

一种激励诚实汇报的网格市场资源交易模型

胡玲玲¹, 于彦飞², 杨寿保¹, 申凯¹, 武斌¹

(1. 中国科学技术大学计算机科学技术系, 安徽合肥 230027; 2. 中国科学技术大学火灾科学国家重点实验室, 安徽合肥 230027)

摘要: 网格市场中, 理性自私的资源提供者有较强的动机偏离所承诺的服务质量, 现有交易模型根据历史汇报来衡量交易双方的信任关系, 对汇报是否诚实缺乏足够关注. 因此提出一种激励诚实汇报的交易模型, 激励理性用户趋向诚实的汇报, 并基于汇报评估资源服务可信度, 引导用户进行合理的资源选择. 模拟试验表明, 该模型可以有效规范网格交易市场, 减少交易风险.

关键词: 网格市场; 交易模型; 诚实汇报

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A doi:10.3969/j.issn.0253-2778.2010.01.015

IBTM: An incentive-based transaction model by encouraging truthful reporting in the grid market

HU Lingling¹, YU Yanfei², YANG Shoubao¹, SHEN Kai¹, WU Bin¹

(1. Department of Computer Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China;
2. State Key Laboratory of Fire Science, University of Science and Technology of China, Hefei 230027, China)

Abstract: In the grid market rational and selfish resource providers have strong incentives to deviate from the advertised quality of service (QoS). The current transaction models analyze the trust relationships between providers and users based on historical reports, with insufficient attention to their truthfulness. A new transaction model is proposed to inspire users to report truthfully and estimate providers' service trust, leading users to select resources rationally. Simulation results indicate that the model can effectively regulate the grid market and reduce transaction risk.

Key words: grid market; transaction model; truthful report

0 引言

网格把用通信手段连接起来的资源无缝集成为一个有机的整体. 它为用户提供一种新型计算平台, 在这个平台上对来自客户的请求和提供资源的能力之间进行合理的匹配, 为用户的请求选择合适的资源服务, 从而实现广域范围的资源共享. 但由于不同应用对资源需求的差异性, 传统的集中资源分配方

法在网格环境下难以实现也不能满足应用需求. 近年来, 随着网格计算研究的展开, 市场机制被应用于网格资源分配的研究^[1-3]. Buyya 等^[4-5]从用户成本、供求关系等经济学角度出发, 建立了网格市场模型, 并提出了基于时间和成本约束(DBC)^[6]的资源选择策略.

目前基于经济理论的网格市场的研究, 用服务质量(quality of service, QoS)来描述一个服务的性

收稿日期: 2008-03-26; 修回日期: 2008-06-20

基金项目: 国家自然科学基金(60673172, 60273041)和中国高技术研究发展(863)计划(2006AA01A110)资助.

作者简介: 胡玲玲, 女, 1983年生, 硕士生. 研究方向: 网格计算与对等网络. E-mail: lnghu@mail.ustc.edu.cn

通讯作者: 杨寿保, 教授. E-mail: syang@ustc.edu.cn

能特点。QoS 是一个综合指标,它不仅满足单一的性能参数要求,还以用户可理解的语言表述为一组参数,是对服务提供者服务水平的一种度和评价。已有的研究往往假设交易双方是诚实守信的,服务提供者与用户之间达成有关服务类型、服务质量等方面的合约即服务等级约定(service level agreement, SLA),该约定规定了服务提供者必须为用户提供的具体服务参数,交易中不存在恶意欺骗的行为。但是在以追求交易者自身利益为首要目标的网格市场中,这种过于理想化的假设很难满足,因此必须提供一种诚信交易的机制保证 SLA 的履行。在合约不能被强制执行的市场中,信任机制已被作为一种资源发现和有效选择的手段^[7-8],资源使用者通过获得的资源提供者的相关历史行为,选择可信资源,达到保护自身的目的。得克萨斯州大学的 Liu 等^[7]提出了一个基于服务质量的选择模型,考虑了来自用户和其他商业交易标准的反馈。莫那什大学的 Kalepu 等^[8]提出了一个新的考虑信誉值和 SLA 条款的 QoS 度量方法 verity,用于网络服务和提供商的选择。

