

文章编号:1000-582X(2010)06-121-07

网格服务信任的赔偿评估模型

董晓华^{a,b}, 吴中福^a

(重庆大学 a. 计算机学院; b. 经济与工商管理学院, 重庆 400044)

摘要:针对网格服务信任评估中难以鉴别恶意评估的问题,提出一种基于赔偿的网格服务信任评估模型。模型中,引入市场机制,评估双方对评估行为提出期望收益并承诺赔偿价格,双方目的是最大化各自收益。借助信号博弈理论,通过对模型进行分析和求解,得出评估双方基于赔偿的评估交易策略,策略满足完美贝叶斯分离均衡。评估双方可根据策略选择自己的交易行为,从而使各自收益最大化。理论分析和仿真结果表明:该模型能使信任评估者主动摒弃恶意评估,服务提供者可根据赔偿价格有效地判断评估的可信度,主动选择评估对象,与现有模型相比,在精确信任评估的准确性、服务的可靠性及简化计算、降低通信开销等方面有较大的提高。

关键词: 网格服务; 赔偿; 博弈; 信任评估

中图分类号: TP393

文献标志码: A

Compensation trust evaluation model of grid service

DONG Xiao-hua^{a,b}, WU Zhong-fu^a

(a. College of Computer Science; b. School of Economics and Business Administration,
Chongqing University, Chongqing 400044, P. R. China)

Abstract: It is difficult to distinguish the cheating and other malicious behaviours in the grid service trust evaluation. A trust evaluation model for grid service based on compensation is proposed. With market mechanism, service provider and demander present the expected profit and compensate price for their behaviours to maximize their own profit. The game theory is applied to balance the expected profit and compensate price. Based on the game theory, evaluation trade strategy achieves perfect Bayesian equilibrium. Service provider and demander can choose their own trade strategy to maximize profit. Theoretical analysis and simulation results show that the service demanders can abandon the cheating motivation voluntarily, while the service providers can make right decision to choose trust evaluation. Compared with the existing model, the precision and security of the trust evaluation is enhanced greatly, while the calculating and communication cost is reduced remarkably.

Key words: grid service; compensation; game; trust evaluation

网格以“服务”方式来包装多机构虚拟组织的各种资源,统一以网格服务的形式提供给外界使用,以解决动态、多机构虚拟组织的资源共享与协同问题^[1-2],网格正向开放、公共可访问和动态协作的服务模式转变^[3]。

传统的安全机制(密码协议和授权)可以确保网格服务的可信赖度(confidality)、完整性(integrity)和可获得性(availability),从而免受恶意用户的破坏^[4],但不能解决信任缺失引发的恶意行为。例如,服务请求者对服务资源的恶意使用,将极大消耗服

收稿日期:2010-01-02

基金项目:国家自然科学基金资助项目(70671011);国家 863 计划资助项目(2007AA04Z1B1)

作者简介:董晓华(1972-),男,重庆大学博士生,主要从事服务管理、网格技术方向研究,(E-mail)dxh.cn@163.com。

务提供者的资源,降低其提供服务的能力;反之,若服务提供者提供的服务易失效、不能保障安全性,而会降低服务请求的最终执行期限^[5]。信任和信誉(reputation)机制是抵抗这种不良行为的一种重要方法,它通过对系统中的用户或资源进行评价来预测用户或资源的未来行为,从而实施鼓励善意行为,惩罚恶意行为,起到辅助用户决策的作用^[6]。通过信任机制的奖惩作用,有助于维护系统的良性运行。

信任管理的概念最初由 M. Blaze 等人于 1996 年提出^[7],目前国内外的研究主要涉及 4 个方向:基于策略和凭证的信任、基于声誉的信任、通用信任模型、Web 和信息资源中的信任^[8]。

F. Azzedin 和 M. Maheswaran 将信任机制融入到网格的资源管理中,根据实体所在管理域的直接信任值和推荐信任值,来计算网格中 2 个实体间的信任值,认为域内所有实体的信任值相同^[9-11]。Beth、Abual- Rahman 等学者认为信任是评估者对被评估者特定行为可能性的预期,取决于经验并随客体行为的变化而不断修正,并提出了不同的信任度模型^[12-13]。Stanford 的 EigenRep,通过相邻节点间相互满意度的迭代,而获得了节点的全局信誉度^[14]。国内张骞等在此基础上建立了一种 Peer-to-Peer 环境中的多粒度信任模型,解决了同一节点在不同领域和不同方面的信任度计算^[15]。袁禄来等人提出了基于不确定推理理论的信任度计算函数^[16]。Matthew Richardson 提出了一种在语义网中进行信任管理的网格服务管理模型^[17],Christian Bizer 等提出了一种在语义网中实现基于上下文及内容的信任评估计算方法^[18]。在这些信任机制网格服务管理模型中,所有的信任推荐都是基于人的主观意图,没有采用惩罚及激励机制对推荐者进行监督。

