

基于混合组合双向拍卖的网格资源分配方案

肖迎春 王汉武 李梦雄

(湖南大学信息科学与工程学院 长沙 410082)

摘 要 针对组合双向拍卖中节点或实体在单次拍卖中分别扮演资源提供者 and 资源需求者时所具有的不同特点,提出了混合组合双向拍卖模式,即在拍卖中节点本身不单是资源提供者同样也是资源需求者。在此前提下,结合信任度在资源分配安全性以及服务质量方面的作用,将信任度引入到定价调整中,从而优化资源的分配。仿真实验结果表明,所提出的资源分配方法在提高拍卖效率和单位效用正向激励以及防止恶意节点方面均优于已有方案。

关键词 网格,资源分配,混合组合,组合双向拍卖,信任度

中图分类号 TP393.08 **文献标识码** A

Grid Resource Allocation Based on Mixed Combinatorial Double Auction

XIAO Ying-chun WANG Han-wu LI Meng-xiong

(College of Information Science and Engineering, Hunan University, Changsha 410082, China)

Abstract Nodes acting as the resource providers or customers will play different roles in a single auction of the combinatorial double auction sessions or entities. Regarding this, we proposed a mixed combination double auction scheme which enables a node to be not only a resource provider but a customer. Under such a context we further adopted the so called credit mechanism into our resource allocation scheme, due to its positive effect on resource allocation security and quality of service. Specifically, we used trust as a parameter to determine and adjust the price of the resource, and further derived the optimal resource allocation scheme. The simulation results show that proposed algorithm can outperform previous methods in preventing malicious nodes, as well as improving the transaction rate and transaction's positive incentive auction efficiency.

Keywords Grid, Resource allocation, Mixed combination, Combinatorial double auction, Trust

网格作为新一代的网络计算与应用技术,其本质不是它的规模,而是它充分利用了互联网络中现有的软硬件资源,支持广域环境上的存储、数据、计算、信息和知识资源的共享、互用与互通、消除资源的孤岛,从而以低成本获得高性能^[1]。

在网格资源分配的研究中,结合成熟的经济模型是一个非常重要的方向,经济模型的运用将激励网格资源提供者构建大规模的网格环境,提高系统的可靠性和吞吐量,调节资源供需平衡,解决资源效用最大化等。在各种经济模型中,组合双向拍卖模型由于具有非常适用于网格环境的大规模、异构、动态等特点,现成为网格资源分配的研究重点^[2-5]。

信任机制同样是网格资源分配研究的重点^[6]。它提供了一个适合网格应用的开放、分布和动态特性的安全决策框架。相对传统的安全机制,信任模型能够对网格中实体信任度进行描述并且能够在网格实体间建立信任关系,使得网格系统变得更加健壮、安全^[7],信任模型中的惩戒机制可以对网格中的恶意节点进行惩罚,使其失去一定的网格权限直至驱逐出网格,使得网格系统变得更加可靠^[8]。

本文的研究工作是在现阶段组合双向拍卖中节点在单次拍卖中,充当资源需求方(买方)或资源提供方(卖方)中的单

一角色的基础上,提出了混合组合的形式,即在单次拍卖中,节点同时充当买卖双方提出资源的需求和供给两个诉求;另外,信任度全程参与从选取获胜节点到拍卖完成。据此,提出混合组合双向拍卖定价分配模型,以及相应的定价算法。

1 现有的组合双向拍卖模型

现有的组合双向拍卖理论的分配与定价模型基本如下,设有一个集合 k , 表示 k 种不同的资源, n 个拍卖参与方(包括买方和卖方), 每个参与方提供一个资源组合包, 表示为二元组 (a_j, p_j) 的形式, 其中 $j \in \{1, \dots, n\}$, $a_j = (a_{1j}, \dots, a_{ij}, \dots, a_{kj})$, 其中 $i \in \{1, \dots, k\}$, a_{ij} 表示第 j 个竞拍项目中所包含的第 i 种商品的数量, $a_{ij} > 0$ 表示对商品 i 的需求; $a_{ij} < 0$ 表示对商品 i 的供给; 而 $a_{ij} = 0$ 则表示商品 i 不在竞拍项目中。 p_j 表示投标人 j 对该资源组合的报价, $p_j > 0$ 表示竞买报价, $p_j < 0$ 表示竞卖报价。则组合双向拍卖问题可以用下面的模型来表示^[9]:

$$\max \sum_{j=1}^n p_j e_j \quad \text{s. t.} \quad \sum_{j=1}^n a_{ij} e_j \leq 0 \quad (1)$$

$$\forall i \in k, \forall j \in \{1, \dots, n\}, e_j \in \{0, 1\} \quad (2)$$

将通过以上模型求解出来的获胜买家按资源包平均价格

到稿日期:2013-07-27 返修日期:2013-12-27 本文受国家自然科学基金(6102461)资助。

肖迎春(1987—),男,硕士生,主要研究方向为计算机网络通信;王汉武(1980—),男,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为计算机网络、网络安全、网络演算和无线通信;李梦雄(1986—),男,硕士生,主要研究方向为无线网络通信。