现有的一些交易模型^[9-12]主要是根据用户历史汇报(如交易经验或其他实体的评估)来衡量交易双方之间的信任关系,着重于对资源提供者的信任评价,对汇报是否诚实缺乏足够的关注。郭磊涛等^[11]借助社会网络信任关系模型,构建了一个基于矢量空间的分布式信任模型。张煜等^[12]基于经济学的一般均衡理论,提出自适应的信任-激励相容的资源分配机制。本文提出了一种激励诚实汇报的交易模型,在博弈分析的基础上通过有效的奖励,激励理性用户趋向诚实的汇报,且在评估资源使用者的汇报可信度基础上评估资源提供者的服务可信度,强化网格市场中诚实的信任关系,帮助用户选择可用资源,从而规范网格交易市场,减少交易风险。

1 激励诚实汇报的交易模型

本文提出了激励诚实汇报的机制,将其引入网格市场中的交易模型,以弥补现有模型在诚信交易方面的不足。本部分内容组织如下:首先为激励诚实汇报交易模型给出相关定义;然后简单介绍交易流程;再通过博弈分析的方法,奖励诚实汇报的用户,激励理性用户的诚信行为,且评估资源使用者的汇报可信度和资源提供者的服务可信度,以此阐述本模型的核心机制,即激励诚实汇报。

1.1 相关定义

网格把地理上分布的个人计算机、工作站、集群、科学仪器以及其他资源、用户联系起来,在网格市场中,每个网格实体都可以看成是独立的节点。本文把网格市场交易模型中的参与者分为服务商、消费者、中心节点和银行。

服务商和消费者 服务商即资源提供者,消费者即资源使用者。一个节点既可以是服务商又可以是消费者,也可以同时扮演服务商和消费者的角色,因为它在向其他的消费者提供资源的同时,也可以从别的服务商那里请求自己所需的资源。

中心节点 提供注册服务,实现交易匹配,收集和合计消费者的汇报,激励诚实汇报的消费者,计算并更新相关信任值。

银行 收取消费者为所享服务的付费,惩罚未履行所承诺服务质量的服务商。

交易模型中其他术语在本文中含义如下:

信任 对一个实体身份和行为的可信度的评估,与实体本身的可靠性、诚实性和性能有关。信任是一个主观概念,取决于历史经验。

服务可信度 消费者认为服务商为其提供满意服务的能力,即服务商实际履行其通告的 SLA 的服务质量的能力。每一个具体的 SLA 都有其服务可信度 T_p ,为消费者选择服务时的考虑因素之一。

汇报可信度 消费者汇报的可信程度。每一个消费者使用服务后向中心节点汇报服务质量,中心节点计算其对具体 SLA 汇报的可信程度 C_p ,作为计算服务商服务可信度的权值。

1.2 交易流程

图 1 给出了奖励诚实汇报的交易模型中各实体间的通信,资源交易过程为:

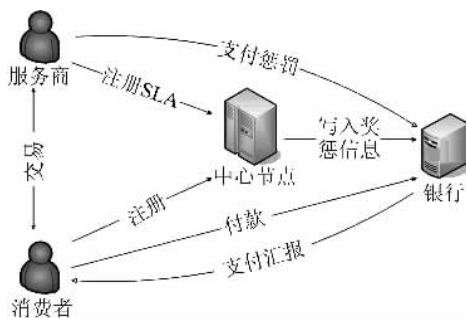


图 1 各实体间的通信

Fig. 1 Communication of the objects

①服务商和消费者在中心节点中注册。服务商通告 SLA 并且提供相应的服务,消费者向中心节点

提交服务请求。

②中心节点为消费者选择服务可信度高的资源,实现服务商和消费者间的匹配。

③消费者对所请求服务向银行付费,并与服务商直接交互,调用所需服务。

④中心节点收集消费者的汇报,计算对诚实汇报的消费者的奖励金额,计算消费者的汇报可信度,并更新服务商的服务可信度。

⑤银行对诚实汇报的消费者支付奖励金,惩罚不履行承诺的服务商。

1.3 交易模型的核心机制:激励诚实汇报

网格市场中,交易双方存在严重的信息不对称现象:服务商和消费者互不认识,服务商完全掌握自己资源的信息状况,而消费者在使用资源前不能直接检查资源,所掌握的信息就只来源于服务商对资源的描述。由于信息的严重不对称,可能导致非诚信的交易,使得交易双方倾向于追求个人利益最大化。理性自私的服务商有较强的动机降低所承诺的服务质量;消费者出于一定的动机对所享服务向中心节点不诚实地汇报所享服务,比如:错误地报告低的服务质量来减少服务商的信誉,促使服务商在以后的交易中被迫地降低服务价格;错误地报告导致服务商信誉降低,使与其交易的消费者减少,而独享其高质量的服务;错误地报告高质量的服务,以从服务商那里取得更优质的服务或潜在的奖赏。

本文关注于消费者汇报的可信性,基于博弈分析,通过激励诚实汇报的方法,使得消费者倾向于诚实汇报所享服务。中心节点根据汇报,得到消费者的汇报可信度,并进一步评估服务商的服务可信度,从而有效甄别非诚实的资源,引导消费者进行合理的资源选择。

1.3.1 博弈分析

针对消费者出于一定的动机向中心节点不诚实地汇报所享服务,借助于博弈论的方法^[13]分析得出,当消费者诚实汇报所享的服务质量时,资源供求双方处于一种那什均衡,总是可以找到一种激励机制使得诚实汇报成为消费者的最佳选择。

本文依靠经济上的激励而不是强制的安全措施,使得消费者诚实汇报为最优选择。消费者诚实汇报时,中心节点对消费者的激励(reward)超出消费者通过说谎而获得的收益。

对于每一个具体的服务,服务商提供的SLA中指定了QoS的每一个质量属性,设 $Q = \{q_1, q_2, \dots,$

$q_n\}$ 是所有质量属性的集合, $V_i = [v_{\min}, v_{\max}]$ 是属性 q_i 的值域。这里假设 $v_i < v_j$ 时,消费者倾向于选择更优质的服务 v_j ,并且质量属性取值小于 v_k 的概率是 $\lambda \in (0, 1)$ 。消费者调用所请求的服务后,向中心节点汇报服务质量,即关于指定SLA的各质量属性的实际值的汇报 $f = (v_i)$ 。每隔一段时间,关于同一个SLA的汇报被中心节点汇集到一个集合中,对于每一个汇报 $f = (v_i)$,中心节点随机选择一个来自另一个消费者关于同一SLA的汇报 $f' = (v'_i)$ 。属性 q_i 的每一对值若 $v_i = v'_i \neq \text{null}$,则中心节点支付 $\varphi_i(v_i)$,若 $v_i \neq v'_i$ 则中心节点支付 $\varphi_i(v_i) = 0$,得出中心节点对消费者的汇报的奖励金额为 $\sum_{q_i \in Q} \varphi_i(v_i)$ 。

一个诚实的汇报的期望效益等于所有 $\varphi_i(v_j)$ 的加权和。支付 $\varphi_i(v_j)$ 的概率取决于这个汇报和随机选取的相关汇报都对属性 q_i 取值 v_j 的概率 $\lambda_i(v_j)$,两个事件假设为独立的,则消费者向中心节点一次诚实汇报的期望收入,如公式(1)所示:

$$E = \sum_{q_i \in Q} \sum_{v_j \in V_j} \varphi_i(v_j) \lambda_i(v_j)^2 \quad (1)$$