在文献[19]的基础上,引入市场承诺机制,借助博弈理论提出一种基于赔偿的网格服务信任评估模型(trust evaluation model of grid service based on compensation, TEMC)。信任评估者不再关注恶意评估,服务提供者可根据评估者的赔偿价格判断评估的可信度,主动选择评估对象。与现有模型相比,提高了信任评估的准确性和服务的可靠性,并简化了计算、降低通信开销,为网格服务的可靠性辨识提供了有效的解决方案。

1 相关术语

定义 1 服务主体(service provider):是指提供网格服务的实体。服务主体可以是 CPU、数据、程序或方法等,用 sp 表示。所有服务主体的集合为 SP ,因此 $sp \in SP$ 。

定义 2 服务客体(service demander):是指请求网格服务的实体。服务客体可以是网格用户,或者是代表用户的进程,用 sd 表示。所有服务客体的集合为 SD ,所以 $sd \in SD$ 。

对于某一个网格节点,既可以为服务主体 sp ,也可以是服务客体 sd ,具有相对性,可随着操作的不同而进行角色转换。

定义 3 访问(access):是指服务客体对服务主体的一次调用/访问操作。这些操作包括对 CPU 的调用,数据的添加、修改和删除,程序或方法的运行,文件的创建、读写等。访问操作是一种行为,用 Access 表示,Access(sp, sd)表示服务客体 sd 对网格服务主体 sp 的一次访问。

定义 4 信任(trust):是指授信方(trustor)在特定时段特定上下文环境中对受信方(trustee)的可靠性、诚信度、安全性和实力的一种主观肯定。

定义 5 信任度(trust degree):是指网格实体之间信任程度的量化表示。用 $TW(sp, sd)$ 表示 access(sp, sd)后实体 sd 对 sp 的信任评估值,也称为信任推荐权值。 T_{sp} 表示服务主体的信任值, T_{sd} 表示服务客体的信任值。

信任具有主观性、动态性、多面性、可度量性、弱传递性、非对称性、上下文相关性和时间衰减性等特点。

定义 6 博弈(Game):是指在信息不对称环境中,决策主体相互依存的一系列策略和行动的过程集合。

2 基于赔偿的网格服务信任评估模型

2.1 问题描述

网格服务结点的信任推荐权值与本身的服务质量(服务质量直接影响自身的服务价格,以信用度表示)有关,通过市场买卖的方式来实现。而市场参与者可分为 2 种角色:信任度代理(服务卖方 sp , 用 trust agent 表示,简称 TA)和推荐权值代理(服务买方 sd , 用 trust evaluation weight agent 表示,简称 WA),双方的目的是使各自收益最大化。考察某种服务的交易情况:假设每个 WA 提供的推荐权值的可靠性可能不同,但 WA 的要价均为 K 。这里的“可靠性”是指在实际交易时,权值代理因为某种原因提供推荐的可靠程度。权值代理知道其权值可靠性,并且承诺一个赔偿价格 F ,即如果在交易时结点不能可靠地提供推荐,则愿意给 TA 赔偿 F ,而 TA 则根据观察到的 F 决定成交策略。基于赔偿的网格服务推荐模型的目的是:通过建立一个有效的模型,使不同的推荐权值代理所承诺的 F 能够反映它实际的推荐可靠性。

借助于信号博弈理论,可以将推荐可靠性看作

为推荐权值代理选择的类型,将承诺的赔偿价格看作推荐权值代理依据自己的类型向信任度代理发出的信号,信任度代理根据承诺价格推断推荐权值代理的类型并作出相应的决策。因在信任评估时,信任度代理不清楚推荐权值代理是不是诚信评估,因此可以建立非完全信息的静态博弈模型,也称为贝叶斯博弈^[20]。

2.2 模型分析

假设权值可靠性为 r ,为讨论方便,令 $0 < r < 1$,权值要价为 K ,权值代理承诺的赔偿价格为 F 。交易时如果权值可靠,信任度代理的获利为 H (获得的信任度评估);如果权值不可靠,则信任度代理遭受的损失为 L ,考虑到假设的合理性,令 $H > K > 0, F \geq 0$ 。信任度代理的行为确定成交的可能性(成交概率),用 y 来表示。基于赔偿的网格权值交易信号博弈模型可定义如下:

定义 7 基于赔偿的信任评估模型(TEMC)贝叶斯博弈基本式可表示为 $G_B = \{N, Z, A, T, P, u\}$,其中

- 1)参与者集合: $N = \{TA, WA\}$;
- 2)状态集合: $Z = \{\text{诚信评估, 恶意欺骗}\}$;
- 3)行动集合: $A_i = \{H, C\}, i \in N$ 。 H 表示诚信, C 代表欺诈;

4)信号集合: $T = \{\{t_1\}, \{t_{21}, t_{22}\}\}$,对于 $TA, \tau_1(\text{诚信}) = \tau_1(\text{欺诈}) = t_1$,但对于 $WA, \tau_2(\text{诚信}) = t_{21}, \tau_2(\text{欺诈}) = t_{22}$ 。

