

去随意推荐的信任评估模型

周国强¹ 刘洪舫¹ 王子元^{1,2}

(南京邮电大学计算机学院 南京 210003)¹

(桂林电子科技大学广西可信软件重点实验室 桂林 541004)²

摘 要 针对网络中实体的随意推荐的问题,提出了一种去随意推荐的信任评估模型。以往的模型往往通过对随意推荐设置权重而采信,本质上来说,随意推荐与被推荐者行为无关,对它们进行权重采信缺乏依据,最终会导致对被推荐者的评价结果失真。针对随意推荐会影响正确评价其他实体的问题,首先通过交易历史计算实体的推荐信任度,然后根据系统对随意推荐者的评价呈离散型的特点,识别并过滤那些得不到聚集评价的推荐实体。设置了一定比例的随意推荐实体的实验,结果表明由于识别过滤了随意推荐者,所提方法与传统方法相比具有较高的交易成功率。

关键词 随意推荐,信任,信任评估,模型

中图分类号 TP393 **文献标识码** A **DOI** 10.11896/j.issn.1002-137X.2016.4.031

Trust Evaluation Model with Eliminating Random Recommendation

ZHOU Guo-qiang¹ LIU Hong-fang¹ WANG Zi-yuan^{1,2}

(College of Computer Science, Nanjing University of Posts and Telecommunication, Nanjing 210003, China)¹

(Guangxi Key Lab of Trusted Software, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)²

Abstract To deal with the problem that there are random recommendations in network entities, we proposed a trust evaluation model that can remove random recommendations. Former models always adopt random recommendations by setting weights to them. In essence, however, random recommendations have nothing to do with the action of the recommended. Adopting them by setting weights is baseless and may finally lead to distortions. In order to deal with the problem that random recommendations may affect correct evaluation of other entities, first of all, this paper integrated users' transaction histories to calculate their recommendation credibility. Next, according to the evaluation of dispersed characteristics that system made to random recommendation users, those that cannot gain evaluation of accumulation will be recognized and filtered out. Certain proportions of random recommendations experiments were set. The results show that, because random recommendations have been recognized and filtered out, the methods in this paper is proved to have higher success rate when comparing with traditional ones.

Keywords Random recommendation, Trust, Trust evaluation, Model

1 引言

网络用户面临大量候选实体时,存在选择困境。而推荐信任模型^[1-10]的评价结果能反映实体的可信特征,可作为选择的依据。随意推荐实体是网络中普遍存在的一种典型实体,切断了推荐与真实的关系,从而动摇了推荐信任模型的基础,导致实体选择的随意性,最终反映为交易结果的不可预知性。

然而,现有信任模型对随意推荐没有给予足够的关注。早先的信任模型不考虑不可信实体,信任度^[11]由实体的交易历史决定,将信任度作为推荐证据的权重;随着时间的推移,典型的推荐信任模型^[12]对恶意推荐证据进行过滤,但不过滤随意推荐证据;而以 RSTrust^[13]模型为代表的角色分离的信任模型对恶意推荐实体进行隔离,但对随意推荐实体不进行惩罚。

为了消除随意推荐给推荐信任模型带来的安全隐患,提出了一种去随意推荐的信任模型(Eliminate the Random Recommendation, ERRTrust)。在该模型中,推荐实体分为行为确定实体和随意实体,只采纳推荐行为确定实体的推荐,拒绝随意推荐实体的推荐;推荐行为是否确定由推荐信任度刻画,其值取决于它的推荐历史。用户只接受推荐行为确定实体的推荐,能减小恶意实体被选中的概率。通过与典型的信任模型进行对比分析,表明 ERRTrust 比其他模型有更强的抗随意推荐的能力。