消费者通过说谎而获得的最大收益 θ 取决于具体的应用,当 $\theta \leq E$ 时,消费者对于不诚实的汇报失去兴趣。此时,可以求解出相应的 φ 。

交易中相关汇报 f' 的随机选取,使得与诚实汇报相比,部分消费者采取同谋的行为即联合说谎的策略反而可以获取更多的利益。然而经验表明,总是存在部分消费者选择诚实地汇报所享的服务,并且中心节点通过指定的监控器探测服务来取得诚实的汇报^[14]。本文假设交易中随机选取的相关汇报 f' 里,部分消费者是诚实汇报所享服务,当大部分消费者确定是诚实的时候,较少的几个消费者联合说谎的策略变得无利可图,从而其团体欺骗被打破。

1.3.2 汇报可信度评估算法

每个消费者对其调用的服务SLA都有一个评价,而每个消费者也都有其各自的信任值,表明其汇报的可信度。如果一段时间 T_m 以来,某个消费者对于某类SLA的汇报明显偏离于同类SLA的其他消费者的汇报集合 C_f ,则降低其汇报的可信度。 $E(C_{f_i})$ 为 C_f 中对于属性 q_i 的期望值。中心节点根据对消费者汇报的一段观察得出其汇报差异度 D_c ,如公式(2)所示

$$D_c = \sum_{T_m} \sum_{q_i \in Q} \left(\frac{v_i - E(C_{f_i})}{v_{\max} - v_{\min}} \right)^2 \quad (2)$$

考虑到消费者的汇报是其对所享服务质量的一

个人评价,其汇报的可信度对于差异度 D_c 有一定的敏感性,本文引入人工神经网络中普遍采用的 Sigmoid 函数,将每个消费者的汇报可信度 R_p 表示如式(3):

$$R_p = \frac{1}{1 + e^{\alpha(D_c - \delta)}} \quad (3)$$

其中, $\alpha \in [0, \infty)$ 为网格市场对消费者汇报差异度的容差能力,当 α 比较大时, R_p 对 D_c 的偏移比较敏感,反之,当 α 比较小时,较大的 D_c 偏移才会导致消费者汇报可信度的可观下降; δ 为 $R_p = 0.5$ 时对应的汇报差异度。

1.3.3 服务可信度评估算法

本文依据汇报可信度,区分不同的消费者.对于汇报可信度高的消费者,认为其对于同一个 SLA 的评价更加客观和合理,在计算服务商对此 SLA 的服务可信度时也更具参考价值,而对一时的应用需求需要调用此类 SLA 的“新手”消费者而言更具借鉴意义。

服务商注册的 SLA 中承诺的服务质量属性 $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$, 其中每个属性对应的承诺值依次为 $v_{s1}, v_{s2}, \dots, v_{sn}$. 对于消费者的一次汇报 f , 定义每一个服务质量属性 q_i 的履行程度 $D_{si} (\in [0, 1])$ 如式(4):

$$D_{si} = \begin{cases} 1, & v_i \geq v_{si} \\ \frac{v_{si} - v_i}{v_{si} - v_{\min}}, & v_i < v_{si} \end{cases} \quad (4)$$

根据消费者对所享服务的每一个质量属性的偏好程度 β_i , 得出其对该 SLA 信任度的一个评价 $R_{c \rightarrow p}$ 如式(5):

$$R_{c \rightarrow p} = \sum_{q_i \in Q} \beta_i D_{si} \quad (5)$$

这里 $\sum_{q_i \in Q} \beta_i = 1$.

消费者的汇报可信度 R_p 衡量了消费者对该 SLA 信任度的评价 $R_{c \rightarrow p}$ 的可信程度,作为权重度量了服务商的服务可信度,即用公式(6)得到服务商的服务可信度:

$$T_p = \frac{1}{m} \sum_f R_p^f R_{c \rightarrow p}^f \quad (6)$$

其中, m 为时间段 T_m 内,不同消费者针对同一个 SLA 的汇报的个数。

网格市场中,激励消费者诚实地汇报所享服务,得到服务商服务可信度,消费者可以根据服务商的信誉信息来作为对服务商的未来交易行为的一种预

期,即优先选择服务可信度高的资源.在合理的信任机制的引导下,服务商会采取诚信的交易行为,以期自身长期收益最大化.本文模型强化了交易双方的诚信关系,从而规范网格交易市场,减少交易风险。

