

浅谈一种虚拟社区信任模型

姚越¹ 姚一鸣²

1. 北京劳动保障职业学院; 大连民族大学计算机科学与工程学院

[摘要]随着人工智能与网络技术的发展,人们通过网络彼此沟通、相互分享信息的虚拟社区技术迅猛发展。本文提出的一种新的信任模型来解决虚拟社区成员彼此之间的相互信任,彼此关怀。虚拟社区是现实社区的虚拟化实现,能够实现现实社区已有服务和增加的服务,通过对比两种社区的结构和服务,融合结构化P2P的特点,构建出一种新的社区网络架构,有效地提高了虚拟社区的运作性能与可信性。

[关键词]虚拟社区; 信任管理; 模型构建; 信任模型

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-627X.2021.12.948

引言:虚拟社区是现实社区在虚拟世界对应物,虚拟社区为有着相同地理位置如小区或街道,也可以是有着共同学习目标的学习共同体,抑或是悄然兴起的小区团购网络用户提供了一个沟通和交易的场所。随着人工智能时代的来临,虚拟社区建设必将成为人工智能和物联网领域发展最快的领域之一。网络环境安全对于虚拟社区建设来说是至关重要的。对于虚拟社区来说,人际互动具有匿名性和彻底的符号性,网民以ID号标识自己,所以信任机制构建是虚拟社区的前提,也是各种服务和交易的前提。

本文提出的虚拟社区模型是借鉴了传统的P2P(peer-to-peer)网络的实现环境,并且增加了带反馈机制的虚拟社区的信任模型。

一、模型概述

(一) 现有模型的局限性

互联网技术飞速发展,如今在现实的网络世界中虚拟出很多社会结构,虚拟社区就是其中一个,设计虚拟社区的时候都是要尽量与现实社区保持一致,让人们使用起来没有违和感,但虚拟社区毕竟是“模拟”的,所以有很多独特的特性。例如:

- 虚拟社区的开放性
- 交互方式的单一
- 社区成员的自主性
- 虚拟社区组织和管理的松散性

虚拟社区使人们获得了现实社区所没有的自由和放松,这就需要虚拟社区具有更好信任模型,根据这些特征,分析现阶段普遍采用的P2P网络的特点来分析数据,得到构建安全的虚拟社区需要解决如下问题:

1. 在网络环境中,我们建立信任通信过程都有三个通信参与方:通信双方和一个双方都信任的第三方,在现有的虚拟社区模型中缺少这种第三方认证的机制和执行普遍性。

2. 虚拟社区管理缺乏有效的法制手段,基本源于个体的良心和道德。现实社区里人群关系很复杂包括邻居、亲戚、同事、同学,邻居、邻居家的亲戚,这些要在虚拟社区里体现出信任关系,传统的P2P网络环境无法用平面的层次反应这复杂交错的信任关系。

3. 社区的运作效率。纯分布式的P2P对等网络环境中的社区模型总是将社区抽象为有向完全拓扑图,这种模型中搜索请求需要遍历网路或至少要一个大的范围才能得到结果,占用很多带宽,花费很多时间。这样会产生大量计算和网络使用开销,效率低下。

(二) 社会化用户模型表示方法

我们构建虚拟社区是为了利用网络的高效、便捷、便于管理等优势。虚拟社区模型要提供如何建立信任关系的机制,反映用户间潜在的社会关系。

虚拟社区中的社会关系是复杂的、立体的,分成若干个层次的,并不是像多数现存模型那样简单的处于单一个层次之

中,所以虚拟社区中用户的交互是多维度,可以划分为若干个层次,分别是:

- 个人行为层
- 社区行为层
- 数据映射层

(三) 分布式的P2P对等网络架构

根据上述分析,我们将虚拟社区采用环形拓扑结构,环中的所有的节点可以看作是单纯的P2P网络环境,每个节点对应于一种服务类型。

类似于操作系统中活动目录中域、林、树这样的组织架构,在每种服务类型中设置一个超级节点,每个超级节点对应多个子节点。这种结构化的P2P网络中存在多个超级节点,并且对底层节点透明。这样的环形结构把整个网络划分成多个“自治区域”,每个“自治区域”对应一个P2P网络,通过超级节点实现不同“自治区域”之间相互通信。这样的分层的拓扑结构实现了“大事化小”,有效地降低了网络通信的负荷,同时引入了任务分发和数据存储机制。当然,我们根据网络规模还可以进一步进行层次划分^[2]。