2 相关研究

现有的信任模型处理推荐有 3 种方式:默认可信、权重采信、过滤恶意推荐。

(1)推荐默认可信。典型代表有 eBay、Amazon 和 Taobao,将所有评价的加和平均作为实体的信誉值。NICE^[14]、

XREP^[15]认为实体间推荐默认可信,综合推荐者意见得到被评实体的信任值。

(2)过滤恶意推荐。分为恶意推荐证据过滤和实体过滤。Douwen模型将不同时间段内过于夸张或者诋毁的推荐视为恶意推荐;文献[16]通过分析某证据与其他证据间的一致性程度确定不可信推荐;文献[17]用行程编码压缩被推荐实体的行为轨迹作为推荐证据进行排序,将推荐力度最强和最弱的和一个时间周期内推荐频度过高的推荐视为恶意推荐;PRMGST^[18]将客户对关键属性的评分与核心集中所有核心对关键属性的评分进行比较,如果偏离超出了一定范围,则可认为该评分无效;如果无效评分超过限制的次数,则认为该客户为恶意客户而将其剔除。文献[19]结合服务资源在服务过程达到的服务能力来评估服务实体的可信性,并未考虑反馈的随意性问题,RSTrust根据实体的推荐历史将恶意推荐实体进行过滤。

(3)权重采信推荐意见。根据实体间的交易结果建立概率模型来估测实体的可信度^[20],EigenTrust、PowerTrust^[21]模型认为信任度越高的实体其推荐可信度也越高,信任度即为推荐权重。文献[22,23]根据两实体对相同服务实体评价的相似性来计算实体间的信任度,认为两个节点评价越相似、交易越频繁,则推荐越可信,相似度为推荐权重。另外引入时间衰减因子,用于对服务评价信息和反馈信息进行修正^[24]。

然而,一般情况下,实体的信任度是综合推荐者的意见而得到的,如果这些意见大部分都是随意给出的,那么实体信任度值也就具备随意性特点,而一个随意性数据不应该作为度量实体可信性的标准。

3 去随意推荐的信任模型(ERRTrust)

当实体间进行交易后,双方进行评价;多次交易后,互相可以形成稳定的认识,这些认识可以作为实体间的局部信任度;第三方根据自己的交易情况对推荐者的推荐进行评估,获得推荐者的局部推荐信任度,综合局部信任度可以得到被评实体的全局推荐信任度。根据全局推荐信任度对推荐随意实体进行隔离。这就是ERRTrust模型的基本思想。

3.1 随意推荐识别

3.1.1 局部推荐信任度

(1)局部信任度(Local Trust Degree, Lt)

实体间每次交易用交易满意度来刻画,多次交易后得到的他们之间的局部信任度可作为推荐证据向第三方推荐。

定义1(交易满意度) 两实体*i, j*完成一次交易后,服务申请者对提供者的评价为交易满意度,可记为*Tsd_{ij}*。

$$Tsd_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{totally satisfactory} \\ -1, & \text{totally unsatisfactory} \\ \alpha \in (-1, 1), & \text{else} \end{cases} \quad (1)$$

实体*i*根据*j*的服务情况对其进行评价,1表示完全满意,-1表示完全不满意, α 介于满意与不满意之间。

定义2(局部信任度) 实体*i*总结与*j*的交易满意度历史形成对*j*的局部信任度,可作为推荐证据,记*Lt_{ij}*。

$$Lt_{ij} = \begin{cases} \frac{\sum_{k=1}^m (1 + Tsd_{ij})}{m} \times \beta^{\frac{1}{m}}, & m \neq 0 \\ 0, & m = 0 \end{cases} \quad (2)$$

其中,*m*表示*i*与*j*交易的总次数, $\beta \in [0, 1]$ 为熟悉因子。为了计算方便,将交易满意度 $[-1, 1]$ 向 $[0, 2]$ 投影。

当*m*=0时,实体*i, j*之间没有交易历史,互不熟悉,从而不进行推荐,故将*Lt_{ij}*记为0。实体间的熟悉程度受他们之间的交易次数的影响,熟悉因子 β 根据*i, j*之间的交易次数修正推荐证据。

