

# 基于动态角色属性的 MP2P 信任模型

曹晓梅 胡文捷

(南京邮电大学计算机与软件学院 南京 210003) (江苏无线传感网高技术研究重点实验室 南京 210003)  
(南京邮电大学宽带无线通信与传感网技术教育部重点实验室 南京 210003)

**摘要** 针对移动对等网络中终端稳定性差、动态性高的特点,提出了一种基于动态角色属性的 MP2P 信任模型。该信任模型引入了交易稳定因子和时间经验值,根据不同时刻的节点时间经验值以及贡献值,动态地赋予网络节点不同的角色,并根据角色的重要性决定计算信任值时的权重和资源下载量。仿真证实,该模型能抑制不稳定节点的影响,提高稳定节点的作用,减少“搭便车”行为以及伪善节点的影响,提高交易成功率。

**关键词** 移动对等网,信任模型,动态角色,时间经验

**中图分类号** TP393.08 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2015.8.023

## Dynamic Role Property Based Trust Model for MP2P Networks

CAO Xiao-mei HU Wen-jie

(Department of Computer and Software, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)  
(Jiangsu High Technology Research Key Laboratory for Wireless Sensor Networks, Nanjing 210003, China)  
(Key Lab of Broadband Wireless Communication and Sensor Network Technology of Ministry of Education, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

**Abstract** Aiming at the poor stability and high dynamic characteristics of terminals in MP2P network, we proposed a dynamic role property based trust model for MP2P networks. This trust model introduces a trade stable factor and time experience value, and the model distributes different roles to nodes dynamically based on nodes' time experience value and its contribution in different time. The more important the role is, the more weight it has when calculating trust value. The more important the role is, the larger upper limit will be allowed when downloading resource. Simulation proves that this model can prevent effects from unstable nodes, improve stable nodes functions, reduce effects from "free rides" and hypocritical nodes, and improve trade success rate.

**Keywords** Mobile peer-to-peer networks, Trust model, Dynamic role, Time experience

## 1 引言

随着智能终端的普及和移动环境的不断完善, P2P 技术已经广泛运用到移动网络领域,形成了移动对等网络(Mobile Peer-to-Peer Networks, MP2P 网络)。在传统 P2P 网络中,为了方便网络的管理,许多学者提出了各种信任模型。信任模型有利于节点选择信任度高的节点作为交易对象,保证节点交易的成功率。MP2P 网络中终端具有高动态性、低稳定性、资源有限等特点,使得 MP2P 网络相较于 P2P 网络更加难以管理,已有传统 P2P 的信任模型难以适用于 MP2P 网络。

文献[1]提出了一种适合 MP2P 环境的动态安全信任模型 DSTM\_MP2P,该模型将 MP2P 环境中的节点分为行为已知节点和行为未知节点。对于行为已知的节点,通过构建节点的行为函数对节点类型进行识别;对于行为未知的节点,通过贝叶斯博弈进行资源选择。但是,该模型没有考虑不同稳

定性节点在网络中的地位差异,并且计算量大,并不适合 MP2P 网络中节点资源有限的特点。文献[2]提出了 MP2P 环境中的具有动态反馈机制的信任模型,该模型将节点的信任值分为长期信任值和近期信任值,在资源选择时,选取长期信任值和近期信任值中的较小值参与比较。该模型体现了信任值随时间的动态适应性,但是忽视了伪善节点的恶意行为,也无法抑制“搭便车”现象。文献[3]提出一种多粒度的信任模型 MGT,其在计算信任值时引入了根据节点终端类型决定的相似度,体现了终端类型对 MP2P 网络中节点信任度的影响。但是该模型没有考虑节点评价相似度,相同类型终端的节点评价相似度不一定高,很容易造成终端相似度很高但是评价相似度低的情况,影响信任值的合理性。文献[4]提出一种基于代理的安全反馈信任模型 PSTM,其将不同类型的终端接入不同的服务器以屏蔽终端差异性,并通过服务器之间的备份解决单点失效问题。该模型虽然考虑了终端设备的差异

到稿日期:2014-08-01 返修日期:2014-11-12 本文受国家自然科学基金(61202353),国家重点基础研究发展计划(973)(2011CB302903),江苏高校优势学科建设工程资助项目(yx002001)资助。

曹晓梅(1974-),女,博士,副教授,主要研究领域为计算机通信网与安全, E-mail: villammm@126.com; 胡文捷(1991-),女,硕士,主要研究领域为无线网络安全。

性,却没有考虑设备稳定的差异性。

文献[5]提出了 P2P 环境中多层次的信任模型,即根据直接信任度将 P2P 网络中的节点划分层次,只允许层次高的节点向层次低的节点推荐,并且节点只能在同一层次的节点中查询资源。该模型考虑到了 P2P 环境中节点的差异性,但不允许低层次的节点向高层次节点推荐及资源查询,不适用于资源有限且动态性强的 MP2P 网络,并且分类标准简单不具有动态性,无法辨别出伪善节点。文献[6]提出了针对 P2P 网络中未知节点采取重复博弈的方式进行资源选择,该模型虽然可以解决行为未知节点的资源选择问题,但是忽略了稳定节点在网络中的作用,也无法防止“搭便车”现象。