$\tau_i(z)$ 表示参与者 i 在状态 z 发生时观察到的信号,函数 τ_i 称为参与者 i 的信号函数。对于每一个参与者,任意 $z \neq y$,有 $\tau_i(z) \neq \tau_i(y)$ 。给出信号 t_i 的状态的集合称为与信号 t_i 相一致的状态类,简称状态 t_i ,数学上可表示为 $\{z: \tau_i(z) = t_i\}$ 。

5)概率分布集合 P ,代表参与者的信念,对于参与者 i ,状态 z 的后验概率为 $Pr(z | t_i)$ 。因此,对于 $TA, P_r(\text{诚信} | t_1) = P_r(\text{欺诈} | t_1) = 1/2$;而对于 $WA, P_r(\text{诚信} | t_{21}) = 1, P_r(\text{欺诈} | t_{21}) = 0$,或者 $P_r(\text{欺诈} | t_{22}) = 1, P_r(\text{诚信} | t_{22}) = 0$ 。

6) $u = (u_1, \dots, u_n), u_i$ 是参与者 i 定义在 (a, z) 上的伯努利收益函数,因而参与者 i 的期望收益 $v_i = Pr(z_1 | t)u_i(a, z_1) + \dots + Pr(z_k | t)u_i(a, z_k)$,其中状态类 $t = \{z_1, z_2, \dots, z_k\}, a$ 是行动组合。对于 TA ,存在 2 个 $u_1(a; \text{诚信})$ 和 $u_1(a; \text{欺诈})$,期望收益为 $v_1 = 1/2 \times u_1(a; \text{诚信}) + 1/2 \times u_1(a; \text{欺诈})$;而对于 WA ,其期望收益为 $v_2 = 1 \times u_2(a; \text{诚信}) + 0 \times u_2(a; \text{欺诈})$ 或 $v_2 = 0 \times u_2(a; \text{诚信}) + 1 \times u_2(a; \text{欺诈})$ 。

在此,根据假设有

- 1)自然随机决定权值可靠性为 r ,并且让权值

代理 WA 知道;

2)权值代理 WA 向信任度代理 TA 承诺赔偿价格为 F ;

3)信任度代理 TA 看到 F (不知道 r 的实际值),然后确定成交可能性 y 。

因 v_1, v_2 与 (r, F, y) 相关,因此权值代理 WA 的收益 v_1 和信任度代理 TA 的收益 v_2 可分别表示为

$$v_1 = V_w(r, F, y), v_2 = V_T(r, F, y)。$$

由于信任度代理 TA 在观察到 F 后确定 y ,故可以认为 y 是 F 的函数,记 $y = f(F)$ 。当定义收益为成交前后的利益的增加值,而不考虑资金利率,如果没有成交,则双方的收益皆为 0,同时 WA 的收益期望值为

$$v_2 = V_w(r, F, y) = (rK - (1 - r)F)f(F)。(1)$$

WA 承诺的 F 应满足 $V_w(r, F, y) \geq 0, F$ 的约束为

$$F \leq rK / (1 - r)。(2)$$

考虑到 WA 承诺的赔偿价格 F 往往是以成交价格 K 为参考对象,因此给出 $f(F)$ 形式化为

$$f(F) = a \frac{F}{K} + b, (3)$$

其中 a, b 为系数,由 $f(F)$ 的含义得知 a, b 应该满足约束

$$a > 0, 0 \leq b \leq 1。(4)$$

TA 在观察到 F 后的判断权值可靠性为 r' 的概率记为 $p(r' | F)$,则 TA 的收益期望值为

$$v_1 = V_T(r, F, y) = f(F) \sum_{r'} ((H - K)r' + (F - L)(1 - r')) p(r' | F), (5)$$

其中 $0 < r' < 1, 0 \leq p(r' | F) \leq 1$,因 $\sum_{r'} p(r' | F) = 1$ 对照所要解决的问题,目标就是求该模型的分离完美的贝叶斯均衡解。

2.3 模型求解

根据文献[19],基于赔偿的网格权值交易信号博弈模型可通过以下过程求解。

先看权值代理的策略,将式(3)代入式(1)有

$$V_w(r, F, y) = (rK - (1 - r)F) \left(a \frac{F}{K} + b \right)。(6)$$

假设 V_w 对 F 的偏导数存在,令 $\frac{\partial V_w}{\partial F} = 0$ 可以求出满足式(6)的 F ,记为 F_1^*

