

# 网格环境下一种健壮信任评价控制模型

曲伟丽, 马满福, 李勇, 何廷年

(西北师范大学数学与信息科学学院, 兰州 730070)

**摘要:** 当前的信任模型缺乏足够的信任评价控制机制, 严重影响信任模型在网格等开放计算环境中的应用。基于传统的信任评价模型, 提出信任评价控制模型。该模型采用插值技术, 通过服务水平估计, 有效过滤和调谐用户评价, 对用户提出激励处罚机制。仿真结果表明, 该模型优于现有的控制模型, 能够较好地解决网格实体信任评价可靠性问题, 降低恶意评价对信任评价模型的影响。

**关键词:** 网格环境; 评价控制; 插值技术; 激励

## Robust Trust Model with Evaluation Control Under Grid Environment

QU Wei-li, MA Man-fu, LI Yong, HE Ting-nian

(College of Mathematics and Information Science, Northwest Normal University, Lanzhou 730070)

**【Abstract】** Current trust models lack sufficient control mechanism for trust evaluation. It seriously influences the application of trust models under open computing environment such as grid. Based on traditional trust evaluation model, a trust model with evaluation control is presented, in which interpolation technique is introduced and corresponding incentive and punishment mechanism are put forward. With the estimation of service quality, the model effectively filters and tunes the user's rating. Simulation shows that the model outperforms the existing control model, and can well solve the reliable trust evaluation problem of grid entity, and can decrease the influence of malicious ratings on trust evaluation models.

**【Key words】** grid environment; evaluation control; interpolation technique; incentive

### 1 概述

信任是当前开放计算环境下研究的热点问题, 也是影响应用能否深入的关键。人们根据对信任含义的不同理解提出了各种不同的信任模型, 实现信任评价和管理, 但已有的模型在实现上着重考虑评价的可行性和有效性, 缺乏对模型可靠性的关注。当评价模型实际运行时, 用户为了提高自己资源的调度率, 往往存在信任欺诈、协同作弊、诋毁等不良行为<sup>[1]</sup>。恶意用户通过虚假调度进行评价, 实现信任度的提高, 或者给某调度很低的评价以诋毁其声誉。针对这些问题, 文献[2]引入预评价集跟踪用户的评价标准, 但没有提出对用户相应的激励和处罚机制。文献[3]同样引入了预评价集, 使用线性回归方法处理服务评价, 但该方法开销较大, 且不具有实时性。

针对上述问题, 本文提出信任评价控制模型, 应用插值技术处理服务评价, 同时提出了相应的激励和处罚用户的机制, 从而提高了信任模型的稳定性和可靠性。

### 2 健壮的信任评价控制模型

#### 2.1 信任评价控制模型

在本文中, 用户、服务提供者(Service Provider, SP)均依据自己的表现, 通过第三方信誉管理机构拥有一个信誉值, 该值介于[0,1]之间, 值越大, 表示越可信。每次调度结束, 用户需要对本次交易作出评价, 称为服务评价。同样, 信誉管理机构可对用户作出评价, 形成用户的信誉值。单个评价结果通过信誉度模型影响服务提供者的当前信誉值。

传统的信任评价模型直接将用户发布的服务评价用于计算服务提供者的信誉度, 缺乏评价控制机制。

为了加强信任评价模型的可靠性, 本文的信任评价模型在传统模型的基础上, 加入评价过滤、调谐、激励和处罚等模块, 如图1所示。

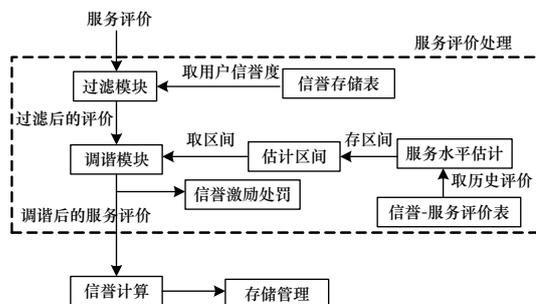


图1 信任评价控制模型

假设一个用户自身的信誉度良好, 则对服务作出的评价也更可信, 由此, 评价用户本身的信誉度值可作为服务评价的置信支持。在图1中, 服务水平估计依据某一服务提供者的历史评价, 按照某一周期估计当前服务水平应得的评价区间; 过滤模块实现评价置信的判定; 而调谐模块则依据估计区间与评价值之间的关系, 实现评价值的修正; 激励处罚根据用户评价与估计区间的吻合程度, 就评价用户的信誉度