在不同领域的其他模型中,用户根据其行为或特征被划分成不同的角色,角色不同的用户权限或用户体验不同。比如在论坛、贴吧等网络模型中有小兵、排长、连长等角色,不同角色用户浏览内容的权限不同。在文献[14]提出的代理模型中,通过将角色与权限相关联,提出了基于角色的代理,用户通过获得更高资格的角色而获得更多的权限,不同角色用户责任不同,在代理模型中的责任也不同。在文献[15]提出的自动识别模型中,通过对切词结果进行角色标注,形成了角色序列,再对角色序列进行模式最大匹配,有效地实现了中国人名的识别。这些模型都关注了用户的差异性,根据这些差异性将用户划分成不同的角色,以凸显用户不同的影响力。

本文在分析了已有信任模型的基础上,结合 MP2P 网络的终端稳定差异性特点,提出了基于动态角色属性的 MP2P 信任模型(Dynamic role property based MP2P trust model, DRPTM)。DRPTM 分为动态角色判定模型和信任模型两部分。首先,用户在动态角色判定模型中,在完成额定交易次数的基础上,根据时间经验值和贡献值这两个判定指标,对用户角色进行实时判定,并赋予角色权重。然后在信任模型中进行信任值计算,角色越重要的用户,所占信任权重就越大,不仅如此,在资源下载时,角色越重要的用户由于其时间经验值和贡献值都高于其他用户,允许资源下载量也高于其他用户。实验证明,该模型可以提高稳定节点在网络中的作用,有效地减少“搭便车”行为,抑制伪善节点的影响,提高交易成功率,与其他模型相比更适应于动态性强、终端稳定性差的 MP2P 网络。

## 2 动态角色判定模型

本文提出的 DRPTM 在动态角色判定模型中引入了时间经验值和贡献值,用来衡量节点的稳定性以及贡献度。在角色判定时,根据时间经验值和贡献值,将节点划分为路人、游客、居民 3 种角色。居民角色的节点稳定度最优,对网络贡献度最大,游客角色次之,路人角色的节点稳定度最差,对网络贡献值较小。每次交易完成后,节点向超级节点申请角色判定,节点角色重新更新,体现了 MP2P 网络中节点动态性强的特点。

### 2.1 相关概念

定义 1(交易满意度)

$$e_n(i, j) = \begin{cases} 1, & \text{交易满意} \\ 0, & \text{交易不满意} \end{cases}$$

$e_n(i, j)$ 表示时刻  $n$  时节点  $i$  与节点  $j$  交易结束后,节点  $i$  对本次交易的满意程度,若  $e_n(i, j) = 1$  则表示节点  $i$  对本次交易满意,若  $e_n(i, j) = 0$  则表示节点  $i$  对本次交易不满意。 $e_n(i, j)$ 用来对节点提供的不同服务进行直接评价,体现了服务质量的差异性。

定义 2(交易成功次数,交易失败次数)  $s_n$  为  $n$  时刻节点  $i$  的交易成功总次数, $f_n$  为  $n$  时刻节点  $i$  的交易失败总次数。每次交易结束后,若该交易成功,则  $s_n + 1$ ;若该次交易失败,则  $f_n + 1$ 。

定义 3(交易稳定因子)

$$\alpha_n = \frac{s_n + 1}{\mu \cdot f_n + s_n + 2} \quad (1)$$

交易稳定因子  $\alpha_n$  表示时刻  $n$  时节点  $i$  的稳定程度, $\alpha_n \in (0, 1)$ ,当  $f_n = 0$  时,由于  $s_n + 2 > s_n + 1$ , $\alpha_n < 1$ 。其中  $\mu$  为稳定系数, $\mu \geq 1$ , $\mu$  越大,网络对节点稳定性要求越高。 $\mu \geq 1$  体现了失败交易对节点整体表现的影响大于成功交易对节点表现的影响,失败交易越多,节点稳定性越差, $\alpha_n$  越小,在  $n$  时刻节点  $i$  越不稳定。节点  $i$  的  $s_n$  比例越大,表示节点在过往时间内交易成功的比例越大,节点交易稳定性越高。当节点交易持续成功时,稳定因子持续上升;但是当节点出现一次失败交易时,稳定因子会迅速下降,并且回升较慢。

定义 4(本地信任值)

$$L_n = \frac{\sum_{i=1}^t e_n(i, j)}{t}, t \neq 0 \quad (2)$$

本地信任值根据在  $n$  时刻之前, $t$  次交易中,节点  $i$  所有交易的交易满意度计算平均值,避免了累计交易满意度引发的安全问题。当  $t = 0$  时,表示节点未曾有过任何交易历史,此时  $L_n = 0$ 。