$$F_1^* = \frac{(ar + br - b)K}{2a(1 - r)}。(7)$$

信任度代理 TA 判断权值代理 WA 会采用上述策略,因而可以根据式(7)由 F 计算出权值代理 WA 的资源可靠性 r ,记为 r_1^*

$$r_1^* = \frac{2aF + bK}{2aF + bK + aK}。(8)$$

信任度代理 TA 对权值代理 WA 的类型判断为

$p(r=r_1^* | F)=1$, 相应地, 信任度代理 TA 的期望收益由式(5)变为

$$V_T(r, F, y) = ((H - K)r_1^* + (F - L)(1 - r_1^*)) (aF/K + b). \quad (9)$$

图 1 描述了权值代理 WA 承诺赔偿价格的约束曲线 S_1 和最优曲线 S_2 , 其中 S_1 对应于式(2)取等号的情况, S_2 对应于式(7)。

现在分析函数 $f(F)$, 将式(7)代入式(3)得

$$f(F) = \frac{ar}{2(1-r)} + \frac{b}{2}. \quad (10)$$

由 $f(F) \leq 1$, 并结合式(4)得 $r \leq (2-b)/(2-b+a)$, 令

$$r_2^* = (2-b)/(2-b+a). \quad (11)$$

将式(11)代入式(7)得

$$F_2^* = (1-b)K/a. \quad (12)$$

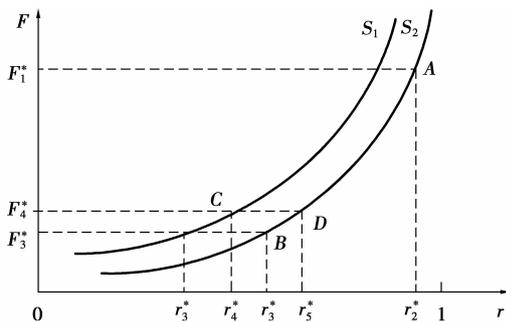


图 1 推荐权值代理行为曲线

点 (r_2^*, F_2^*) 对应于图 1 中的点 A, 式(10)表明 WA 按式(7)确定赔偿价格时, $f(F)$ 随着资源可靠性 r 的增加而增加, 当 r 达到 r_2^* 时, $f(F)$ 达到最大值 1, 当 $r > r_2^*$ 时, WA 最优策略是承诺赔偿价格为 F_2^* 。任务代理对 WA 的类型判断也作相应调整

$$p(r \geq r_2^* | F) = \begin{cases} 1, & F \geq F_2^*; \\ 0, & F < F_2^*. \end{cases}$$

下面分析信任度代理 TA 策略, 由 $V_1(r, F, y) \geq 0$ 可知 $(H-K)r_1^* + (F-L)(1-r_1^*) \geq 0$, 结合式(8)可以求出 F 必须满足 $F \geq \frac{K(aL-bH+bK)}{a(2H-K)}$, 令

$$F_3^* = \frac{K(aL-bH+bK)}{a(2H-K)},$$

将 F_3^* 代入曲线方程 S_2 求解出对应的 r , 记为 r_3^* , 即

$$r_3^* = \frac{2aL+bK}{2aH+2aL+bK-aK},$$

点 (r_3^*, F_3^*) 对应图 1 中的点 B。当 $F < F_3^*$ 时, 信任度代理 TA 应取 $f(F) = 0$; 若 $F_3^* \leq F < F_2^*$ 时, 任务代理则按式(3)取 $f(F)$, 权值代理 WA 在评估权值可靠性小于 r_3^* 时, 可以不按曲线 S_2 确定赔偿价格。而在曲线 S_1 的约束下, 当 $r_6^* \leq r < r_3^*$ 时取赔偿价格为 F_3^* 。此时, $V_w(r, F, y) \geq 0, V_T(r, F, y) < 0$ 。因此, 任务代理应

按曲线函数 S_1 计算使 $f(F)=0$ 的 F 值。由曲线 S_1 得 $r=F/(K+F)$, 代入信任度代理约束方程 $(H-K)r+(F-L)(1-r) \geq 0$ 解得 $F \geq KL/H$, 令

$$F_4^* = KL/H. \quad (13)$$

将 F_4^* 代入曲线 S_1 方程式求得对应的横坐标, 记为 r_4^* , 有

$$r_4^* = L/(H+L). \quad (14)$$

点 (r_4^*, F_4^*) 对应着图 1 中的点 C, 当 $F < F_4^*$ 时, 信任度代理 TA 应取 $f(F)=0$ 。当 $F=F_4^*$ 时, 令曲线 S_2 上对应点 D 的横坐标为 r_5^* , 解得

$$r_5^* = (2aL+bH)/(2aL+bH+aH). \quad (15)$$

即权值代理 WA 代理在 $r_4^* \leq r < r_5^*$ 时, 应取赔偿价格为 F_4^* , 信任度代理 TA 对权值代理 WA 的类型判断也作相应调整

$$p(r_4^* \leq r \leq r_5^* | F) = \begin{cases} 1, & F = F_4^*; \\ 0, & F \neq F_4^*. \end{cases}$$

当 $r < r_4^*$ 时, 由于曲线 S_1 的约束, 权值代理 WA 承诺的赔偿价格应该小于 F_4^* , 此时, 信任度代理 TA 会取 $f(F)=0$, 因此可以简单规定 $r < r_4^*$ 时权值代理 WA 取 $F=0$, 而任务代理对 WA 的类型判断也作相应调整

$$p(r < r_4^* | F) = \begin{cases} 1, & F < F_4^*; \\ 0, & F \geq F_4^*. \end{cases}$$