降序排列得到买家列表,将卖家按资源包平均价格升序排列得到卖家列表^[9];但是当各类资源单价差异较大时,平均价格的排序会使得激励失效,提出基于单价的排序形式,能有效地避开资源单价差异较大带来的影响^[10]。

2 混合组合双向拍卖模型

在现有组合双向拍卖模型中,各节点都是随机充当买方或卖方,而没有考虑网格系统中,买卖双方不平衡的可能。买卖双方的不平衡就是网格市场的供需不平衡。这种供需不平衡在拍卖定价机制上大体有两种原因:一方面市场本身存在需求和供给不平衡;另一方面拍卖定价机制限制了供需诉求。在此针对后者进行分析研究。(1)在每一时刻,节点不可能只有需求或只有供给,至少放大到网格系统来看不会,所有节点在某一时刻不应该只充当买家或卖家。(2)买方节点的供给诉求未能在拍卖中得到实现,卖方节点的需求诉求同样也未能在拍卖中得到实现。那么,多数供给和需求资源未能参与竞拍,最终导致拍卖中的交易并不是最优交易,当资源类型越多时,问题会越严重。(3)现阶段的实验分析给出的买方和卖方数基本都是对等或接近的,但在现实网格环境中,拍卖一开始买卖双方的出现都是随机的,这会导致买卖双方不平衡以及相应的资源不平衡等问题,在此基础上进行的获胜竞拍节点的选取是非常低效率的。

对于以上问题,本文提出了混合组合的思想。每个节点向 GMA(Grid Market Auctioneer)提交混合组合包,包中表达所有需求和供给。在传送包的过程中,节点不扮演买方或卖方的角色。GMA 将混合包拆开成买方形式和卖方形式的包,到此时节点同时充当买方和卖方,或买方和卖方中的任意一方。混合组合资源价格包 $u_j = (u_{1j}, \dots, u_{nj})$, $u_{ij} > 0$ 表示节点 j 的第 i 类资源的单价,那么混合组合资源价格包 u_j 就是一个由正数组成的数组。 $n_j = (n_{1j}, \dots, n_{nj})$, $n_{ij} > 0$ 表示节点 j 需求第 i 类资源; $n_{ij} < 0$ 表示节点 j 供给第 i 类资源; $n_{ij} = 0$ 表示节点 j 对第 i 类资源没诉求;那么混合组合资源数量包 n_j 就是一个由负数、零和正数组成的数组。

3 混合组合双向拍卖中引入信任机制

将信任度加入到定价机制进行资源分配,能够很好地弥补定价机制本身在安全性、服务质量保障等方面的不足。节点信任度研究是关于资源分配的热门方向,但是并没有在学术界达成共识而形成规范的理论体系。信任度可以分为身份信任度和行为信任度两类,又包括直接或间接信任度、域内或域间信任度等方面。影响信任度的因素有时间、资源质量等^[11]。本文不讨论信任度计算细节,仅关注信任度的运用。

3.1 基于信任度的价格调整

文献^[10]提出了在基准信任度 T_0 (之前交易成功各节点的信任度均值)附近能够平稳调整价格,在其趋向信任度为 0 或 1 的区间上能够快速调整价格的方法;并选用了反双曲正切函数,通过伸缩平移变换得到需要的基于信任度的价格调整函数,如图 1 所示,实线为对买家的调整函数,虚线为对卖家的调整函数。该价格调整方案的选取虽然可以很好地实现信任度对价格的正向调整,并且较分段插值或样条插值有更好的可控性,但是仍旧存在如下问题:(1)在基准信任度左侧信任度偏低的区间能够实现快速调整价格,但是不能实现

区间性的整体控制,信任度低或极低的节点调整效果不够明显;(2)在对卖家调整时,信任度低的节点调整值在不到 2 的范围内,几乎达不到鉴别恶意节点的目的,同时对买方的调控是不对称的。

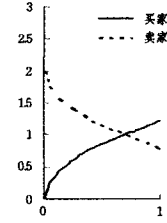


图 1 文献^[10]的价格调整函数

针对以上问题,提出并定义一个 T_{α} 参数, T_{α} 为虚拟交易信任阈值(Virtual trading trust threshold),即以以往多次交易中顺利完成交易的节点信任度最低值,取多次最低值的平均值,根据交易情况动态更新。 $f(t)$ 为等效价格调整函数,其在不同的情形下有不同的调整作用,具体分析如下:

1. 当节点作为买家时,调整函数 $f_b(t_j)$ 应满足:

(1) 设函数的定义域为 $(0, 1]$, 对于 $t_j = 0$ 的买家,等效报价不经函数调整直接赋 0 值并不让其参与竞价; $t_j = T_{\alpha}$ 的买家,调整系数为 1,即 $f_b(T_{\alpha}) = 1$ 。