定义 5(时间经验信任值)

$$T_n = \alpha_n \cdot L_n + (1 - \alpha_n) \cdot T_{n-1} \quad (3)$$

$n$  时刻时间经验值根据式(3)不断更新, $T_0 = 0$ 。由于  $\alpha_n$  体现了节点的稳定性, $\alpha_n$  越大,节点稳定性越好,在  $n$  时刻节点的  $L_n$  值越可信, $n-1$  时刻的时间经验值参考价值越小;反之, $\alpha_n$  越小,节点稳定性越差,在  $n$  时刻节点的  $L_n$  值越不可信, $n-1$  时刻的时间经验值参考价值越大。时间经验值显示出信任值对节点稳定性的敏感度,并且因为其不断更新而具有动态性。

定义 6(贡献值)

$$a_n(i, j) = \begin{cases} a, & \text{上传资源} \\ a/N, & \text{下载资源} \end{cases}$$

$a_n(i, j)$ 是  $n$  时刻节点  $i$  交易的贡献值,其中  $N$  为整数且  $N > 1$ 。为了区别节点上传和下载资源这两种不同行为,文献[5]中节点上传资源时贡献值为正,下载资源时贡献值为负。在移动对等网络中,由于资源有限,节点只有在下载一定的资源的前提下才有机会上传资源,因此下载资源时贡献值不宜为负,而定义为比上传资源贡献值小的值。网络中资源较少时的  $N$  值应小于资源较多时的  $N$  值。为简化计算,本文中定义  $N = 2$ 。贡献值可以有效地区分节点服务类型,避免恶意节点的“搭便车”行为。

定义 7(全局贡献值)

$$A_n = \frac{\sum_{n=1}^t a_n(i, j) e_n(i, j)}{\sum_{n=1}^t e_n(i, j)} \quad (4)$$

$A_n$  是  $n$  时刻前节点  $i$  所有贡献值与满意度的综合评价。全局贡献值将节点贡献值与交易满意度结合, 不仅考虑到节点服务类型对网络资源的贡献, 还考虑了交易的满意度, 避免恶意节点通过不断提供无关资源获取高贡献值。当  $\sum_{n=1}^t e_n(i, j) = 0$  时,  $A_n = 0$ 。

## 2.2 角色判定流程

在第  $n$  个时刻, 节点向超级节点申请进行角色判定, 角色判定流程如图 1 所示。

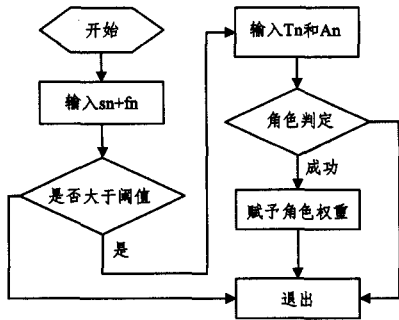


图 1 角色判定流程

Step1 节点向所在网络内的超级节点申请角色判定, 同时将计算出交易总次数  $s_n + f_n$ , 并将其加密传递给超级节点。

Step2 超级节点判断  $s_n + f_n$  是否大于给定阈值  $\theta$ , 若大于阈值  $\theta$ , 则表示节点已经完成规定交易额, 节点时间可靠性较强; 若小于阈值  $\theta$ , 则表示节点在网络中存在时间较短, 超级节点拒绝继续角色判定, 申请节点退出角色判定流程。此时超级节点将申请节点角色默认为路人后赋予角色权重, 在第  $n+1$  个交易时刻后再重新进行角色判定申请。由于该模型具有动态性, 即使恶意节点退出网络后重新加入网络, 其角色也不会发生改变, 对网络影响较小。

Step3 当申请节点的交易总次数大于阈值  $\theta$  时, 超级节点继续对其进行角色判定, 要求其计算出  $T_n, A_n$  后将数据加密传递。

Step4 申请节点将  $T_n, A_n$  传递给超级节点, 超级节点在判断数据完整性后根据判定规则确定申请节点的角色。若申请节点传递的数据不完整, 则超级节点拒绝继续角色判定, 默认其角色为路人后退出判定流程。角色判定旨在根据  $T_n, A_n$ , 将稳定性高、贡献度大的节点赋予重要的角色, 以提升这些节点在网络中的地位, 体现这些节点在网络中的影响力。

根据模糊推理, 该模型判定规则如下: 在第  $n$  个时刻, 当节点  $T_n \leq x_1$  且  $A_n \leq y_1$  时, 节点角色判定为路人; 当节点  $x_1 < T_n \leq x_2$  且  $y_1 < A_n \leq y_2$  时, 节点角色判定为游客; 当节点  $x_2 < T_n$  且  $y_2 < A_n$  时, 节点角色判定为居民。在第  $n+1$  个时刻, 超级节点会根据更新后的  $T_{n+1}, A_{n+1}$  重新判定节点角色, 该模型具有动态性, 可以有效抑制伪善节点的影响。