(2)局部推荐信任度(Local Recommendations Trust Degree, Lrd)

定义3(推荐满意度) 一实体对另一实体推荐行为的满意程度,通过融合历史经验而得到。

当实体*i*和*k*均使用过实体*j*服务时,可以将信任度*Lt_{ij}*看成*i*推荐*j*的证据,*k*根据交易情况对*i*的推荐进行评价,结果为推荐满意度*Rsd_{kⁱ→j}*。

$$Rsd_{k^i \rightarrow j} = \frac{Lt_{ij}}{Lt_{kj}} \quad (3)$$

定义4(局部推荐信任度) 当存在*i*向*k*多次推荐且推荐多个实体时,*k*综合这些推荐的满意度,就可得*k*对*i*的局部推荐信任度*Lrd_{ki}*。

$$Lrd_{ki} = \begin{cases} \frac{\sum_{j \in JSet(i, k)} Rsd_{k^i \rightarrow j}}{|JSet(i, k)|}, & JSet(i, k) \neq \emptyset \\ 0, & \text{else} \end{cases} \quad (4)$$

实体*i*向*k*推荐实体个数的集合为*JSet(i, k)*, $|JSet(i, k)|$ 为集合的势,当*JSet(i, k)*为空时,说明*i*没有向*k*推荐的历史,所以将*Lrd_{ki}*定义为0。

3.1.2 全局推荐信任度

定义5(全局推荐信任度) 指实体被一个实体群所广泛认可的程度,通过综合推荐行为确定实体的意见而得到,全局推荐信任度作为权重。实体*i*的全局推荐信任度*Grd_i*计算模型为:

$$Grd_i = \frac{\sum_{p \in P \wedge (A \vee B)} (Grd_p \times Lrd_{pi})}{\sum_{p \in P \wedge (A \vee B)} (Grd_p)} \quad (5)$$

其中, $P \wedge (A \vee B)$ 为接受过*i*推荐且推荐行为确定的实体集合,*Lrd_{pi}*为*p*对*i*的局部推荐信任度,*Grd_p*为*p*的全局推荐信任度。设全局推荐信任度向量*Grd*=[*Grd₁*, *Grd₂*, ..., *Grd_n*]^T,则称式(6)的矩阵形式

$$Grd = GrdT \times R \quad (6)$$

为网络*N*关于推荐信任关系矩阵*R*的信任方程。其中,*R*定义为本地推荐信任度矩阵,矩阵元素为 $R_{ij} = \frac{Lrd_{ij}}{\sum_{p \in P \wedge (A \vee C)} (Grd_p)}$ 。

计算实体全局推荐信任度是个迭代过程,可以对*Grd*=[*Grd₁*, *Grd₂*, ..., *Grd_n*]赋初始值,比如0.5,一个时间段后,实体间完成了一定量的交易,局部间有个初步了解,就可以启动式(6)计算实体的全局推荐信任度。随时根据时间段进行迭代,在每个时间段,均通过下文介绍的随意推荐识别方法对随意推荐实体进行识别过滤,只接受推荐行为确定实体的推荐。

3.1.3 随意推荐实体的识别

在网络中,随意推荐实体随意推荐,有时属实,有时不属实,表现在全局推荐信任度中值不会过大或者过小。因此,在实体全局信任度集合中,本文将聚集在两端的实体识别出来,剩下的就为随意推荐实体。

首先计算两两实体间的全局推荐信任度的差,然后计算

所有实体全局推荐信任度的平均差,记为 β 。

假设实体的全局推荐信任度为 $Grd=[Grd_1, Grd_2, \dots, Grd_n]$,那么 β 可由下式求得:

$$\beta = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n |Grd_i - Grd_j|}{n(n-1)/2} \quad (7)$$