2 模拟试验及分析

考虑到构建真实的资源交易环境代价较大,接下来本文采取模拟的方法对模型有效性进行验证.本文采用模拟器 GridSim 4.1^[15]对网格市场中激励诚实汇报的交易模型进行模拟,采用 Java 语言,开发平台为 Eclipse 3.3.0.本模拟试验对交易模型在不同交易市场、不同交易强度下的作业失效率、用户成本、有效性及适应性进行模拟分析,以市场中典型的多作业、多资源分配环境为基础。

考察 random, stricttrust^[10,16], strictcost^[4-6] 和 IBTM 四种交易模型,前三种模型分别是随机选择资源、资源选择基于严格信任(选择可靠性最高的资源)、资源选择基于严格成本(选择标价最低廉的资源)的交易模型,IBTM 模型即为文中激励诚实汇报的交易模型(选择服务可信度高的资源)。

模拟中的其他条件说明如下:

①用户注册的 SLA 包括服务的类型和服务质量 QoS. 本文服务类型均为计算服务. QoS 描述信息包括:资源的类型,单 CPU 处理能力(以每秒百兆指令周期数 MIPS 描述),资源的可靠性,单位处理时间价格(与资源可靠性相关)。

②模拟的资源类型分别有“Compaq AlphaServer”,“Sun Ultra”,“Intel Pentium”,“SGI Origin”,“HP Integrity”,“HP Superdome”等机型。

③用户通过说谎而获得的最大收益 θ 取为 5,求解相应的 E ,使得用户对于不诚实的汇报失去兴趣。

④公式(3)中 α 取 1, δ 取 3,使得消费者汇报的可信度对于差异度 D_c 有如图 2 所示的敏感性。

⑤交易成本包括作业处理成本 ProcessingCost 和作业重提交成本 PenaltyCost. ProcessingCost 是由 gridsim 包计算得到的,取决于作业长度、资源处理速度、价格以及网络环境; PenaltyCost 依赖于交易的风险概率,与服务商的服务可信度相关. 本文采用式(7)的计算方法:

$$\text{PenaltyCost} = \text{ProcessingCost} * (1 - T_p) * \gamma \quad (7)$$

其中, γ 为两种成本的比例系数,这里取 0.2。

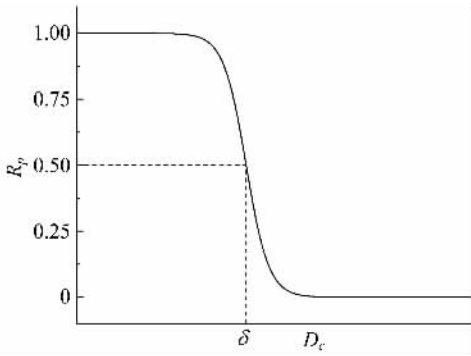


图 2 消费者的汇报可信度 R_p 函数图

Fig. 2 Function map of the reliability R_p of user's report

⑥当市场中存在非诚实资源时,中心节点收集相关用户汇报后,计算资源服务可信度,并更新资源可靠性域值。

2.1 模拟试验 1: 交易市场中不存在非诚实交易资源时,作业失效率

该模拟试验考察 100 个资源,20 个用户,每个用户提交 300 个作业. 各种资源选择模型支配下,用户提交作业情况如图 3 和图 4 所示. 严格控制成本的 strictcost 模型下用户大部分时间都浪费在了无效提交上,交易失效率高达 90%; 而严格选择高可