Step5 当超级节点根据判定规则判定节点角色后, 赋予其角色权重值。超级节点在完成此次角色权重赋予后, 退出判定流程。

## 3 信任模型

### 3.1 直接信任度算法

定义 8(角色权重)  $C_n$  表示在时刻  $n$  时, 节点  $i$  的角色被赋予的角色权重, 其中  $1 < c_1 < c_2$ 。

$$C_n = \begin{cases} 1, & \text{路人} \\ c_1, & \text{游客} \\ c_2, & \text{居民} \end{cases}$$

将路人角色的节点权重规定为 1, 游客角色的节点权重规定为  $c_1$ , 居民角色的节点权重为  $c_2$  ( $c_2 > c_1$ ), 则  $c_1, c_2$  也分别表示游客角色与路人角色的权重比、居民角色和路人角色的权重比。 $c_1, c_2$  越大, 相较于路人角色, 游客角色和居民角色在网络中影响力就越大;  $c_2/c_1$  越大, 相较于游客角色, 居民角色在网络中的影响力就越大。当网络中节点数目较少时,  $c_1, c_2, c_2/c_1$  应较小, 以防止角色重要节点信任值不合理而影响资源选择。为简化计算, 本文中  $c_1 = 2, c_2 = 3$ 。

定义 9(直接信任值)  $TD_{ij}$  用来表示节点  $i$  根据自身与节点  $j$  直接交易的交互经验所得出的信任值。

$$TD_{ij} = \frac{\sum_{n=1}^t e_n(i, j) \cdot C_n}{\sum_{n=1}^t C_n} \quad (5)$$

由于 MP2P 网络中的节点具有动态性强的特点, 因此网络中相同节点在不同时刻的影响力也不同。节点在担任越重要的角色时的评价, 在直接信任度中所占权重越大, 该算法使直接信任度也具有动态性, 能够提高节点在担任重要角色时的评价在直接信任值中的地位。

### 3.2 推荐信任度算法

定义 10(相似度)  $\sigma_{ij}$  表示节点  $i$  与节点  $j$  之间的相似度,  $0 \leq \sigma_{ij} \leq 1$ 。

$$\sigma_{ij} = 1 - \frac{\sum_{k \in \varphi(k)} |e_n(i, k) - e_n(k, j)|}{K} \quad (6)$$

MP2P 网络中, 看法一致的两节点由于评价相似度更高, 其推荐信息更值得信赖。在本模型中, 用式(6)来刻画节点间的相似度。 $k$  为参与相似度计算的两节点  $i, j$  的共同直接交易节点,  $\varphi(k)$  为共同交易点的集合,  $K$  为集合内的元素个数,  $K \neq 0$ 。

定义 11(推荐成功次数)  $h_{ij}$  用来表示节点  $j$  向节点  $i$  的成功推荐次数,  $d_{ij}$  用来表示节点  $j$  向节点  $i$  的失败推荐次数, 每次交易完成后进行  $h_{ij}$  和  $d_{ij}$  的更新。

定义 12(推荐稳定因子)  $\beta_{ij}$  用来表示节点  $j$  对节点  $i$  的推荐稳定度。

$$\beta_{ij} = \frac{h_{ij} + 1}{d_{ij} + h_{ij} + 2} \quad (7)$$

节点  $j$  对节点  $i$  的成功推荐次数越高,  $\beta_{ij}$  越大, 节点  $j$  对节点  $i$  的推荐越稳定,  $0 < \beta_{ij} < 1$ 。

定义 13(推荐可信因子)  $r_{ij}$  用来表示节点  $j$  对节点  $i$  的推荐可信度,  $0 < r_{ij} < 1$ 。

$$r_{ij} = \rho \cdot \beta_{ij} + (1 - \rho) \cdot \sigma_{ij} \quad (8)$$

其中,  $0 < \rho < 1$ 。推荐可信因子表示, 节点  $j$  对节点  $i$  的推荐可信度不仅与两节点的相似度有关, 还与节点  $j$  本身的稳定性有关。 $\rho$  越大, 表示对推荐节点的推荐稳定度越重视;  $\rho$  越

小,表示对推荐节点  $j$  和节点  $i$  的相似度要求越高。

**定义 14(推荐信任值)**  $TR_{ij}$  用来表示节点  $i$  根据与节点  $i$  和  $j$  有共同交易记录的节点的推荐,得出的节点  $i$  对节点  $j$  的信任值。

$$TR_{ij} = \frac{\sum_{l \in \phi(l)} r_{il} \cdot C_n^l \cdot TD_{lj}}{\sum_{l \in \phi(l)} r_{il} \cdot C_n^l} \quad (9)$$