(2) $f_b(t_j)$ 在区间 $(0, 1]$ 上连续且可导,保证任何相邻信任度之间的调整系数都能平滑过渡,实现调整的可操作性。

(3) $f_b(t_j)$ 为单调递增函数,随 t_j 的增大而增大。

$$df_b/dt_j > 0, \lim_{t_j \rightarrow 0} f_b(t_j) = 0$$

(4) 在 $(T_{\alpha}, 1]$ 的区间上能够快速地调整,并且大部分区域有较高的 $f_b(t_j)$ 值;在 $(0, T_{\alpha})$ 的区间上能够快速地调整,且大部分区域有较低的 $f_b(t_j)$ 值;从而较好地地区分不良或恶意节点。

$$\begin{cases} d^2 f_b/dt_j^2 > 0, & 0 < t_j < T_{\alpha} \\ d^2 f_b/dt_j^2 = 0, & t_j = T_{\alpha} \\ d^2 f_b/dt_j^2 < 0, & T_{\alpha} < t_j \leq 1 \end{cases}$$

符合上面 4 个条件的函数有正弦、余弦、反正切和部分小指数幂函数等,其中幂指数 a 等于 1/3、1/5、1/7 等分母为奇数、分子为 1 的幂函数有更好的二阶可导性,更加符合文中要求函数达到对报价的调整期望。考虑到函数在 $(0, T_{\alpha})$ 区间控制在较低调整值,在 $(T_{\alpha}, 1]$ 区间有相对明显的正向调整,选取幂指数 a 等于 1/5 的情况进行讨论。对 $f_b(t_j) = t_j \wedge (1/5)$ 进行伸缩平移使其变换得到 $f_b(t_j) = ((t_j - T_{\alpha})/T_{\alpha}) \wedge (1/5) + 1$, 在 $(0, 1]$ 定义域上的部分如图 2 实线所示。

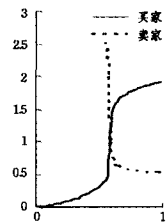


图 2 本文的价格调整函数

2. 当节点作为卖家时,调整系数 $f_s(t_j)$ 应满足:

(1) 函数的定义域为 $(0, 1]$, 对于 $t_j = 0$ 的卖家,等效报价不经函数调整,并不让其参与竞价; $t_j = T_{\alpha}$ 的卖家,调整系数为 1,即 $f_s(T_{\alpha}) = 1$ 。

(2) $f_s(t_j)$ 在区间 $(0, 1]$ 上连续且可导。

(3) $f_s(t_j)$ 为单调递减函数, 随 t_j 的增大而减小、减小而增大, 使函数对信任度逆向调整。

$$df_s/dt_j < 0, \lim_{t_j \rightarrow 0} f_s(t_j) \rightarrow \infty$$

(4) 在 $(T_w, 1]$ 的区间上能够快速地调整, 并且大部分区域有较低的 $f_s(t_j)$ 值; 在 $(0, T_w)$ 的区间上能够快速地调整, 且大部分区域有较高的 $f_s(t_j)$ 值; 从而较好地地区分不良或恶意节点。

由于买家和卖家基于信任度的调整是恰好相反的, 并且调整的幅度尽量一致, 倒数的性质符合这样的要求, 因此引入买家调整函数的倒数来作为卖家的调整函数, 定义域不包含 0, 有 $f_b(t_j) \neq 0$, 提供了可行性。如图 2 中虚线所示, 函数形式如下:

$$f_s(t_j) = 1/f_b(t_j)$$

文献[10]以及本文的价格调整函数分别如图 1、图 2 所示。

3.2 基于信任度调整的等效价格安全性分析

T_w 是一个虚设的参数, 信任度低于 T_w 的节点被认为其交易不太值得信任, 因此通过快速调整来避免, 所以在 T_w 以下的区间都维持着较低(买家)或较高(卖家)的调整系数。GMA 保存并更新着一份所有节点的信任度表, 对于新进入的节点, 信任度赋各成功交易的节点信任度的平均值; 对于信任度已经为 0 的节点, 直接让其不能参与竞拍。在成功完成交易之前, 信任度参与基于等效报价(资源包)选出竞胜节点和基于等效单价(资源)选出排队顺序这两个步骤, 买家或卖家公式分别如下:

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^n f_b(t_j) u_j e_j, \text{ s. t. } \sum_{j=1}^n n_{ij} e_j \leq 0, u_j = (\sum_{i=1}^k u_{ij} | n_{ij}) \\ f_b(t_j) u_{ij} \end{cases} \quad (3)$$

$$\begin{cases} \max \sum_{j=1}^n f_s(t_j) u_j e_j, \text{ s. t. } \sum_{j=1}^n n_{ij} e_j \leq 0, u_j = (\sum_{i=1}^k u_{ij} | n_{ij}) \\ f_s(t_j) u_{ij} \end{cases} \quad (4)$$

3.3 基于信任度调整的等效价格服务质量反映

服务质量既是服务(资源)本身的特性总和, 也是消费者感知的反应, 前者是客观的事实, 后者是主观的感受。作为资源交易的参考因素, 服务质量有着与价格几乎同等的重要性, 但是往往在网格资源的定价机制中容易被忽略。对于不同的用户, 同一个资源可能有不同的服务质量评价; 不同层次的资源却可能评价相似; 同一节点不同资源服务质量不一样, 节点总的服务质量难以衡量等等。信任度只从一定程度上表征了服务质量, 还很难全面、准确地反映服务质量的好坏, 但是为评判服务质量提供了基本的依据, 使得网格定价机制由单一参考价格的方式过渡到了多重参考的方式, 从而使得交易的结果更接近交易的期望^[12-14]。