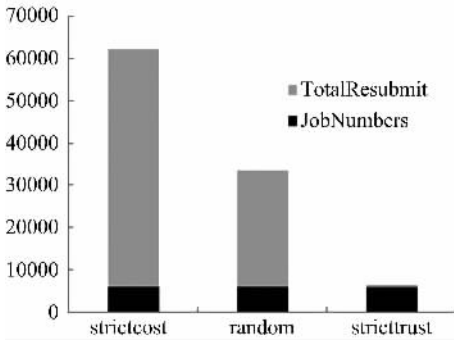


图 3 不同交易模型下用户提交作业情况

Fig. 3 Job transactions in different models

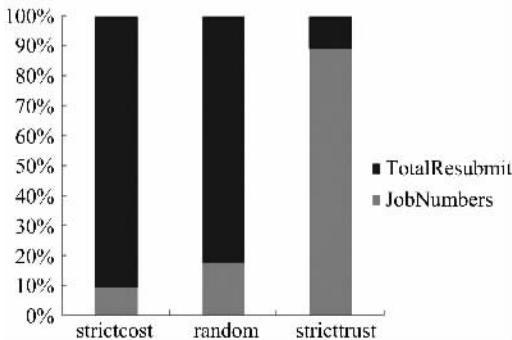


图 4 不同交易模型下用户交易失效率

Fig. 4 Job failure rates in different models

靠性资源的 stricttrust 模型则使得用户交易成功率较高,用户耗费的时间也较少;随机选择模型居中;当交易市场中不存在说谎资源时,IBTM 模型与 stricttrust 模型结果一致。

试验 1 是假定所有资源都是诚实可信的,其 SLA 对交易细节等的描述是真实可靠的. 下面我们对网格交易市场中存在非诚实交易资源(比例=40%)时的情况,进行模拟。

2.2 模拟试验 2: 用户成本比较

考察场景为 100 个资源,20 个用户,每个用户提交 300 个作业. 如图 5 所示,交易市场中存在非诚实资源对 strictcost 模型影响不大,因为该模型本身就是优先选择价格低廉的资源,这种资源在本文的设定中通常其 SLA 中可靠性就不高,所以即使该资源存在欺诈行为,对交易结果的影响也不大. 而对随机选择模型来说,因为作业提交的资源是随机选择的,所以就有相同的概率选择到了高可靠的资源,而这时如果该资源存在欺诈行为的话,损失还是比较大的,从图中可以看到交易成本有所上升. stricttrust 模型同理,但由于其总是优先选择高可靠的资源,所以其总的交易成本是最高的. 而对于本文提出的激励诚实汇报的 IBTM 模型来说,虽然也是优先选择高可靠的资源,但是由于存在激励诚实汇报的机制,交易持续一段时间后,非诚实资源的欺诈行为被暴露出来,资源的可靠性已经被其服务可信度所更新,用户在提交作业的时候优先选择的是高可靠性资源即高服务可信度资源,所以存在非诚实资源对其交易结果没有产生负面影响。

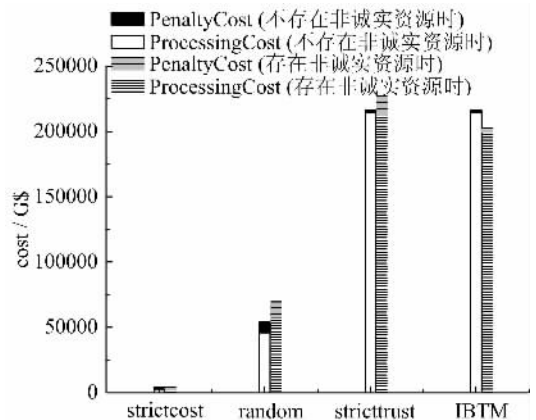


图 5 当网格市场中存在非诚实资源对不同交易模型的影响

Fig. 5 Comparing of the user's cost in different models affected by dishonest resources

2.3 模拟试验 3: 模型的有效性

考察场景为 100 个资源, 20 个用户, 每个用户提交 300 个作业. 不同用户的作业提交次数如图 6 所示, IBTM 模型下每一个用户提交作业的次数明显优于其他模型, 且作业提交成功率稳定性较高, 而其他模型如 random 的波动性较大. 图 7 是交易市场随时间的变化, 我们发现, 随着一次次提交作业的完成, IBTM 模型能够有效地甄别出非诚实的资源, 并根据各资源的服务可信度来选择资源进行交易, 作业的成功率逐渐提高, 并趋于稳定.