至此, 基于赔偿的网络信任评估模型的解为

A_1 : 信任度代理 TA 的判断函数, 即 TA 观察到 F 后判断权值可靠性为 r 的概率为

$$p(r|F) = \begin{cases} \text{当 } F < F_4^* \text{ 时,} & \begin{cases} p(r < r_4^* | F) = 1; \\ p(r \geq r_4^* | F) = 0. \end{cases} \\ \text{当 } F = F_4^* \text{ 时,} & \begin{cases} p(r_4^* \leq r \leq r_5^* | F) = 1; \\ p(r < r_4^* \text{ 或 } r > r_5^* | F) = 0. \end{cases} \\ \text{当 } F_4^* < F < F_2^* \text{ 时,} & \begin{cases} p(r = r_1^* | F) = 1; \\ p(r \neq r_1^* | F) = 0. \end{cases} \\ \text{当 } F \geq F_2^* \text{ 时,} & \begin{cases} p(r \geq r_2^* | F) = 1; \\ p(r < r_2^* | F) = 0. \end{cases} \end{cases}$$

A_2 : 推荐权值代理 WA 采用的策略为

$$F = \begin{cases} 0, & 0 < r < r_4^*; \\ F_4^*, & r_4^* \leq r < r_5^*; \\ F_1^*, & r_5^* \leq r < r_2^*; \\ F_2^*, & r_2^* \leq r < 1. \end{cases}$$

A_3 : 信任度代理 TA 采用的策略为

$$y = f(F) = \begin{cases} 0, & F < F_4^*; \\ a \frac{F}{K} + b, & F_4^* \leq F < F_2^*; \\ 1, & F_2^* \leq F. \end{cases}$$

其中 $r_1^*, r_2^*, r_4^*, r_5^*$ 分别由式(8)、(11)、(14)、(15)确定; F_1^*, F_2^*, F_4^* 分别由式(7)、(12)、(13)确定; a, b 为满足式(4)的约束系数。

通过上述求解过程可得到

定理 1 满足 A_1, A_2, A_3 的策略组成了基于赔偿的信任评估模型(TEMC)的贝叶斯博弈纯策略的贝叶斯分离均衡。

从模型求解过程容易证明 A_1, A_2 和 A_3 能满足贝叶斯分离均衡的 4 个条件。定理 1 表明:权值代理 WA 可根据自己推荐权值可靠性的不同而承诺不同的赔偿价格。信任度代理 TA 可在观察到 WA 承诺的赔偿价格后确定成交的可能性。因此,对于服务主体 sp 来说,主动地选择评估对象,是一种主动的信任评估模式。

3 仿真结果

3.1 参数设置

在 CROWN 网络环境下进行仿真测试的。在测试平台上建立教育资源网络,设置 500 个局域网,每一个域中包括 200 个节点。收集整理了 5 000 种不同的资源,然后把资源随机分布在网络节点上。资源调用者 sd 每调用一次资源,都会对资源提供者 sp 进行信任度评估,信用推荐权值用 $TW(sp, sd)$ 表示,即 $Access(sp, sd)$ 是实体 sd 对 sp 的信任评估值 $TW(sp, sd)$ 。系统模拟了 $TW(sp, sd)$ 可靠性为 r 时承诺不同赔偿价格的收益情况。相关参数设置为 $K=1, H=6, L=3, a=0.2, b=0.05$,由此计算出模型解 A_1, A_2, A_3 中各参数的值为 $r_2^*=0.9070, r_4^*=0.3333, r_5^*=0.5556, F_4^*=0.5000, F_2^*=9.7500, F_1^*=\frac{1}{2(1-r)}-0.625$ 为使之具有代表性, r 分别从 3 个区间 $[r_4^*, r_5^*), [r_5^*, r_2^*), [r_2^*, 1)$ 各取一个值, F^* 是权值代理 WA 根据 A_2 承诺的赔偿价格。为了与模型解对比,系统模拟了权值代理 WA 承诺的 40 个不同赔偿价格的收益,这些赔偿价格是在 $(0, F_{max}]$ 内等分选取的, F_{max} 是权值代理 WA 可以承诺的最高赔偿价格(由 S_1 确定)。在图 2 和图 3 中, r 取 $[r_4^*, r_5^*)$ 间的 0.50, 此时 $F_4^*=0.500, F_{max}=0.818$; 在图 4 和图 5 中, r 取 $[r_5^*, r_2^*)$ 间的 0.70, 此时, $F_1^*=1.042, F_{max}=2.333$; 在图 6 和图 7 中, r 取 $[r_2^*, 1)$ 中的 0.95, 此时, $F_2^*=4.750, F_{max}=19$ 。对于权值代理 WA 承诺的每个赔偿价格,模拟了 100 000 次交易集合。其

中图 2、图 4 和图 6 描述了推荐权值代理 WA 承诺不同赔偿价格 F 时,实际成交次数与成功提供服务的次数。图 3、图 5 和图 7 描述了信任度代理 TA 和推荐权值代理 WA 每次交易的平均收益。