4 网格资源分配与定价算法

根据以上的分析讨论, 在此给出分配算法:

(1) GMA 向网格系统广播拍卖开始, 所有的 n 个拍卖参与者分别向 GMA 发送混合组合资源包 A_j (Auction package), 其中包含一个混合组合资源价格包 u_j 和一个混合组合资源数量包 n_j 。

(2) GMA 将混合组合资源包拆成买形式的包和卖形式的包, 并剔除没有诉求的资源类。通过式(3)、式(4)中的上式

求得可以满足市场收益最大化并且保证资源需求都得到提供的获胜节点。并将买形式的获胜节点编号存入列表 L_b 中, 卖形式的获胜节点编号存入列表 L_s 中, 据此, 节点会出现同时充当买方和卖方形式或者买方和卖方中某一形式的情况; 也即获胜节点可能会出现在 L_b 和 L_s 中的两个或某一个。

(3) 针对资源 i , 将列表 L_b 中 n_{ij} 存在的节点编号存入列表 L_{b_i} , 通过式(3)中的 $f_b(t_j) u_{ij}$ 计算等效单价 eu_{ij} , 并将节点编号按 eu_{ij} 降序排列; 将节点需求资源数量 n_{ij} 存入列表 TL_{b_i} 。将列表 L_s 中 n_{ij} 存在的节点编号存入列表 L_{s_i} , 通过式(4)中的 $f_s(t_j) u_{ij}$ 计算等效单价 eu_{ij} , 并将节点按 eu_{ij} 升序排列; 将节点供给资源数量 n_{ij} 存入列表 TL_{s_i} 。

(4) 对于资源 i , 列表 L_{b_i} 中排最前面的节点 b_{NO1} 与列表 L_{s_i} 中排最前面的节点 s_{NO1} 先交易, 完成后查询节点 b_{NO1} 的交易完成数量是否满足其需求数量。一方面, 当交易完成数量小于其需求数量时, 说明节点 s_{NO1} 供给数量不够, 节点 b_{NO1} 与列表 L_{s_i} 中排名次之的节点 s_{NO2} 开始交易。另一方面, 当交易完成数量等于其需求数量时, 若节点 s_{NO1} 剩余供给数非零, 那么让列表 L_{b_i} 中排名次之的节点 b_{NO2} 与节点 s_{NO1} 开始交易; 若节点 s_{NO1} 剩余供给数为零, 那么让列表 L_{b_i} 中排名次之的节点 b_{NO2} 与列表 L_{s_i} 中排名次之的节点 s_{NO2} 开始交易。当买方形式节点都完成了资源 i 的交易, 才转向对资源 $i+1$ 进行分配。依据上面的方法, 直到所有的 k 个资源都完成分配。

(5) GMA 根据买方交易中来自不同卖方的资源数量以及对应的交易价格计算总的支出, 根据卖方交易中不同买方的资源数量以及对应的交易价格计算总的收入。买方和卖方就某资源的交易价格 = (买方单价 + 卖方单价) / 2。

5 仿真和对比分析

5.1 混合组合拍卖和随机参与拍卖的仿真比较

现阶段, GMA 广播拍卖开始后节点都是随机充当买方或卖方, 这种随机性必定会增大两者数量不平衡的可能。这种不平衡不是一般资源供需不平衡, 不能简单地通过价格的机制予以解决。我们从不同方面来分析这种不平衡对相关问题的影响: (1) 竞拍效率分析; (2) 交易效用分析。

1. 竞拍效率分析

假定两类资源的分配、资源单价都服从随机正态分布。其中, 均值为需求和供给方各自对资源的集中估价。对于资源需求者, 资源 A 设定为 (200, 40, 1, n)、B 设定为 (80, 20, 1, n); 对于资源提供者, 资源 A 设定为 (180, 40, 1, m)、B 设定为 (70, 20, 1, m)。资源需求数都采用 [0, 5] 内的均匀分布。根据不同的 $n:m$ 值, 使用 matlab 仿真求得竞胜节点的个数, 并根据竞胜节点个数以及拍卖总参与个数求得竞拍效率 (竞拍效率 = 拍卖完成个数 / 总的竞拍个数)。在节点数为 100 的情况下, 根据不同的供需比例重复仿真 10 次。通过去掉两端的极端值求取截尾均值并拟合成曲线, 如图 3 所示。