**基金项目:** 教育部科学技术研究基金资助重点项目(208148); 甘肃省科技攻关计划基金资助项目(2GS064-A52-035-03)

**作者简介:** 曲伟丽(1984-), 女, 硕士研究生, 主研方向: 网格计算, 分布式计算; 马满福, 博士; 李勇、何廷年, 讲师

**收稿日期:** 2009-08-10 **E-mail:** qwlnwnu@126.com

进行调整。信誉-服务评价表保存当前合理的评价值，支撑估计区间的判定。

## 2.2 SP服务水平估计区间

SP 服务水平的估计区间定义如下：SP 服务水平的估计区间是由信誉管理机构对当前交易中 SP 提供的服务水平作出的估计，以区间的形式表示。具体做法如下：

设与 SP 交易过的用户集合为  $E = \{E_1, E_2, \dots, E_m\}$ ，其中，用户  $E_i$  的信誉度为  $R_{E_i}$ 。信誉管理机构中的服务水平估计部件通过用户信誉度  $R_{E_1}, R_{E_2}, \dots, R_{E_m}$  及处理后的服务评价  $F(R_1), F(R_2), \dots, F(R_m)$ ，使用插值技术在区间  $[0,1]$  补插出一个连续函数  $F(x)$ ，并估算出 SP 服务水平估计区间的中值  $F(R_o)$ ，即  $F(x)$  在  $x=1.0$  时的值  $F(R_o)$  ( $R_o=1.0$ )。由此得到 SP 服务水平的估计区间  $[a,b]$ ，其中， $a=F(R_o)-\psi$ ， $b=F(R_o)+\psi$ ， $a,b,\psi \in (0,1)$ ， $\psi$  根据网格实体所做的评价相对实际服务质量水平的总体准确程度而定。若其总体准确程度偏低，则适当减小区间长度，否则，适当增大区间长度。

对于具体的插值技术，由于 runge(龙格现象)指出高次插值多项式逼近被插函数的效果没有低次插值多项式好，因此本文采用低次插值，而三次样条插值比其他插值方法更优，本文采用三次样条插值方法。

给定区间  $[0,1]$  上的  $m$  个信誉度值  $0 < R_{E_1} < R_{E_2} < \dots < R_{E_m} < 1$  和这些信誉度值上的函数值  $f(R_{E_i}) = F(R_i)$ ， $i=1,2,\dots,m$ 。记区间  $[R_{E_i}, R_{E_{i+1}}]$  上的三次多项式为  $g_i(R_E)$ ， $g_i(R_E) = a_i(R_E - R_{E_i})^3 + b_i(R_E - R_{E_i})^2 + c_i(R_E - R_{E_i}) + d_i$ ，则可唯一确定信誉度分布对应的样条函数为  $g(R_E) = g_i(R_E)$ ， $R_E \in [R_{E_i}, R_{E_{i+1}}]$ ， $i=1,2,\dots,m-1$ 。并且该样条函数满足下列条件：