$L$  为与节点  $j$  有过直接交易的所有节点( $i \neq l$ ),  $\phi(l)$  为节点  $l$  的集合,若  $\phi(l)$  为空集,则  $TR_{ij} = 0$ 。在计算  $TR_{ij}$  时,集合  $\phi(l)$  中,  $C_n^l$  越大的节点  $l$  在推荐信任值中所占比例越大。交易结束后,在新一轮的角色判定中,角色权重值  $C_n$  更新,只有节点保持自身的角色权重不变,才能保证自身在网络中的影响力。

### 3.3 全局信任度算法

$GT_{ij}$  用来表示节点  $i$  根据与节点  $i$  和  $j$  有共同交易记录的节点的推荐,得出的节点  $i$  对节点  $j$  的信任值。

$$GT_{ij} = \omega_1 \cdot TD_{ij} + \omega_2 \cdot TR_{ij} \quad (10)$$

在根据式(5)和式(9)计算出  $TD_{ij}$  和  $TR_{ij}$  后,节点  $i$  根据式(10)计算出其对节点  $j$  的全局信任度,其中  $\omega_1 + \omega_2 = 1$ 。若网络比较看重节点自身对节点信任值,则可以使  $\omega_1 > \omega_2$ ,反之则可以使  $\omega_1 < \omega_2$ 。

### 3.4 资源选择策略

标识  $i \rightarrow *$  表示节点  $i$  向网络内的节点广播消息,  $i \rightarrow Z$  表示节点  $i$  向集合  $Z$  内的点发送消息,  $i \rightarrow j$  表示节点  $i$  直接向节点  $j$  发送消息,  $[M]_s$  表示用秘钥  $S$  对消息  $M$  的加密,  $n$  表示当前时间戳,  $q, b, c$  分别表示资源查询标识、推荐查询标识、身份查询标识,  $qr, br, cr$  分别为对应的回复标识,  $Rq$  是查询的资源类型,  $Rp$  是回复的资源类型,  $resource$  表示资源大小,  $ID_i$  表示节点  $i$  的身份标识。资源选择流程如图 2 所示。

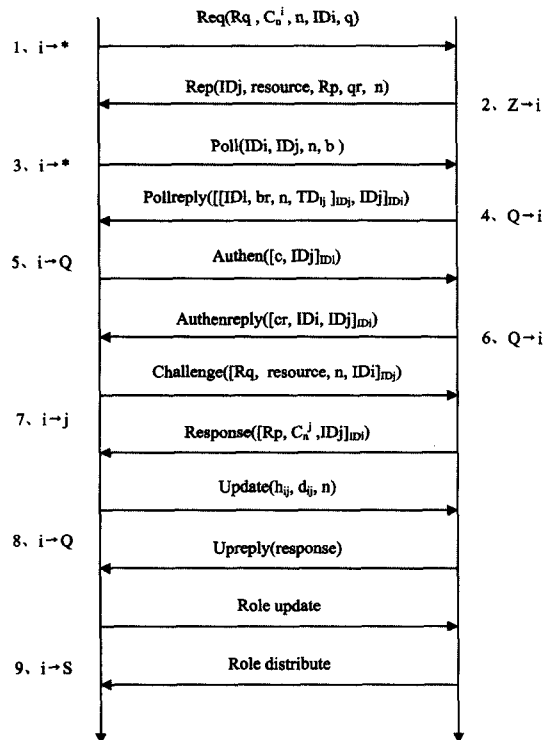


图 2 资源选择流程

Step1 交易时,节点  $i$  将自身此时的  $C_n^i$  以及  $Rq, q, n$ ,

$ID_i$  广播发送给所有节点。收到节点先根据  $Rq$  查询自己是否有相同类型的资源,节点  $j$  将自身相同类型资源与节点  $i$  的允许下载量做比对,若在允许下载量的允许范围之内,则对节点  $i$  的下载请求进行回复。

Step2  $Z$  为所有回复资源查询请求的节点  $j$  的集合。 $Z$  集合内的节点将自身相符的  $Rp, resource, ID_j, qr$  以及  $n$  回复给发出资源查询请求的节点  $i$ 。

Step3 节点  $i$  在获得  $Z$  内所有节点的资源查询请求回复之后,根据  $Rp$  以及  $resource$ ,结合节点自身的设备情况,选取资源备选节点  $j$ ,并向网络广播推荐查询信息,获取节点  $j$  的推荐信任值。

Step4 与推荐目标节点  $j$  有过交易的中间节点  $l$  组成了集合  $Q$ 。节点  $l$  将自身  $ID_l, TD_{lj}, br$  以及  $n$  用推荐目标节点的  $ID_j$  加密后,再和  $ID_j$  一起用  $ID_i$  加密。

Step5 节点  $i$  收到  $Q$  内节点的回复消息后,解密,若无法解密,说明此消息不是发送给自身或不是针对节点  $j$  的。解密成功后,获得推荐目标节点  $j$  与中间节点  $l$  的  $TD_{lj}$  等信息。随后,节点  $i$  向中间节点  $l$  发出身份验证消息,用节点  $l$  的  $ID_l$  加密  $ID_j$  与  $c$ 。