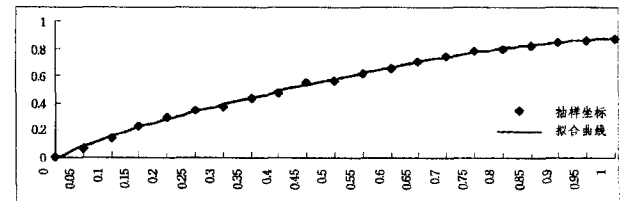


图3 竞拍效率与供需平衡的关系

在供给方/需求方的情况下,有同上类似的结果。由此可知,资源供需方不平衡(参与数量的不平衡)与竞拍效率是密切相关的。当供需各方越不平衡时,竞拍效率越低;当供需各方越接近平衡时,竞拍效率相对越高。随机性的定义指出随机是偶然性的一种形式,具有某一概率的事件集合中的各个事件所表现出来的不确定性。由此可知,对于网格系统,不管其本身供需各方以及供需各方资源数量是否平衡,节点随机地参与拍卖必定会加入更多不确定性,也必然会增大不平衡性。采用混合组合的形式,资源所有的诉求都能参与拍卖,那么买卖方比例是唯一确定的。在此基础上的不平衡完全是网格系统资源数量的不平衡,可以通过具体的市场调控来解决。

所以,通过分析可知随机参与拍卖会导导致拍卖效率低,且难以预测分析;而混合组合形式能够最大化网格系统竞拍效率,可以很好地定量分析。

2. 交易效用分析

各节点对 A、B、C 和 D 资源总的供需诉求如表 1 所列。下划线标注部分为现有的组合双向拍卖模型下节点充当买方或卖方随机参与竞拍的情况。对于 A 和 B 资源,节点 1、4 和 5 提出了需求,节点 2、9 和 12 提出了供给;对于 C 和 D 资源,节点 3、6 和 11 提出了需求,节点 7、8 和 10 提出了供给。但是,由表 1 可知,各节点对 4 种资源几乎都是有诉求的,由于现有模型的限制,并不能在一次拍卖中全部表达出来。

表 1 某时刻 12 个节点的资源供需诉求

节点标号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
资源 A 的数量	<u>2</u>	<u>-3</u>	-2	<u>3</u>	<u>2</u>	-3	0	3	<u>-2</u>	1	-1	<u>-2</u>
资源 B 的数量	<u>3</u>	<u>-1</u>	-2	<u>1</u>	<u>1</u>	-2	2	1	<u>-1</u>	2	-2	<u>-3</u>
资源 C 的数量	-3	0	<u>1</u>	-2	-1	<u>1</u>	<u>-3</u>	<u>-2</u>	2	0	<u>2</u>	3
资源 D 的数量	-2	0	<u>2</u>	-2	-3	<u>2</u>	<u>-2</u>	<u>-1</u>	3	<u>-3</u>	<u>2</u>	2
资源 A 的单价	14	12	8	11	16	10	13	12	14	10	9	11
资源 B 的单价	241	218	205	230	248	183	216	220	227	208	192	210
资源 C 的单价	8	5	4	4	1	6	3	5	8	9	25	7
资源 D 的单价	39	47	41	43	5	43	35	41	50	45	120	55
节点信任值 t	0.95	0.65	0.82	0.70	0.10	0.50	0.78	0.75	0.72	0.72	0.30	0.85

现阶段只对资源 A、B 的竞拍进行分析讨论,且不考虑信任度。假定第一轮未参与 A、B 资源拍卖的节点都在第二轮参与竞拍,通过文献[9]的算法分别对两轮拍卖求得竞胜节点,并求出各节点对资源 B 的单位效用(定义:买家单位效用=单价-单位交易价格;卖家单位效用=单位交易价格-单价),如表 2 所列。采用混合组合形式后,所有对 A、B 资源有供需的节点都在第一轮参与竞拍,除 9 号节点外都为获胜节点,并求出各节点对资源 B 的单位效用,如表 3 所列。对于资源 A 的详细分析如图 4 所示。

通过图 4 的比较分析可知,现有的组合双向拍卖导致节点的效用是无规律的,出价更高的买方节点可能比出价更低

的买方节点效用还低;出价更低的卖方节点可能比出价更高的卖方节点效用还低。这样的资源分配结果非常不利于通过价格杠杆鼓励资源提高购买价、降低卖出价,以达到提高交易量和交易效用的目的。采用混合组合形式,揭示了当前时刻网格市场的全部资源,从而使得出价高的买方节点有更高的交易效用,出价低的卖方节点也有更高的交易效用。即使在节点 2 和 10 出现了负效用,也是因为节点 2 卖出价太高,节点 10 买入价太低。它们可以选择接受并完成交易,也可以选择调整价格后在下一轮重新竞拍。这样的资源分配结果更能激励买家提高价格、卖家降低价格,并且惩戒那些出价低的买家和出价高的卖家,从而可以形成一个稳定的网格拍卖系统。

表 2 现有的组合双向拍卖

节点标号	5	1	4	8	7	10	6	11	3	12	2	9
B的单价	248	241	230	220	216	208	183	192	205	210	218	227
单位效用	19.0	14.2	1.5	19.5	15.5	4.7	17.5	10.0	1.5	15.5	11.5	1.5