对于推荐实体的 $Grd=[Grd_1, Grd_2, \dots, Grd_n]$,最大值和最小值分别记为两端实体,分别是推荐实体集中最可信和最不可信推荐实体,如果两端实体的 Grd 值之差小于0.5,可认为没有恶意推荐实体。本文将与两端实体的全局信任度差小于一定阈值的实体分别看成善意推荐和恶意推荐实体,可将全局推荐信任度的平均差设为阈值。

分别将两端实体记为: $\text{Max}(Grd)$ 和 $\text{Min}(Grd)$,那么可分别将善意和恶意推荐实体定义如下:

$$\begin{aligned} A &= \{i | |Grd_i - \text{Max}(Grd)| \leq \beta, i \in \text{Net}\} \\ B &= \{i | |Grd_i - \text{Min}(Grd)| \leq \beta, i \in \text{Net}\} \end{aligned} \quad (8)$$

其中, A 、 B 分别表示善意和恶意推荐实体的集合, Net 为网络所有实体的集合, β 为阈值。

3.2 全局信任度(Global Trust Degree, Gtd)

定义6(全局信任度) 从全网的角度对实体交易行为或推荐行为的评价,反映了实体被一个实体群所广泛认同的交易可信程度,具有全局特征。综合全体 m 对 i 的评价,实体 i 的全局信任度 Gtd_i 为:

$$Gtd_i = \frac{\sum_{m \in P \wedge (A \vee B) \vee m \neq i} (Lt_{mi} \times Grd_m)}{\sum_{m \in P \wedge (A \vee B) \vee m \neq i} (Grd_m)} \quad (9)$$

其中, P 为与 i 有直接交易历史的实体集合, $P \wedge (A \vee B)$ 为与实体 i 有直接交易历史的且推荐行为确定的实体集合, A 和 B 分别为善意推荐实体和恶意推荐实体的集合; Lt_{mi} 为 m 关于 i 的推荐证据; Grd_m 为 m 的全局推荐信任度,为推荐证据的权重。

4 仿真和分析

仿真的目的主要是考察ERRTrust的效果,即去推荐随意实体的能力。申请实体以本文提出的方法计算得到的实体全局信任度作为选择的依据,成功率越高说明效果越好。仿真实验的背景为P2P网络的文件下载服务,当实体发起请求后,从信任度高的响应实体中选择一个进行文件下载,直到下载了有效文件或者失败,一个查询周期结束,并进行数据收集。

为了仿真的方便,根据角色对这些实体进行划分。根据场景设计了以下几类逻辑实体,即:

- (1) 恶意下载服务实体(Malicious Download Service)。提供恶意下载服务,记为MD实体。
- (2) 善意下载服务实体(Good Download Service)。提供真实下载服务,记为GD实体。
- (3) 随意推荐服务实体(Random Recommendation Service)。提供随意推荐服务,记为RR实体。
- (4) 恶意推荐服务实体(Malicious Recommendation Service)。提供恶意推荐服务,记为MR实体。

FCTrust通过反馈来计算推荐实体的直接交易信任度,两个节点评价越相似、交易越频繁,则对方的评价信息越可信,因而FCTrust的信任度在一定程度上反映了实体推荐的

历史,而不是简单地将交易信任度当作推荐信任度。因此,选择基于推荐的信任评估模型FCTrust作为参照,将其与本文提出的ERRTrust模型进行比较,评价它们在抗不确定推荐行为方面的性能差异。

4.1 实验设置

仿真网络环境为:实体既是能贡献自身存储的文件资源供其他实体下载的文件持有者,又是文件的申请者。当申请者从其他实体下载完文件资源后发表对这次交易的评价。实体总数为 n 个,文件被切割成 m 个子块存放在 n 个实体中。初始时,每个实体持有子块的数目随机,但每个实体至少有一个文件子块,对于每个文件子块,至少有一个拷贝在善意服务实体中。每个用户在每个时间段必须完成 k 次交易(下载 k 次),每次交易用户申请它手中没有的文件子块,在一个时间段的执行结束后,进行数据收集和信任度计算。最终的评估标准用整个网络成功交易的次数占整个交易次数的比例(Successful Service Percentage, SSP)表示。