Step6 中间节点在收到身份验证消息后用节点  $i$  的  $ID_i$  加密  $ID_i, ID_j$  以及  $cr$ ,以证明自己是节点  $i$  与节点  $j$  交易的中间推荐节点  $l$ 。节点  $l$  的身份证实后,节点  $i$  与节点  $l$  进行通信,计算节点  $l$  对节点  $j$  的推荐信任值。

Step7 节点  $i$  计算节点提供的全局信任值,并选出信任值最高的节点作为交易对象。若存在两节点全局信任值相同,节点  $i$  通过发送挑战消息得到两点的角色权重值,节点  $i$  选择角色较重要的节点进行交易。

Step8 交易完成后,节点  $i$  根据中间节点  $l$  发送的更新消息,更新其  $h_{ij}$  或者  $d_{ij}$  值。

Step9 节点  $i$  向超级节点发送角色判定申请,根据  $T_{n+1}$  和  $A_{n+1}$  重新进行角色判定。

## 4 仿真

### 4.1 仿真环境及参数

本文采用 PeerSim 1.0.5 仿真软件搭建仿真环境,仿真实验设置的场景是文件共享应用,仿真实验参数如表 1 所列,硬件环境为 2.0GHz 双核处理器和 2G 内存。

表 1 仿真参数

参数	描述	默认值
N	网络节点数	512
NRq	网络资源类型总数	4096
Rq	每个节点资源类型数目	8
$\mu$	式(1)中的稳定系数	2
$\rho$	式(8)中的权重因子	0.5
$\omega_1$	式(10)中的权重因子	0.4
$\omega_2$	式(10)中的权重因子	0.6
$\theta$	进行角色判断的阈值	20

假设  $a=10$ ,资源大小在  $[0, 2048]$  之间随机分布,则角色判定标准如下。

路人:  $T_n \leq 0.6$  且  $A_n \leq 500$  时,允许下载量为 256M;

游客:  $0.6 < T_n \leq 0.8$  且  $500 < A_n \leq 1000$  时,允许下载量为 512M;

居民:  $0.8 < T_n$  且  $1000 < A_n$ , 允许下载量为 2048M。

## 4.2 仿真结果

本文先通过对时间信任值和角色分布情况进行仿真评估, 验证模型动态性; 再通过本文的 DRPTM 与文献[2]中的动态反馈模型以及文献[3]中的 MGT 进行对比仿真评估, 验证模型的有效性。

### 1. 时间信任值动态评估

图 3 表现了节点的时间信任值随交易次数的变化: 节点 1 为伪善节点, 从合作到不合作; 节点 2 为不稳定节点, 从不合作到合作; 节点 3 为稳定节点, 一直合作。

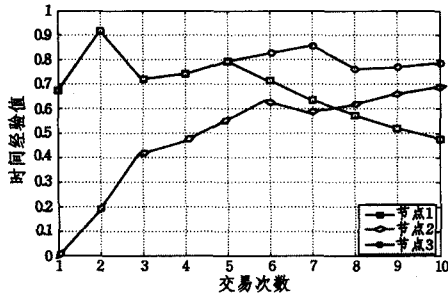


图 3 时间信任值随时间变化的情况

由图 3 可以看出, 在前 10 次的交易中, 节点 1 从第 5 次开始, 时间信任值持续下降; 节点 2 一开始未能合作, 其时间经验值起点较低, 但缓慢上升; 节点 3 由于一直合作, 时间经验值虽有波动, 但是一直较高。10 次交易后, 节点 1 的时间经验值约为 0.5, 角色为路人; 节点 2 的时间经验值约为 0.7, 角色为游客; 节点 3 的时间经验值约为 0.8, 角色为居民。该仿真说明, 时间经验值具有较好的动态性, 可以合理地反映节点稳定情况, 因此可以作为角色判定的指标之一。

### 2. 角色分布情况

图 4 为不稳定节点占节点总数 25% 时, 在交易 1000 次后稳定节点和不稳定节点的角色分布情况。

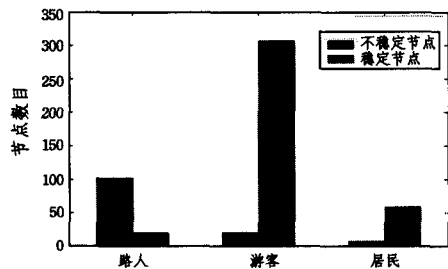


图 4 角色分布情况

从图 4 可以看出, 在经过一定交易时间后, 角色判定可以有效地区分稳定节点和不稳定节点。不稳定节点的角色主要分布在路人角色上, 少部分分布在游客角色上, 极少部分节点分布在居民角色上, 而由于角色判定模型具有动态性, 处于游客和居民角色上的不稳定节点很有可能在之后的判定中被判定为较低角色; 而稳定节点大部分分布在游客角色上, 部分分布在居民角色上, 极少部分分布在路人角色上。