表 3 混合组合双向拍卖

节点标号	5	1	4	8	7	10	6	11	3	12	2	9
B 的单价	248	241	230	220	216	208	183	192	205	210	218	227
单位效用	32.5	26	12.5	7.5	3	-5.5	30.8	24.5	10	1.7	-5	removed

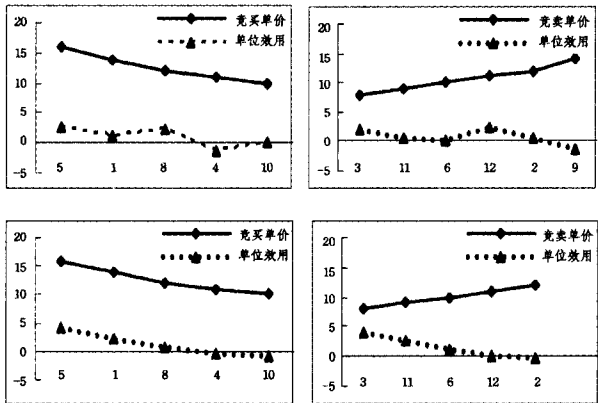


图 4 各个节点单价与单位效用

5.2 基于信任调整定价的混合组合双向拍卖

参照 5.1 节中表 1 的数据,引入各节点的信任度值,使用第 4 节讨论的算法。资源竞拍采用混合组合的形式,那么表中 12 个节点都参与 A、B、C 和 D 资源的竞拍,在此只分析 C 和 D 资源的分配,并分别就文献[10]提到的信任度调整函数和本文提到的调整函数仿真比较。所有 12 个节点中,节点 5 作为卖方提供了最低价,节点 11 作为买家提供了最高价,但两者信任度很低,我们认为跟它交易可能存在欺诈,是不安全恶意的节点,应该在求解竞胜节点的环节将其排除。结合第 4 节的算法使用 matlab 对两种方法分别仿真。文献[10]的信任度调整定价的函数,指定 $T_0=0.7, \epsilon=0.05$,筛选出 6、8 和 10 不能参与下一轮竞拍,其中两个恶意节点并未被选出。采用本文的定价调整函数,选取虚拟交易信任阈值 $T_{cr}=0.5$,

筛选出 5、8 和 11 节点,其中恶意节点 5 和 11 很顺利地选出,表明本定价调整函数更加优越。具体分析结合 3.1 节图 1、图 2 以及本节图 5。

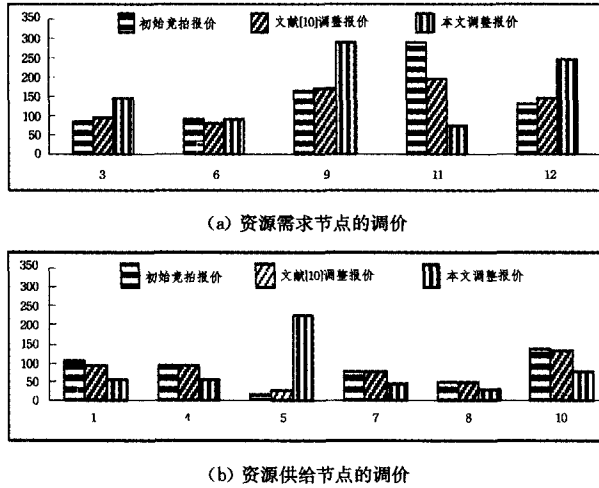


图 5 信任度调整定价

图 5 中,横线纹柱形条为初始竞拍报价,斜线纹柱形条为采用文献[10]的调整竞拍报价,竖线纹柱形条为本文的调整竞拍报价。买方节点 11 为恶意节点,前一方法调整后的竞拍价仍然是各买方节点中的最高价,由筛选竞胜节点的算法可知,节点 11 很难被剔除;本文提供的方法调整后的竞拍价为各买方节点中的最低价,从而较容易剔除。卖方节点 5 同样是恶意节点,前一方法调整后的竞拍价仍旧是各卖方节点中的最低价,节点 5 同样很难被剔除;而本文给出的方法将其调整为各卖方节点中的最高价,使其较容易剔除。

5.3 混合组合与信任调价的双向拍卖网格资源分配

之前相关文献实验数据的选取,建立在资源需求方和资源供给方数量比较接近,资源需求方的需求数量和资源供给方的供给数量也比较接近的基础上。本文尝试使用混合组合与信任调价的双向拍卖分配方式对大量节点以及更多资源进行仿真。节点共计 100 个,其中恶意节点为 10%,信任度服从 $(0, 0.4]$ 的均匀分布;其他节点信任度服从均值为 0.7、标准差为 0.15 的正态分布。资源数量共计 12 个,价格均值设置从 200 到 8 梯度分布,标准差为均值 10% 的正态分布;资源供需个数服从 $[0, 4]$ 的随机均匀分布。重复仿真 50 次,对竞拍效率、鉴别恶意节点以及单价 100 的单位效用分析如图 6 所示。