在基本实验参数设置为 $n=100$ 、 $m=10000$ 、 $k=100$ 的情况下,对比了在RR、RR&MR两种场景下ERRTrust、FCTrust两种机制成功交易率SSP的情况。

实验第一个时间段,由于实体间都不熟悉,也没有数据可供参考,因此实体通过随机方式选择合作实体,获取第一手评估数据。本实验在第一个时间段的数据基础上,进行信任评估进程。

4.2 抗推荐随意性测试

4.2.1 RR类仿真

RR类仿真是指网络中推荐实体为随意推荐和诚实推荐类。该实验主要是检验不同规模的恶意服务实体前提下,RR类实体比例的变化对本文提出的信任模型ERRTrust的影响。

在RR类实验中,网络中存在MD、GD和RR类推荐实体。MD与GD按1:1、1:2和2:1比例进行配置,当RR规模从0%到50%扩大时,观察SSP的变化规律,如图1所示。当RR=0%时,系统中不存在随意和恶意推荐实体,但存在MD类实体,在第二个时间片段中实体互不熟悉,SSP与MD实体的数量呈正相关。MD:GD=2:1时的SSP小于MD:GD=1:2时的SSP。而FCTrust通过交易的反馈信息对服务实体的信任度进行修正,而在RR=0%情况下,剩下的推荐实体均为善意的,因此不存在恶意推荐现象,直接决定了服务实体的信任度属实。同样在RR=0%情况下,由于推荐实体全是善意实体,无论是FCTrust反馈还是ERRTrust的推荐信任度表现出来都是1,因此这两种方法成功率趋向一致,在图1—图4都得到了反映。但同样存在第二个时间段,即实体双方不熟悉,加上恶意服务实体的存在,因此SSP成功率与MD实体比例正相关,且与ERRTrust的SSP趋向一致。当RR规模持续扩大时,如果随意推荐实体一直存活在系统中,那么恶意服务实体MD很容易被选中,从而降低SSP值,FCTrust对随意推荐实体并不进行隔离,只是用权重采信,所以在MD和GD同等比例配置情况下,SSP小于ERRTrust;而ERRTrust可以对随意推荐实体RR进行隔离,只是随着RR规模扩大所付出的代价也变大,表现在SSP随着RR规模的增大而降低,同时也受MD和GD比例配置的影响,MD比例越高,被

选中的概率越高,也影响了 SSP 值的大小。

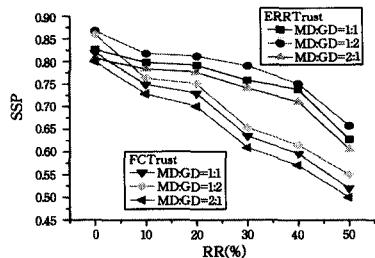


图1 SSP随不同规模RR变化的规律

4.2.2 RR&MR 类仿真

RR&MR 类仿真是指网络中存在随意、恶意和善意推荐实体类。该实验主要是检验在不同规模的恶意服务实体前提下,RR 和 MR 类实体比例的变化对本文提出的信任模型 ERRTrust 的影响。

在 RR&MR 实验中,网络中存在 MD 和 GD 两类服务实体,存在 RR、MR 类推荐实体(总量不超过 50%)。服务实体 MD 和 GD 根据 1:1、1:2 和 2:1 比例进行配置,RR&MR 按照 1:1、1:2 和 2:1 进行配置,当 RR&MR=0 时,与 4.2.1 节 RR=0 时实验相同。因此,可以根据 3 种场景进行仿真实验。