从模型的有效性和计算效率方面对比测试了基本赔偿的信任评估模型 TEMC 与典型的基于统计的信任模型 Sporas。TEMC 模型中,权值代理 WA 的可靠性 r 取值区间 $[0, 1]$, WA 根据可靠性 r 的取值不同,采取 A_2 中赔偿价格策略,信任度代理 TA 根据赔偿价格与权值可靠性采用 A_3 中策略。此时, r 取 $[0, r_4^*)$ 时, $F=0, y=0$; r 取 $[r_4^*, 1]$ 时,则分别按照上述参数值进行取值。图 8、图 9 和图 10 描述了 Sporas 和 TEMC 的信任计算误差率、信任计算量对比和网络负载对比。

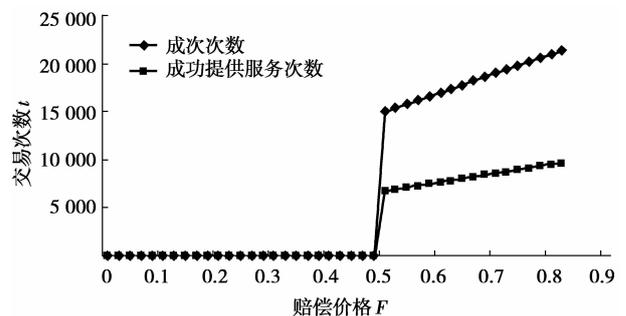


图 2 当 $r=0.45$ 时的交易结果

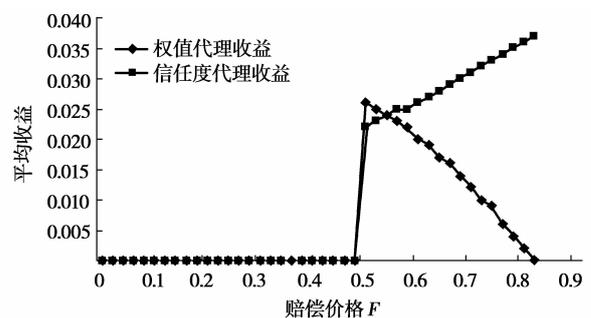


图 3 当 $r=0.45$ 时每次交易机会的平均收益

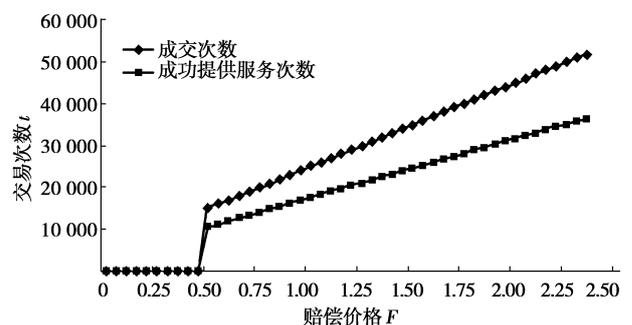


图 4 当 $r=0.70$ 时的交易结果

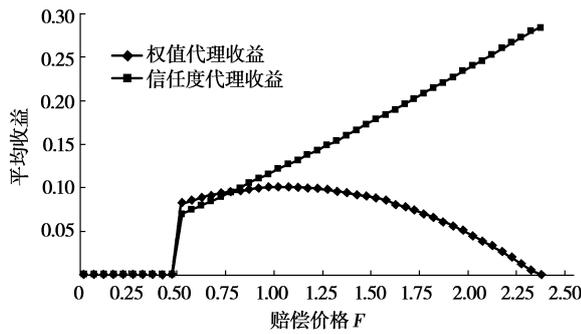


图 5 当 $r=0.70$ 时每次交易机会的平均收益

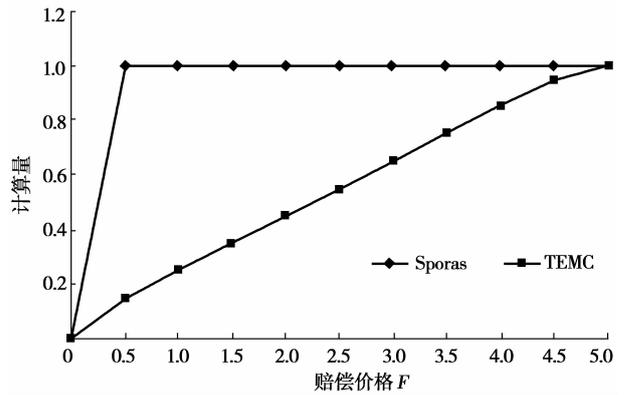


图 9 信任计算量对比

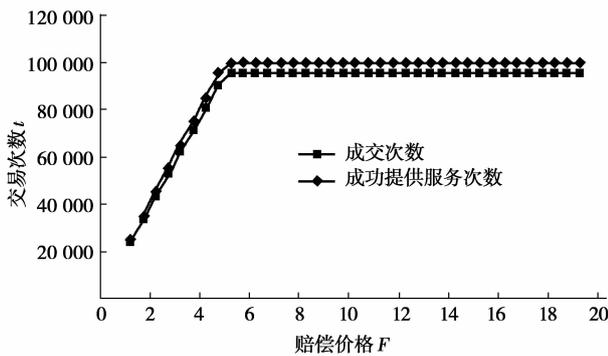


图 6 当 $r=0.95$ 时的交易结果

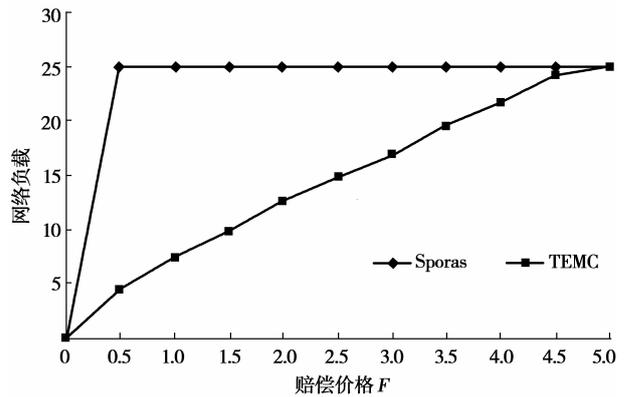


图 10 网络负载对比

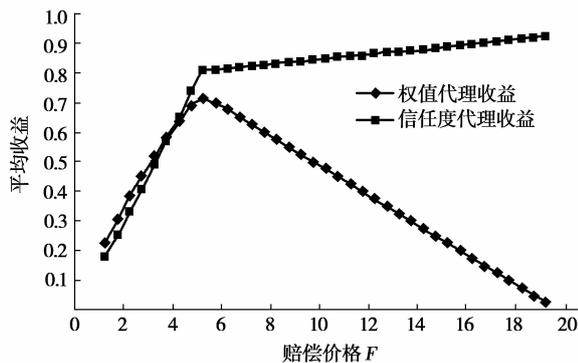