二、虚拟社区信任模型

(一) 理论分析

信任网络的概念最早由PGP的作者菲尔·齐默尔曼在PGP 2.0的使用手册中提出。所有用户的信任关系构成了信任网络。如图1所示,信任网络是一个有向网络,网络中每个节点代表一个用户,每条边表示用户间的信任关系,边的权重为信任的程度^[1]。

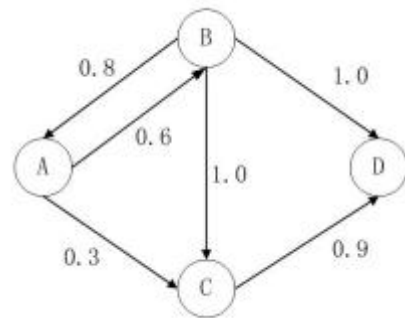


图1 信任网络

如图1所示,用户A、B、C、D之间都存在着直接或间接的信任关系,例如A与B是直接信任关系,B又与D存在直接信任关系,则A与D存在着间接信任关系。说明在信任网络中信任可传递的。

(二) 直接信任

在虚拟社区中用户间有直接信任关系的数量比较少,当用户访问服务节点时,虚拟社区服务器会根据用户的交易记录、时间因素和时间衰变因子等因素的影响,综合计算各项因子的

值，得出更客观的信任值，建立模型的直接信任。

①直接信任因子

1) 服务时间因子的计算:

在直接信任中我们用 K_i 表示第*i*次服务的服务时间因子， θ_i 表示用户第*i*次使用服务的持续时间， θ_j 为第*j*次服务的交易时间。

$$k_i = \frac{\theta_i}{\sum_{j=1}^n \theta_j}$$

2) 交易积分计算:

在计算交易积分因子时，我们使用 m_i 表示第*i*次使用虚拟社区服务的交易积分， m_j 表示第*j*次使用虚拟社区服务的交易积分。用 M_i 表示第*i*次服务积分对直接信任的影响，公式为:

$$M_i = \frac{m_i^2}{\sum_{j=1}^{i-1} m_j^2}$$

3) 时间衰减因子计算:

计算时间衰减因子时，我们用 t_0 表示初始注册时间， t_i 表示第*i*次请求服务的时间， $t_i - t_0$ 就表示第*i*次服务与初始服务之间的时间差，设时间衰减因子为 C_i ，根据定义我们知道 C_i 满足： $C_{k-1} < C_k$ ，时间衰减因子表示为:

$$C_i = \frac{\sqrt{t_i - t_0}}{\sum_{j=1}^{i-1} \sqrt{t_j - t_0}}$$

t_i 是一个递增的数列，即 $t_1 < t_2 < \dots < t_{i-1}$ 。

因为用户每次访问虚拟社区服务的行为是独立的，所以利用请求交易的成功次数和失败次数进行独立的评价，用户信任计算如下:

$$V_i = \begin{cases} \frac{SucN - uFaiN}{SucN + uFaiN} & SucN + uFaiN \neq 0 \\ 0.5 & SucN + uFaiN = 0 \end{cases}$$

在公式中:

V_i 表示用户的独立评价;

Suc N表示成功访问服务器的次数;

u表示失败因子;

Fai N表示访问服务器失败的次数;