(1)RR:MR=1:1。服务实体 MD 与 GD 根据 1:1、1:2 和 2:1 比例进行配置,当 RR&MR 规模从 0%到扩大 50%时,始终保持 RR:MR=1:1 比例不变。随着 RR&MR 规模的扩大,同时保持 RR:MR=1:1 这个比例,随意推荐实体和恶意推荐实体比较相当,对随意推荐实体的识别特别是恶意推荐实体的识别需要花费更大代价。从图 2 中可以看出,SSP 随着 RR&MR 规模的扩大总体上呈下降的趋势,在 RR&MR 比例超过 30%时,开始陡然下降,由于不可信推荐比例增加,识别它们得付出更大代价。同时,由于 MD 实体的存在,当恶意实体比例较高时,被选中的概率较大,因此 SSP 也就较小。当 RR&MR 规模持续扩大时,FCTrust 只是根据反馈来修正推荐值,对恶意推荐有一定的抑制作用,对随意推荐权重采信,并不增加可信推荐证据,因此 SSP 显然比 ERRTrust 小,这在图 2 中得到了证明。

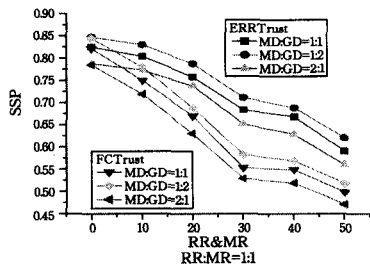


图2 SSP随不同规模(RR&MR)变化的规律

(2)RR:MR=1:2。服务实体 MD 与 GD 根据 1:1、1:2 和 2:1 的比例进行配置,当 RR&MR 规模从 0%到扩大 50%时,发掘 SSP 的变化规律,其中当 RR&MR 变化时,始终保持 RR:MR=1:2 不变。由于恶意推荐实体比例的增大,推荐行为确定实体的比例增大;另外,对于随意推荐实体,它的评价均具有随意性,因此较易识别出来,从图 3 可以看出 SSP 也变大。FCTrust 对随意推荐没有防范能力,当 RR 比例增多时,严重影响了 SSP,因此该值下降较大。

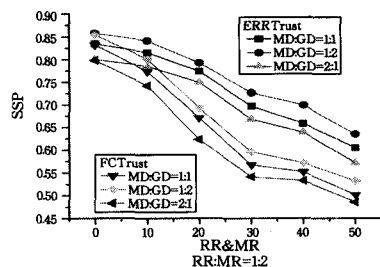


图3 SSP随不同规模(RR&MR)变化的规律

(3)RR:MR=2:1。服务实体 MD 与 GD 根据 1:1、1:2 和 2:1 的比例进行配置,当 RR&MR 规模从 0%到扩大 50%时,发掘 SSP 的变化规律,其中当 RR&MR 变化时,始终保持 RR:MR=2:1 不变。随意推荐实体比例增大,推荐行为确定实体比例降低,对 SSP 有一定的负面影响。但由于随意推荐实体比例较大,也会对推荐确定实体进行误判,加上也得付出一定代价,同时只是隔离,并不增加确定推荐者的比例,对 SSP 没有较明显的贡献,从图 4 中可以看出,在相同比例 RR&MR 情况下,SSP 比图 2 和图 3 均低。而 FCTrust 同样没有对随意推荐的防范能力,在随意推荐实体比例增加的情况下,SSP 的表现显然就更差强人意了。

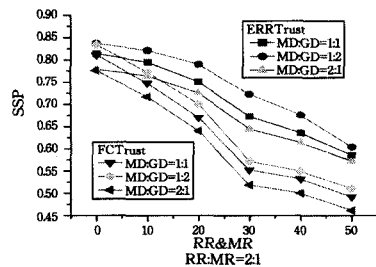


图4 SSP随不同规模(RR&MR)变化的规律

结束语 本文针对基于推荐的信任模型中实体的随意推荐给评估结果带来干扰从而产生的安全问题,提出了一种解决方案。ERRTrust 认为随意推荐实体的特点是不确定性,其推荐行为不会呈现出相对稳定的轨迹,反映在推荐信任度没有明显的善恶特征。以此为依据将随意推荐实体从系统中剔除,从而更准确地计算实体推荐信任度。仿真结果表明根据信任度进行交易实体选择有较高的交易成功率。实体间的推荐活动在互联网中普遍存在,特别是在电子商务中,实体的随意推荐给用户带来误判的可能性更大,因此 ERRTrust 有着广泛的应用前景。