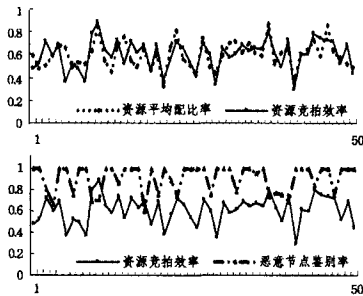


图 6 资源竞拍效率与资源平均配比率、恶意节点鉴别率的关系

通过分析仿真实验的结果(见图 6、图 7)可知,(1)本文采用混合组合的形式可以最大化地提高竞拍效率,资源竞拍效率很大程度上取决于当前参与竞拍的各个节点资源的平均配比率,资源平均配比率高,相对竞拍效率普遍更高,资源平均

配比率低,相对竞拍效率普遍更低。(2)竞拍效率越低,恶意节点鉴别越快,说明恶意节点在求解竞胜节点的环节能够被优先选出,证明了信任度调价的可靠性。但是本文的算法并没有保证恶意节点能够在求解竞胜节点的环节全部被选出,很大部分原因是各个资源的配比率太复杂,难以满足求解竞胜节点公式关于剩余效用最大化以及资源提供必需满足资源需求的要求。(3)图 7 中虚线为等效单价,实线为单位效用。列举了单价为 100 的资源在仿真中 3 种不同情况下的单位效用分析,第一组为恶意节点全部选出,等效单价与单位效用如图 7(a)所示;第二组为恶意节点未被完全选出,但是单位效用为负,如图 7(b)所示;第三组为恶意节点未被完全选出,且单位效用为正,如图 7(c)所示。对于第二组和第三组中出现的问题,本文设想可以通过单位效用为负的节点放弃交易在下一轮中重新参与竞拍以及在交易过程查阅信任度并设置信任阈值这两种方式来解决。

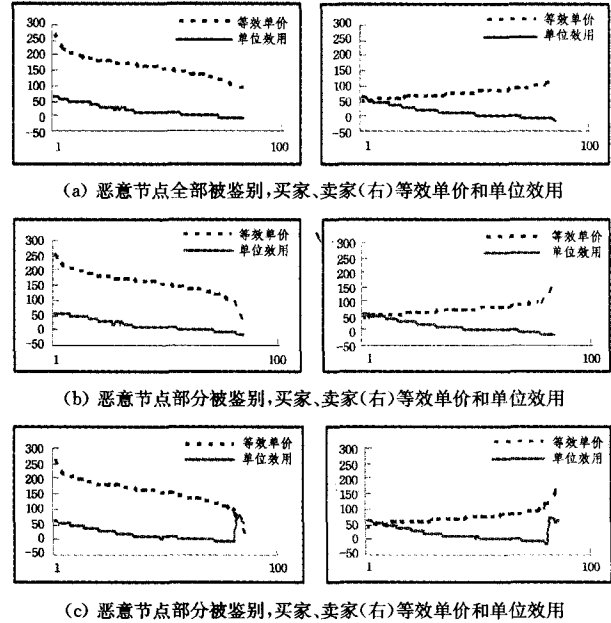


图 7 等效单价与单位效用

结束语 本文在节点单一角色竞拍以及实验数据设计中买卖双方和资源数量比较接近所带来的诸多问题的基础上,引进了混合组合的方法,以求能够真实模拟网格资源分配。混合组合引进的定价调整函数也较之前的方法更有助于筛选恶意节点。通过相关仿真实验验证了混合组合以及信任度调价在提高竞拍效率、效用合理分配以及恶意节点鉴别中表现出来的良好特性。由于实验数据的选取尽可能地模拟现实网格系统对资源的真实供需诉求,因此资源的匹配比率有很大范围的波动性。本文的方法旨在求最大化竞拍效率、保证资源的合理分配和单位效用正向激励。同时也正是这种匹配的波动使得并未出现某些文献中提到的在求解竞胜节点时能够完全鉴别恶意节点的情况。接下来的相关工作是结合定价对恶意节点的鉴别展开进一步的研究。

参考文献

- [1] Wang X Y, Wang X W, Huang M. A Double Auction Method for Resource Management and Bidding Strategy on Grid Resources [C]// 2010 IEEE Fourth International Conference on Genetic and Evolutionary Computing. 2010:422-425

(下转第 172 页)

从表 2 中的实验结果可以得出,当平均每个社区有 2 个友群时,合谋社区的信任度均未高于 0.4,且多数分布于(0—0.2)的极低信任度等级上,同时随着平均社区友群数的增加,系统的抗合谋攻击能力也不断增强,当平均每个社区有 4 个友群时,90%以上的合谋社区的信任值均位于(0—0.2)等级上,同时,80%以上的非合谋社区信任分布在(0.8—1)的高信任等级上。

结束语 本文提出了一种计算陌生节点信任度的推荐模型,并给出了具体的计算方法。模型使用局部信誉大大提高了推荐证据的可靠性及准确性,同时通过社区域对节点个数进行隔离,有效地降低了算法的复杂度。进一步引入社区关联信任度解决社区推荐中可能存在的合谋攻击,很好地抑制了社区的合谋攻击,提高了对陌生节点的信任度计算准确性。