图 7 当 $r=0.95$ 时每次交易机会的平均收益

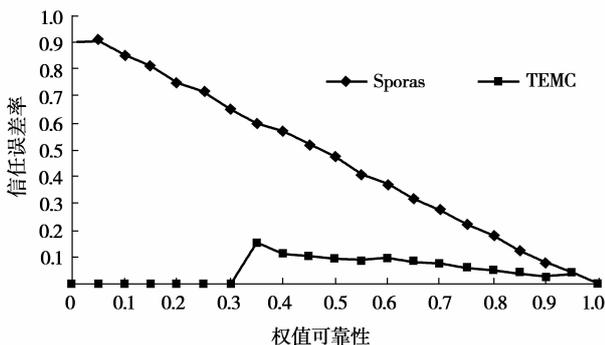


图 8 信任误差率

3.2 结果分析

上述仿真结果表明

1)在 3 种情况下,尽管承诺的赔偿价格 F^* 没有使权值代理 WA 获得最多的交易次数,但都使 WA 每次交易的平均收益最大,表明 WA 应该按照模型解给出的策略 A_2 来承诺赔偿价格,相应的信任度代理 TA 则可以根据 A_1 来判断推荐信任度的可靠性。

2)在以上的仿真参数下,TA 可以正确地判断推荐信任度的可靠性位于 $(0, 0.3333)$, $[0.3333, 0.5556)$, $[0.5556, 0.9070)$, $[0.9070, 1)$ 等 4 个区间中的哪一个,当信任度的可靠性位于 $[0.5556, 0.9070)$ 时,TA 则可以根据 WA 承诺的赔偿价格而按照式(8)准确地判断出来。

3)推荐权值代理 WA 承诺的最佳赔偿价格随着推荐信任度可靠性的增加而增加,因 WA 追求自身利益最大化的行为而使得 TA 有理由根据赔偿价格的高低来判断信任度可靠性的 大小。

4)可靠性高的信任度推荐能够给交易双方带来较大的收益,这与人们直观的认识相吻合。

5)图 8 中,当 $r < r_1^*$ 时,TEMC 没产生交易,因此其误差率为 0。当承诺赔偿价格较低时,因恶意

评估的机率较大,此时 TEMC 模型的实际交易次数远小于 Sporas 模型,从而有效地避免了恶意信任评估的风险,降低了信任评估误差率,提高了信任评估的准确性,从而也提高了网格服务的可靠性。

6)因交易次数的减少,也大大减少了信任评估计算量,从而提高了计算效率。另外,系统使用的权值代理 WA 信任度代理 TA,会根据模型选择是否交易,也降低了网格评估时信任评估值传递的通信开销。