但是必须注意到,ERRTrust 模型只是简单地将推荐随意实体进行隔离,因此进一步的工作是讨论和改进去推荐随意性信任模型的效率,挖掘不确定性信息里面存在的确定性信息。

参考文献

- [1] Li Y J, Dai Y F. Research on Trust Mechanism for Peer-to-Peer Network[J]. Chinese Journal of Computers, 2010, 33(3): 1-18 (in Chinese)
李勇军,代亚非. 对等网络信任机制研究[J]. 计算机学报, 2010, 33(3): 1-18
- [2] Wang Y, Vassileva J. Bayesian network trust model in peer-to-peer networks[C]// Moro G, ed. Proc. of the 2nd Int'l Work-

- shop on Agents and Peer-to-Peer Computing. Berlin: Springer-Verlag, 2004: 23-34
- [3] Xiong L, Liu L. PeerTrust: Supporting reputation-based trust in peer-to-peer communities[J]. IEEE Trans. on Data and Knowledge Engineering (Special Issue on Peer-to-Peer Based Data Management), 2004, 16(7): 843-857
- [4] Jiang S X, Li J Z. A reputation-based trust mechanism for P2P e-commerce systems[J]. Journal of Software, 2007, 18(10): 2551-2563(in Chinese)
姜守旭, 李建中. 一种 P2P 电子商务系统中基于声誉的信任机制[J]. 软件学报, 2007, 18(10): 2551-2563
- [5] Zhang Q, Zhang X, et al. Construction of peer-to-peer multiple-grain trust model[J]. Journal of Software, 2006, 17(1): 96-107 (in Chinese)
张睿, 张霞, 等. Peer-to-Peer 环境下多粒度 Trust 模型构造[J]. 软件学报, 2006, 17(1): 96-107
- [6] Tang W, Chen Z. Research of Subjective Trust Management Model Based on the Fuzzy Set Theory[J]. Journal of Software, 2003, 14(8): 1401-1408(in Chinese)
唐文, 陈钟. 基于模糊集合理论的主观信任管理模型研究[J]. 软件学报, 2003, 14(8): 1401-1408
- [7] Wang S X, Zhang Li, Li S H, et al. Evaluation Approach of Subjective Trust Based on Cloud Model[J]. Journal of Software, 2010, 21(6): 1341-1352(in Chinese)
王守信, 张莉, 李鹤松. 一种基于云模型的主观信任评价方法[J]. 软件学报, 2010, 21(6): 1341-1352
- [8] Tian C Q, Jiang J H, Hu Z G, et al. A Novel Super-peer Based Trust Model for Peer-to-Peer Networks[J]. Chinese Journal of Computers, 2010, 33(2): 345-544(in Chinese)
田春岐, 江建慧, 胡志国, 等. 一种基于聚集超级节点的 P2P 网络信任模型[J]. 计算机学报, 2010, 33(2): 345-544
- [9] Liu W, Cai J Y, He Y P. A Trustworthiness Based Ad-Hoc Secure Interoperation Method[J]. Journal of Software, 2007, 18(8): 1958-1967(in Chinese)
刘伟, 蔡嘉勇, 贺也平. 一种基于信任度的自组安全互操作方法[J]. 软件学报, 2007, 18(8): 1958-1967
- [10] Jin Y, Gu Z M, Gu J G, et al. Two-Level Trust Model Based on Mutual Trust in Peer-to-Peer Networks[J]. Journal of Software, 2009, 20(7): 1909-1920(in Chinese)
金瑜, 古志民, 顾进广, 等. 一种对等网中基于相互信任的两层信任模型[J]. 软件学报, 2009, 20(7): 1909-1920
- [11] Sepandar D K, Mario T S, Hector G M. The EigenTrust algorithm for reputation management in P2P networks[C]//Proc. of the 12th Int'l Conf. on World Wide Web. Budapest: ACM Press, 2003: 640-651
- [12] Dou W, Wang H M, Jia Y, et al. A recommendation-based peer-to-peer trust model[J]. Journal of Software, 2004, 15(4): 571-583(in Chinese)