### 3. “搭便车”节点攻击

当网络中“搭便车”节点比例范围为 0%~50% 时, 图 5 表示了本文的 DRPTM、文献[2]中动态反馈模型以及文献[3]中 MGT 的交易成功率。

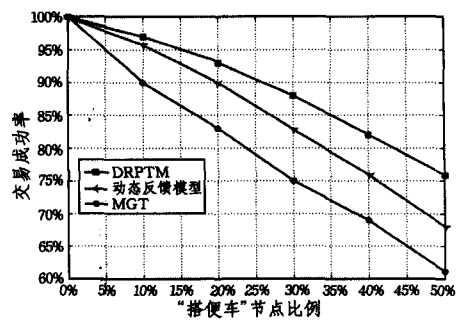


图 5 “搭便车”节点对交易的影响

在动态反馈模型<sup>[2]</sup>中, 当“搭便车”节点比例较小时, 模型可以通过动态适应的较小信任值区分搭便车节点; 但当“搭便车”节点比例较大时, 由于模型没有考虑“搭便车”节点对信任值的影响, 交易成功率迅速下降, “搭便车”节点比例为 50% 时, 交易成功率不到 70%。在 MGT<sup>[3]</sup>模型中, 由于未考虑“搭便车”节点的影响, 信任值也不具有动态性, 当出现“搭便车”节点时, 交易成功率迅速下降, “搭便车”节点比例为 50% 时, 交易成功率仅为 60% 左右。

在本文的 DRPTM 中, 由于在角色判定时引入了全局贡献值, “搭便车”的节点一般无法获得较重要的角色, 也无法获得较大的允许下载量, 从而在网络中的地位较低, 对交易成功率影响较小, 在“搭便车”节点比例为 50% 时, 仍能保持 75% 左右的交易成功率。

### 4. 不稳定节点影响

当不稳定节点比例范围为 0%~50% 时, 图 6 示出了本文的 DRPTM、文献[2]中动态反馈模型以及文献[3]中 MGT 的交易成功率。

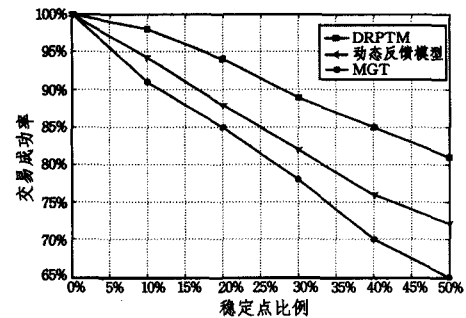


图 6 不稳定节点对交易的影响

在动态反馈模型<sup>[2]</sup>中, 由于模型忽略了稳定节点的作用, 当不稳定节点比例为 50% 时, 交易成功率不到 75%。在 MGT<sup>[3]</sup>模型中, 由于只考虑了设备差异性, 未考虑稳定差异性, 当不稳定节点比例为 50% 时, 交易成功率仅为 65% 左右。

在本文的 DRPTM 中, 由于不稳定节点的时间经验信任值具有动态性, 不稳定节点无法获得较大的角色权重, 在网络中地位较低, 对信任值影响较小。稳定节点因在网络中地位较高, 可以提高资源选择的可靠性, 提高交易成功率, 当不稳定节点比例为 50% 时, 本模型仍能保持 80% 左右的交易成功率。

**结束语** 本文在分析已有模型的基础上, 提出了基于动态角色属性的 MP2P 信任模型。该模型根据时间经验值和全局贡献度, 将网络中的节点动态地赋予不同角色, 以体现不

稳定节点以及“搭便车”节点与其他节点在网络中地位的差异性。角色越重要的节点在计算信任值时影响越大,角色越重要的节点允许下载量就越大。仿真表明,该模型可以有效地区分网络中的稳定节点和不稳定节点,有效地延长稳定节点在网络中的地位,同时减少“搭便车”节点以及伪善节点的不良影响,提高交易成功率。由于MP2P网络多是混合P2P的拓扑结构,且存在物理拓扑结构和逻辑拓扑不符、拓扑结构多变的问题,后续的主要研究方向是MP2P的安全拓扑结构。