4 结 论

在网格服务环境中,为避免对网格服务信任度的恶意评估,需要引入惩罚机制。针对评估过程中的信息不对称,借助博弈理论,提出了一种基于赔偿的信任评估模型,并对模型进行了求解。理论分析和仿真结果表明,该模型能够有效地解决网格环境下服务提供方如何辨识信任评估者的评估可靠性问题,从而可以主动地选择评估者。该模型与现有的信任评估模型相比,提高了信任评估的准确性和服务的可靠性,并简化了计算,降低了通信开销。在模型中,如何更好地确定相关参数以适应不同应用环境,以及和现有的信任模型在多种应用环境下的性能对比,是下一步需要继续进行的研究工作。

参考文献:

- [1] FOSTER I, KESSELMAN C, TUECKE S. The anatomy of the grid: enabling scalable virtual organizations[J]. International Journal of Supercomputer Application, 2001,15(3):200-222.
- [2] FOSTER I. Globus toolkit version 4: Software for service-oriented system [C] // Proc. of the IFIP International Conference on Network and Parallel Computing. Beijing:[s. n], 2005:2-13.
- [3] 马礼,郑纬民. 网格环境下的信任机制研究综述[J]. 小型微型机系统,2008,29(5):825-830.
MA LI, ZHENG WEI-MIN. Survy of research on dynamic trust mechanism in grid environment [J]. Journal of Chinese Computer System, 2008, 29 (5): 825-830.
- [4] KOVAC D, TRCEK D. Qualitative trust modeling in SOA [J]. Journal of Systems Architecture, 2009, 55(4):255-263.
- [5] ZHANG W, FANG B, HU M, et al. A trust-QoS enhanced grid service scheduling[J]. Chinese Journal of Computers,2006(7):1157-1166.
- [6] 文朱穆. 多域互操作环境中的动态信任与访问控制研究[D]. 武汉:华中科技大学计算机学院,2008.
- [7] BLAZE M, FEIGENBAUM J, LACY J. Decentralized trust management [C] // Proceedings of the 17th Symposium on Security and Privacy, May 16-18, 1996, Oakland, CA, USA. Oakland, CA: IEEE Computer Society Press, 1996:164-173.
- [8] ARTZ D, GIL Y. A survey of trust in computer science and the semantic web [J]. Journal of Web Semantics,2007,5(2):58-71.
- [9] AZZEDIN F, MAHESWARAN M. Evolving and managing trust in grid computing systems [C]// Proceedings of the IEEE Canadian Conference on Electrical&Computer Engineering, May 12-15, 2002, Winnipeg, Manitoba, Canada. [S. 1]: IEEE, 2002: 1424-1429.
- [10] AZZEDIN F, MAHESWARAN M. Towards trust-aware resource management in grid computing systems [C] // Proceedings of the 2nd IEEE/ACM International Symposium on Cluster Computing and the Grid, May 21-24, 2002, Berlin, Germany. [S. 1]: IEEE, 2002: 452-452.
- [11] AZZEDIN F, MAHESWARAN M. A trust brokering system and its application to resource management in pubic-resource grids [C] // Proceedings of the 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium, April 26-30, 2004, Santa Fe, New Mexico, USA. [S. 1]: IEEE, 2004:289-298.
- [12] BETH T, BORCHERDING M, KLEIN B. Valuation of trust in open network [C] // Computer Security, ESORICS'94, Third European Symposium on Research in Computer Security, November 7-9, 1994 Brighton, UK. [S. 1]: Springer Verlag Berlin, 1994:3-18.
- [13] ABUDL-RAHMAN A, HAILERS S. A distributed trust model [C] // Proceeding of the 1997 New Security Paradigms Workshop, September 23-26, 1997, Cumbia, UK. Cumbia, UK: ACM Press, 1997:48-60.
- [14] KAMVAR S D, SCHLOSSER M T. EigenRep: Reputation management in P2P networks [C] // Proceedings of the 12th Int 'l World Wide Web Conference, May 20-24, 2003, Budapest, Hungary. Budapest: ACM Press, 2003:123-134.
- [15] ZHANG Q, ZHANG X, WEN X Z, et al. Construction of peer-to-peer multiple-grain trust model [J]. Journal of Software, 2006,17(1):96-107.
- [16] YUAN L L, ZENG G S, JIANG L L, et al. Dynamic level scheduling based on trust model in grid computing [J]. Chinese Journal of Computers,2006(7): 1217-1224.
- [17] RICHARDSON M, AGRAWAL R, DOMINGOS P. Trust management for the semantic web [C] // Proceedings of the Second International Semantic Web Conference, 20-23 October 2003, Sanibel Island, FL, USA. [S. 1]: IEEE, 2003:351-368.
- [18] BIZER C, OLDAKOWSKI R. Using context-and content based trust policies on the semantic web [C] // Proceedings of the 13th international World Wide Web Conference on Alternate track papers&Posters, May 19-21, 2004, New York, NY, USA. [S. 1]: IEEE, 2004:228-239.
- [19] LI M S, YANG S B, FU Q F, et al. A grid resource transaction model based on compensation [J]. Journal of Software, 2006,17(3):472-480.
- [20] 姚国庆. 博弈论 [M]. 北京:高等教育出版社,2007.
(编辑 侯 湘)