参 考 文 献

- [1] 包昌火,谢新洲,申宁. 人际网络分析[J]. 情报学报, 2003, 22(3):366-374
- [2] Golbeck, Jennifer, Hendler, et al. Inferring binary trust relationships in Web-based social networks[J]. ACM Transactions on Internet Technology(TOIT), 2006, 6(4): 497-529
- [3] 张胜兵,蔡皖东,李勇军. 一种基于博弈论的社交网络访问控制方法[J]. 西北工业大学学报, 2011, 29(4): 652-657
- [4] Bhuiyan T, Xu Y, Josang A. Integrating trust with public reputation in location-based social networks for recommendation making[C] // Proceedings of IEEE/W/IC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technolo-

gy. Sydney, NSW, 2008:107-110

- [5] 陈庆余,刘建伟,刘靖. 半去中心化的社交网访问控制方案[J]. 计算机工程与应用, 2011, 47(20): 85-87, 95
- [6] Brickley D, Miller L. FOAF Vocabulary Specification 0.91. Namespace Document[OL]. <http://xmlns.com/foaf/0>
- [7] 乔秀全,杨春,李晓峰,等. 社交网络服务中一种基于用户上下文的信任度计算方法[J]. 计算机学报, 2011, 34(12): 2403-2413
- [8] Li Xiong, Ling Liu. A Reputation-Based Trust Model for Peer-to-Peer Ecommerce Communities [C] // Proceedings of IEEE Conference of E-Commerce. ACM Press, 2003: 275-284
- [9] 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
- [10] 刘耀庭. 社交网络结构研究[D]. 杭州: 浙江大学计算机学院, 2008
- [11] Chou A Y. The analysis of online social networking; How technology is changing e-commerce purchasing decision[J]. International Journal of Information Systems and Change Management, 2010, 4(4): 353-365
- [12] 乔歆新,朱吉虹,沈勇. 手机移动社交网络的用户研究[J]. 电信科学, 2010, 26(10): 109-113
- [13] 鲍捷,程久军. 基于社交网络的群体信任算法[J]. 计算机科学, 2012, 39(2): 38-42
- [14] 王勇,代桂平,侯亚荣,等. 基于模糊逻辑的群体信任模型[J]. 北京工业大学学报, 2010, 36(7)
- [15] 王勇,代桂平,侯亚荣,等. 基于主观逻辑的群体信任模型[J]. 通信学报, 2009, 30(11): 8-14

(上接第 154 页)

- [2] Zhao L Y, Liu F. Service-oriented Pricing and Resource Allocation in Grid Computing Environment [C] // 2011 International Conference on Electronic & Mechanical Engineering and Information Technology. 2011: 3927-3930
- [3] Schneider S, Shabalin P, Bichler M. On the robustness of non-linear personalized price combinatorial auctions [J]. European Journal of Operational Research, 2010(206): 248-259
- [4] Christopher T, Parkes C. Cryptographic combinatorial securities exchanges [C] // The 13th International Conference on Financial Cryptography and Data Security, Feb 23-26, 2009. Accra Beach, Barbados: Springer Verlag, 2009: 285-304
- [5] Xia M, Stallaert J, Whinston A B. Solving the combinatorial double problem [J]. European Journal of Operational Research, 2005, 164(1): 239-251
- [6] Ma J, Orgun M A. Trust management and trust theory revision [J]. IEEE Trans on System, Man and Cybernetics Part A: System and Human, 2006, 36(3): 451-460
- [7] Vijayakumar V, Wahidhabanu R S D. Trust and reputation aware security for resource selection in grid computing [C] // 2008 International Conference on Security Technology Proceedings. Sanya, China, Dec. 2008: 121-124
- [8] Yuan L L, He Z J, Zeng G S. A Resource Trade Model Based on Trust Evaluation for Grid Computing [C] // IFIP International

Conference on Network and Parallel Computing-Workshops. 2007: 506-511

- [9] Li L, Liu Y A, Ma X L. Grid resource allocation based on the combinatorial double auction [J]. Acta Electronica Sinica, 2009, 37(1): 165-169
- [10] Yang M, Liu Y A, Ma X L. Research on Grid Resource Allocation Based on Equivalent Price [C] // ISECS International Colloquium on computing, Communication, Control, and Management. 2009: 148-152
- [11] Wang K, Li L, Hausheer D. A Trust-Incentive-based Combinatorial Double Auction Algorithm [C] // IEEE/IFIP Network Operations and Management Symposium NOMS 2010: Mini-conference. 2010: 209-215
- [12] Gan Z B, Xiao X L, Li K. A Multi-dimension Trust Risk Evaluation for E-commerce systems [C] // IEEE, Eighth Web Information Systems and Applications Conference. 2011: 143-149
- [13] Xu X Q, Yang L. A Multi-dimensional and Multi-directional Trust Model for Federated Identity Management [C] // International Conference on Instrumentation, Measurement, Computer, Communication and Control. 2011: 512-515
- [14] Li X Y, Zhou F, Yang X D. A multi-dimensional trust evaluation model for large-scale P2P computing [J]. J. Parallel Distrib. Comput, 2011(71): 837-847