当访问成功和失败的次数一样时，说明当前还没有进行交易，信任值定义为 0.5，是将用户视为准信任状态。

我们可以通过增加交易成功的次数来提高信任值。当用户进行*n*次服务交易时，*n*次服务的独立评价 v 构成一个集合为： $\{v_1, v_2, v_3, \dots, v_n\}$ ，其中每一次独立评价的值域都为 $[0, 1]$ 。 Δ_i 表示用户第*i*次使用服务交易的持续时间， Δ_j 为第*j*次服务交易的持续时间。可以得出*j*次服务的总体直接信任评价为:

$$Q_i = \sum_{j=1}^n V_j * L_j$$

(三) 间接信任

间接信任是指不能直接访问虚拟社区的服务器，要得到其他服务节点的信任推荐。我们使用构建反馈信任树来获取间接信任值，使用反馈信任树是本文提出新型虚拟社区信任关系模型对传统信任关系模型的完善，使得模型的扩展性、收敛性与可信性都有所提高。

反馈信任树是一棵多叉多层的带权有向树，其父节点是服务提供者，子节点是所有的邻居，邻居下面还有有邻居节点，就像一棵倒挂的树一样，父节点分别向所有邻居节点传播搜索消息。

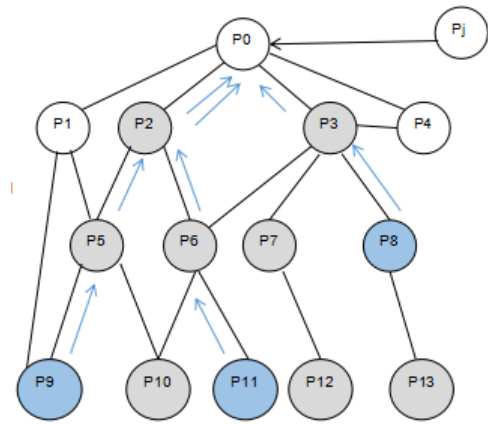


图 反馈信任树

P表示节点集合。在反馈信任树中，用节点所在的层数表示为LEVEL, 我们规定根节点的层数LEVEL= 0, 根节点的下一层次为LEVEL= 1。上图为一个反馈信任树的例子。

定义 W 为反馈者的集合，表示从 P_0 到 P_k 信任路径上 P_m 对节点 P_n 的直接信任值。

$$\omega(W_k) = \begin{cases} 1, & LEVEL = 0 \\ \prod_{m=0}^{LEVEL} \Gamma_D(P_m, P_n) & LEVEL > 0 \end{cases}$$

在构建反馈信任树时，我们将其中反馈者的个数定义为 L ； $\omega(W_k)$ 为反馈中加权因子， $\Gamma_D(P_m, P_n)$ 为两节点直接信任值， $\delta(P_k, P_j)$ 表示反馈节点的可信度，而LEVEL为节点所在的层数。

$$\Gamma_i(P_i, P_j) = \begin{cases} \frac{\sum_{k=1}^L (\omega(W_k) * \Gamma_D(P_k, P_j) * \delta(P_k, P_j))}{\sum_{k=1}^L \omega(W_k)}, & L \neq 0 \\ 0, & L = 0 \end{cases}$$

(四) 可信度

我们计算出了用户的直接信任值和间接的信任值，加权计算后，就可以得出的用户的综合信任评价价值就是我们要得到的信任度。

我们除了根据传统方法里直接信任与间接信任在综合信任中的占比分配，还增加了反馈信任因子与直接信任因子重新划分比例使得结果更加具有可靠性。首先我们将其定义如下所示:

T表示用户的可信度，计算公式如下:

$$\Gamma(P_i, P_j) = W_1 * \Gamma_D(P_i, P_j) + W_2 * \Gamma_i(P_i, P_j)$$

根据公式，用户 a在访问服务节点 b 时的综合可信度用T来表示。

三、结论

本文提出了一种应用在虚拟社区中的新型信任模型，并利用数学公式分析了新型信任模型的实现方法。分析结果表明，该模型改善了传统P2P模型的网络效率低下的问题、解决了虚拟社区用户关系复杂性的表达、迭代计算的收敛性大大提升。

参考文献:

[1]一种基于信任网络协同过滤推荐策略. 百度学术
 [2]赵宇红. 《基于区域划分的虚拟社区信任模型》[J]. 内蒙古科技大学学报