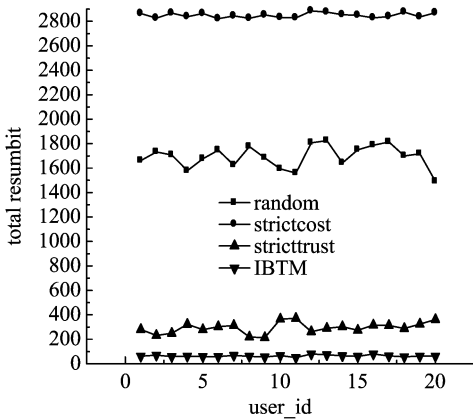


图 6 不同用户的作业提交次数比较

Fig. 6 Job resubmitted times of different users

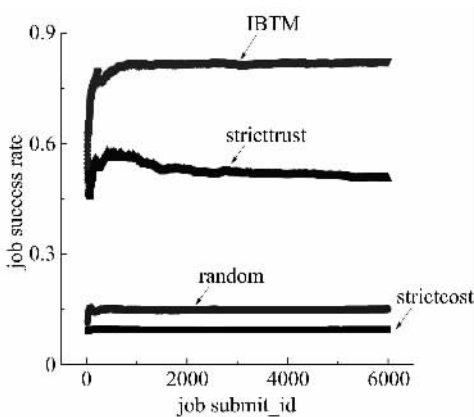


图 7 作业成功率随时间的变化

Fig. 7 Job success rates changes with time

2.4 模拟试验 4: 模型在不同交易强度下的适应性

模拟场景为 100 个资源, 20 个用户, 每个用户分别提交 5, 50, 100, 150, 200, 250, 300 个作业. 考察在这些交易强度下不同模型的适应性, 如图 8, 9 所示. 随着交易强度的增加, IBTM 模型下, 作业重提交次数基本保持不变, 而其他模型, 尤其是

strictcost 模型下作业重提交次数显著增长(图 8). 而且在不同的交易强度下, IBTM 模型的作业成功率始终保持最高(图 9).

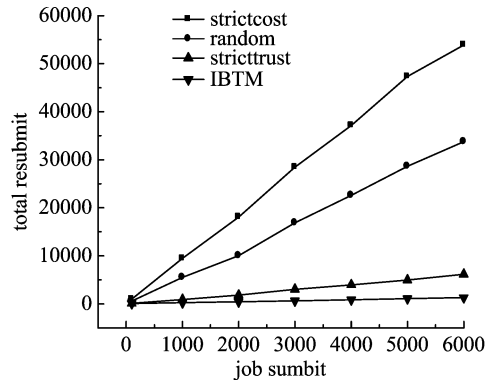


图 8 作业重提交次数比较

Fig. 8 Comparing of the job resubmitted times

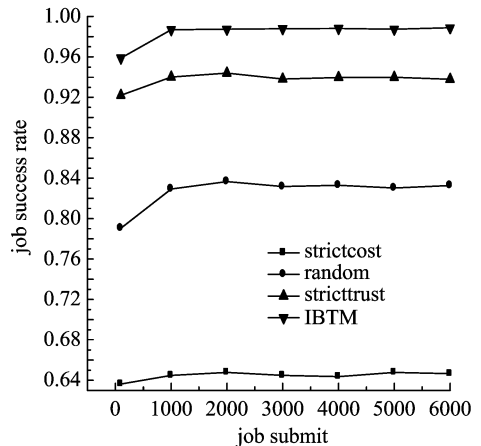


图 9 作业成功率比较

Fig. 9 Comparing of the job success rates

3 结论

本文针对网格市场环境中, 交易双方信息不对称的状况, 提出了激励诚实汇报的交易模型. 本文主要贡献是通过经济上的奖励激励消费者诚实汇报所享服务, 评估消费者的汇报可信度和服务商履行 SLA 的服务可信度, 能有效弥补原有交易模型的不足. 模拟试验和分析表明, 该模型可有效地降低用户作业失效率, 降低交易成本, 具备高有效性, 适合不同交易强度. 但本模型中也存在一些不足, 如中心节点的瓶颈, 即存在单点失效的问题. 网格市场交易模型中进一步的研究工作有待展开, 如考虑用户更多维 QoS 需求, 设计更严谨可靠的考虑用户信任需求分布的交易流程等.

