度,进行公式(7)的运算得到此时节点选取第 j 个局部中心节点 $\tilde{s}_j$ 进行节点交易的信誉度评估。在第 j 个局部中心节点中进行信誉度评估的公式为:

$$T_d(i,j) = \begin{cases} 1, & d = 0 \\ \sum_{l=1}^n \sigma_l \xi_l, & 1 \leq d \leq n \end{cases} \quad (8)$$

$$T_r(i,j) = \sum_{i=1}^m w_r(i,j) T_d(i,j) \quad (9)$$

$$T = (1 - \epsilon) T_d^{n-1}(i,j) + \epsilon T_r^{n-1}(i,j) \quad (10)$$

式中, $T_d(i,j)$ 是网络节点 s_i 和节点 s_j 之间的交易消息可信度函数, $T_r(i,j)$ 是网络节点 s_i 和节点 s_j 之间的交易信息真实性函数,其中的 σ_l 为调节系数,计算公式为:

$$\sigma_l = \frac{\mu_l m_l}{\sum_{l=1}^n \mu_l m_l} \quad (11)$$

其中的 ϵ 为误差函数,计算公式为:

$$\epsilon = 1 - |T_d(i,j) - T_r(i,j)| \quad (12)$$

最终计算得到的此次交易的信誉度为 T ,将局部中心节点计算得到的信誉度值 T 返回传输给节点 s_i 和节点 s_j ,并在两节点内据信誉度值决定此次交易是否进行。

这样就完成了局部信誉度模型的交易信誉度计算,由于选取多个节点作为局部中心节点,并一起工作分担了传统中心节点的计算任务,使得计算量大大降低,这种算法的复杂度为 $O(2n)$ 。可见,通过系统开销最小的原则选取局部中心节点,并将局部节点协同工作,根据节点间的交易信息进行信誉度计算,能够有效解决传统的集中式信誉度模型在计算海量数据时的计算耗时长的问题,保证了信誉度计算的实时性。

4 实验结果及分析

构建一个 P2P 电子商务网络,各节点之间进行多项交易活动,分别运用传统的集中式信誉度模型和文中的局部信誉度模型进行信誉度计算,编程实现并记录实验结果。

实验环境为 Windows XP,编程语言为 Matlab 7.0.

记录两种方法的实验数据,并根据公式 $P = \frac{\log\left(\frac{1}{2^n}\right)}{f(O) \cdot \ln(1+e^n)}$ 计算各自的计算实时性,将数据列表比较如表 1 所示。

表 1 实验数据对比

模型	复杂度	耗时/s	及时性
集中型	$O(2^n + n)$	17	0.67
局部型	$O(2n)$	5	0.98

逐渐增加实验中节点交易的数量,并统计两种信誉度计算方法下交易成功率,绘制交易数量与成功率的折线图,如图 3 所示。

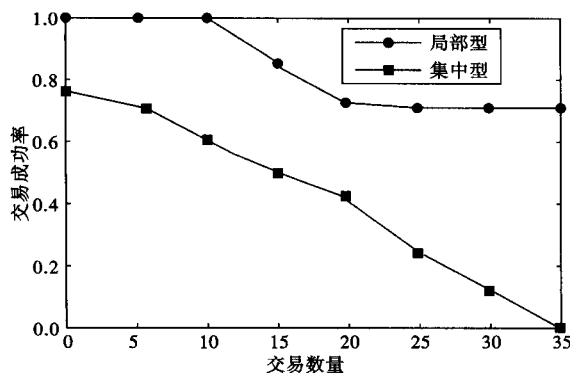


图 3 交易数量与交易成功率关系折线图

由表 1 中的算法复杂度比较可知,局部中心点式的信誉度计算模型通过选取多个中心节点分担交易信息处理量,使得其算法复杂度远小于传统方法的算法复杂度。根据算法复杂度和中心节点数目计算得到两种方法的及时性,可见局部信誉度模型有

效提高了传统方法的实时性。由图 3 的交易量与交易成功率关系的对比折线图可以看出,局部信誉度模型算法大大提高了信誉度计算的实时性,能够及时向交易双方提高计算出的交易信誉度,保证了双方交易的正常进行。可见,局部信誉度模型算法有效克服了传统集中型信誉度计算在处理海量数据时实时性不高的问题,保证了网络的安全,提高了用户的信任。

5 结束语

文中提出一种局部信誉度模型计算 P2P 网络的信誉度。根据网络节点之间的交易记录,计算系统的时间和空间开销,依据系统开销最小的原则从网络节点中选取多个局部中心节点,来替代传统的集中式模型中的单一中心节点,完成系统的信誉度计算,这样就避免了传统的集中式模型中心节点计算量大、耗时长的问题。实验证明,这种方法能够减少信誉度计算的耗时,提高计算的实时性,及时有效地保护网络的安全,具有很高的使用价值。

参考文献:

- [1] Antony Rowstron, Peter Druschel. Pastry: scalable, decentralized object location and routing for large-scale peer-to-peer systems[J]. Lecture Notes in Computer Science, 2001(22): 329-330.
- [2] 袁巍,李津生,洪佩琳. 一种 P2P 网络分布式信任模型及仿真[J]. 系统仿真学报, 2006(18): 938-942.
- [3] He R, Niu JW, Zhang GW. CBTM: A trust model with uncertainty quantification and reasoning for pervasive computing [C] // Proceedings of ISPA2005. Nanjing: IEEE, 2005: 541-552.
- [4] 黄全能,宋佳兴,刘卫东. GRep: 一个改良的对等网络信誉模型[J]. 计算机应用研究, 2006(7): 130-135.
- [5] 魏星. 一种基于推荐的 P2P 网络信任管理模型[J]. 计算机仿真, 2010(12): 102-105.

作者简介:

杜风雷 男,硕士,讲师. 研究方向为计算机技术应用。