## 参 考 文 献

- [1] 李致远,王汝传.一种移动P2P网络环境下的动态安全信任模型[J].电子学报,2012,40(1):1-7  
Li Zhi-yuan, Wang Ru-chuan. A Dynamic Secure Trust Model for Mobile P2P Networks [J]. Chinese Journal of Electronics, 2012,40(1):1-7
- [2] 陈世平,王佳炳,裘慧奇.一种移动环境中的P2P网络信任模型[J].计算机应用,2009,29(10):2603-2606  
Chen Shi-ping, Wang Jia-bing, Qiu Hui-qi. Trust Model for mobile P2P network [J]. Journal of Computer Application, 2009, 29(10):2603-2606
- [3] 任艳,任平安,吴振强,等.移动P2P网络中的多粒度信任模型[J].计算机工程与应用,2009,45(6):137-140  
Ren Yan, Ren Ping-an, Wu Zhen-qiang, et al. Multiple granularity trust model in mobile P2P network [J]. Computer Engineering and Applications, 2009, 45(6):137-140
- [4] 曹晓梅,朱海涛,沈何阳,等.MP2P网下一种基于代理的安全反馈信任模型[J].计算机科学,2014,41(7):200-205  
Cao Xiao-mei, Zhu Hai-tao, Shen He-yang, et al. Proxy-based Security-Feedback Trust Model in MP2P Network [J]. Computer Science, 2014, 41(7):200-205
- [5] Zuo Cui-hua, Zhou Jian-fang, Feng Hong-cai. A Novel Multi-level Trust Model to Improve the Security of P2P Networks[C]//2010 3rd IEEE International Conference Computer Science and Information Technology (ICCSIT). Chengdu, IEEE, 2010: 100-104
- [6] Gao Ji-xun, Guo Yun-hong. Research on P2P Repeated Game Trust Model Based on Unknown Node Type[C]//2012 Interna-

tional Conference on Computer Science & Service System (CSSS). Nanjing: IEEE, 2012: 655-658

- [7] Hu Jian-lin, Wu Quan-yuan, Zhou Bin. FCTrust: A Robust and Efficient Feedback Credibility-Based Distributed P2P Trust Model[C]//The 9<sup>th</sup> International Conference for Young Computer Scientists(ICYC 2008). Hunan: IEEE, 2008:1963-1968
- [8] Li Zhi-yuan, Bi Jun-lei. An Adaptive Trusted Tequest and Authorization Model for Mobile Peer-to-Peer Networks[C]//2013 IEEE 10th International Conference. Zhang Jiajie: IEEE, 2013: 1274-1280
- [9] Wang Jun-she, Li Xiao-long, Zhang Xun. Research of P2P Network Trust Model [C]//2013 Fifth International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics. Hangzhou: IEEE, 2013: 70-73
- [10] Li Xiong, Liu Ling. PeerTrust: Supporting Reputation-based Trust for Peer-to-Peer Electronic Communities[J]. IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 2004, 16(7): 843-857
- [11] Yang Li, Zhang Yu-se, Xing Chang-you, et al. A Node Interest Similarity based P2P Trust Model[C]//ICCT. Nanjing: IEEE, 2010:572-575
- [12] Xi Jing, Nie Peng-peng, Lu Jian-de. A P2P Trust Model Based on Dynamic Fuzzy Theory—BGTR [C] // 2008 International Symposium on Information Processing (ISIP). Moscow: IEEE, 2008:187-191
- [13] Hu Jian-lin, Li Xiao-hua, Zhou Bin, et al. SECtrust: A Secure and Effective Distributed P2P Trust Model[C]//2010 Third International Symposium on Intelligent Information Technology and Security Informatics(IITSI). Jinggangshan: IEEE, 2010:34-38
- [14] 安晓江,李大兴.基于角色的代理模型的实现[J].计算机工程,2004,30(10):62-64  
An Xiao-jiang, Li Da-xing. Realization of Role-based Dlegation Model [J]. Computer Engineering, 2004, 30(10): 62-64
- [15] 张华平,刘群.基于角色标注的中国人名自动识别研究[J].计算机学报,2004,27(1):85-91  
Zhang Hua-ping, Liu Qun. Automatic Recognition of Chinese Personal Name Based on Role Tagging [J]. Chinese Journal of Computers, 2004, 27(1): 85-91

(上接第77页)

- [7] Chou K C, Shen H B. Review: recent advances in developing Web-servers for predicting protein attributes[J]. Natural Science, 2009,1(2):63-92
- [8] Zouhal L M, Denoeux T. An evidence-theoretic KNN rule with parameter optimization[J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1998, 28(2): 263-271
- [9] Xuan Xiao, Jian-Liang Min, Pu Wang, et al. iGPCR-Drug: A Web Server for Predicting Interaction between GPCRs and Drugs in Cellular Networking [J]. PLoS ONE, 2013, 8(8): e72234
- [10] O'Boyle N M, Banck M, James C A, et al. Open Babel: An open chemical toolbox[J]. J Cheminform, 2011, 3(33)

- [11] Schaffer A A. Improving the accuracy of PSI-BLAST protein database searches with composition-based statistics and other refinements[J]. Nucleic Acids Res, 2011, 29(14): 2994-3005
- [12] Liu T, et al. Accurate prediction of protein structural class using auto covariance transformation of PSI-BLAST profiles[J]. Amino Acids, 2012, 42(6): 2243-2249
- [13] Denoeux T. A k-nearest neighbor classification rule based on Dempster-Shafer theory[J]. IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics, 1995, 25(5): 804-813
- [14] He Z, Zhang J, Shi XH, et al. Predicting drug-target interaction networks based on functional groups and biological features[J]. PLoS ONE, 2010, 5(3): e9603