参考文献(References)

- [1] Li Maosheng, Yang Shoubao, Fu Qianfei, et al. Research on grid resource reliability model based on promise [C]//Proceedings of ITCC 2005: International Conference on Information Technology: Coding and Computing: Vol 1. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Soc, 2005:310-315.
- [2] Fu Q F, Yang S B, Li M S, et al. Transaction mechanism design in decentralized computational market [C]//Proceedings of ITCC 2005: International Conference on Information Technology: Coding and Computing: Vol 1. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Soc, 2005:292-297.
- [3] Gomoluch J, Schroeder M. Market-based resource allocation for grid computing: A Model and Simulation [C]//Endler M, Schmidt D. Proceedings of the 1st International Workshop on Middleware for Grid Computing. Rio de Janeiro: Springer-Verlag, 2003: 211-218.
- [4] Buyya R, Abramson D, Giddy J, et al. Economic models for resource management and scheduling in grid computing [J]. Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2002, 14(13): 1 507-1 542.
- [5] Buyya R, Abramson D, Venugopal S. The grid economy [J]. Proceedings of the IEEE, 2005, 93(3): 698-714.
- [6] Buyya R, Murshed M, Abramson D. A deadline and budget constrained cost-time optimization algorithm for scheduling task farming applications on global grids [C]//Proceedings of the 2002 International Conference on Parallel and Distributed Processing Techniques and Applications. Las Vegas, Nevada, USA: CSREA Press, 2002:540-552.
- [7] Liu Y T, Ngu A N, Zeng L Z. QoS computation and policing in dynamic web service selection [C]//Feldman S I, uretsky M, Najork M, Wills C E. Proceedings of the 13th International World Wide Web Conference on Alternate track papers & posters. New York: ACM, 2004: 66-73.
- [8] Kalepu S, Krishnaswamy S, Loke S W. Verity: A QoS metric for selecting web services and providers [C]// Proceedings of the Fourth International Conference on Web Information Systems Engineering Workshops. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Soc, 2003:131-139.
- [9] Yu B, Singh M P. An evidential model of distributed reputation management [C]// Proceedings of the First International Joint Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems: Part 1. New York: ACM, 2002:294-301.
- [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. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Soc, 2002: 452-457.
- [11] Guo Leitao, Yang Shoubao, Wang Jing, et al. A distributed trust model based on vector space in P2P networks[J]. Computer Research and Development, 2006, 43(9):1 564-1 570.
- [12] Zhang Yu, Lin Li, Huai Jinpeng, et al. Resource allocation mechanism providing trust and incentive in grid[J]. Journal of Software, 2006, 17(11): 2 245-2 254.
- [13] Miller N, Resnick P, Zeckhauser R. Eliciting informative feedback: The peer-prediction method [J]. Management Science, 2005, 51(9):1 359-1 373.
- [14] Jurca R, Faltings B. Reputation-based service level agreements for web services [C]// Lecture Notes in Computer Science: Vol 3826. Heidelberg, Berlin: Springer-Verlag, 2005:396-409.
- [15] Sulistio A, Poduval G, Buyya R, et al. On incorporating differentiated levels of network service into gridsim [J]. Future Generation Computer Systems, 2007, 23(4): 606-615.
- [16] Song S, Hwang K, Kwok Y K. Risk-resilient heuristics and genetic algorithms for security-assured grid job scheduling [J]. IEEE Transactions on Computers, 2006, 55(6): 703-719.