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
- [13] Zhou G Q, Zeng Q K. A Trust Evaluation Model Based on Role Separation[J]. Journal of Software, 2011, 23(12): 3187-3197 (in Chinese)
周国强, 曾庆凯. 角色分离的信任评估模型[J]. 软件学报, 2011, 23(12): 3187-3197
- [14] Lee S, Sherwood R, Bhattacharjee B. Cooperative peer groups in NICE[J]. Computer Networks, 2006, 50(7): 523-544
- [15] Cornelli F, Damiani E, Vimercati D C. Choosing reputable servers in a P2P network[C]//Proceedings of the 11th International Conference on World Wide Web (WWW'02). Hawaii, USA, 2002: 441-449
- [16] Tian C Q, Zou S H, et al. A New Trust Model Based on Recommendation Evidence for P2P Networks[J]. Chinese Journal of Computers, 2008, 31(2): 270-281(in Chinese)
田春岐, 邹仕洪, 等. 一种基于推荐证据的有效抗攻击 P2P 网络信任模型[J]. 计算机学报, 2008, 31(2): 270-281
- [17] Fang Q, Ji Y, Wu G X, et al. Run Length Coding-Based Dynamic Trust Model for P2P Network[J]. Journal of Software, 2009, 20(6): 1602-1616(in Chinese)
方群, 吉逸, 吴国新, 等. 一种基于行程编码的 P2P 网络动态信任模型[J]. 软件学报, 2009, 20(6): 1602-1616
- [18] Josang A, Haller J. Dirichlet Reputation Systems[C]//Werner B, eds. Proceedings of 2nd International Conference on Availability, Reliability and Security Vienna. Los Vaqueros: IEEE Computer Society, 2007: 112-119
- [19] Huang D C, Chen J Q. Trust Evaluation Model Based on Set Pair Analysis and its Application in Service Selection[J]. Computer Science, 2012, 39(1): 210-214(in Chinese)
黄德才, 陈姜倩. 基于集对分析的信任评估模型及其在服务选择中的应用[J]. 计算机科学, 2012, 39(1): 210-214
- [20] Despotovic Z, Aberer K. Probabilistic prediction of peers' performance in P2P networks[J]. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 2005, 18(7): 771-780
- [21] Zhou R F, Hwang K. PowerTrust: A Robust and Scalable Reputation System for Trusted Peer-to-Peer Computing[J]. IEEE Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2007, 18(4): 460-473
- [22] Hu J L, Wu Q Y, Zhou B, et al. Robust Feedback Credibility-Based Distributed P2P Trust Model[J]. Journal of Software, 2009, 20(10): 2885-2898(in Chinese)
胡建理, 吴泉源, 周斌, 等. 一种基于反馈可信度的分布式 P2P 信任模型[J]. 软件学报, 2009, 20(10): 2885-2898
- [23] Chang J S, Wang H M, et al. DyTrust: A Time-Frame Based Dynamic Trust Model for P2P Systems[J]. Chinese Journal of Computers, 2006, 29(8): 1301-1307(in Chinese)
常俊胜, 王怀民, 等. DyTrust: 一种 P2P 系统中基于时间帧的动态信任模型[J]. 计算机学报, 2006, 29(8): 1301-1306
- [24] Yang Y L, Peng X G, Wang Z. Research of Subjective Trust Evaluation Model and Decision-making[J]. Computer Science, 2015, 42(1): 170-174(in Chinese)
杨玉丽, 彭新光, 王峥. 主观信任评估模型与决策方法的研究[J]. 计算机科学, 2015, 42(1): 170-174