$$g_i(R_{E_i}) = F(R_i), i=1,2,\dots,m-1, g_{m-1}(R_{E_m}) = F(R_m) \quad (1)$$

$$g_i(R_{E_{i+1}}) = g_{i+1}(R_{E_{i+1}}), i=1,2,\dots,m-2 \quad (2)$$

$$g'_i(R_{E_{i+1}}) = g'_{i+1}(R_{E_{i+1}}), i=1,2,\dots,m-2 \quad (3)$$

$$g''_i(R_{E_{i+1}}) = g''_{i+1}(R_{E_{i+1}}), i=1,2,\dots,m-2 \quad (4)$$

其中，式(1)表示该三次样条满足所有信誉度值上的插值条件；式(2)表示样条函数是连续的；式(3)和式(4)表示斜率和曲率连续。

## 2.3 服务评价的处理

用户  $E_j$  和服务提供者  $SP_i$  交易完成后， $E_j$  对  $SP_i$  提供的服务作出服务评价，其评价值为  $v(E_j, SP_i)$ 。信誉管理机构中的服务评价控制部件对  $v(E_j, SP_i)$  做出处理。当用户信誉度  $R_j < \theta$  ( $\theta$  为信誉阈值， $\theta \in (0,0.5)$ )，服务评价控制部件认为信誉度过低的用户的服务评价不可信，则过滤该用户的服务评价。当  $R_j \geq \theta$ ，且  $v(E_j, SP_i) \in [a,b]$ ，则认为用户的服务评价是可信的，不用调谐。若  $v(E_j, SP_i) \notin [a,b]$ ，则服务评价控制部件需要调谐该用户的服务评价。对用户的服务评价有 2 个方向上的调谐，即适当调高或调低服务评价。调谐方式依据具体情况而定。若  $v(E_j, SP_i) < a$ ，则将  $v(E_j, SP_i)$  调谐为  $F(R_j) = v(E_j, SP_i) + \phi(1 - R_j)$  ( $\phi$  为调谐系数， $\phi \in [0,1]$ ，由网格信任评价机构设定)。若  $F(R_j) \notin [a-\rho, b]$  ( $\rho$  为信誉管理机

构设定的阈值)，则将该服务评价直接过滤。若  $v(E_j, SP_i) > b$ ，则将  $v(E_j, SP_i)$  调谐为  $F(R_j) = v(E_j, SP_i) - \phi(1 - R_j)$ 。若  $F(R_j) \notin [a, b + \rho]$ ，则将该服务评价直接过滤。

## 2.4 用户信誉度的激励和处罚机制

对用户的信誉度采用激励和处罚机制，以鼓励用户作出更可信的服务评价。若用户的服务评价偏差较大，则通过适当调低用户信誉度来处罚用户。若用户的服务评价可信，则通过适当调高用户信誉度来激励用户。设激励和处罚的增量为  $I$ ，则具体做法如下：

**情况 1** 用户的信誉度  $R_j < \theta$

若  $v(E_j, SP_i) \in [a,b]$ ，则  $I = \beta R_j$ 。

**情况 2** 用户的信誉度  $R_j \geq \theta$

若  $v(E_j, SP_i) \in [a,b]$ ，则  $I = \zeta(1 - R_j)$ 。

若  $v(E_j, SP_i) \in [a,b]$  且  $F(R_j) \in [a,b]$ ，则  $I = \lambda(1 - R_j)$ 。

若  $v(E_j, SP_i) \notin [a,b]$  且  $F(R_j) \notin [a,b]$ ，则  $I = -\phi \cdot \Delta D$ 。

其中， $\Delta D$  为调谐后的服务评价  $F(R_j)$  与  $a,b$  较近的一个区间端点之间的距离。 $\beta, \zeta, \lambda, \phi$  分别为不同情况下所设的权值，均介于 0 到 1 之间，且  $\zeta = \beta, \phi > \zeta > \lambda$ 。

## 3 支持评价的体系结构

图 2 为支持信任评价的体系结构。域中包含了多个网格实体和一个信誉管理机构 (Reputation Management Organization, RMO)。RMO 负责收集、计算、更新、存储所在域中所有实体的信誉度，处理用户发布的服务评价，并对用户信誉度给予相应的激励或处罚。其中，信誉激励处罚部件根据服务评价控制部件的处理情况，给用户信誉度产生一个增值  $I$ ，将  $I$  发给信誉更新部件，更新用户的信誉度。

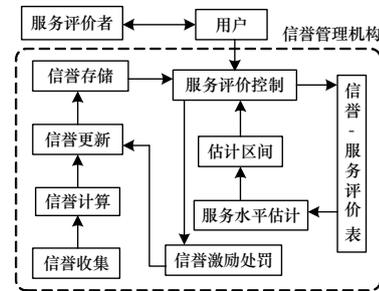


图 2 支持评价的体系结构

## 4 评价算法

算法如下：

**输入** 实体  $E_j$  的服务水平估计区间  $[a,b]$ ，实体  $E_j$  的信誉度  $R_j$ ，实体  $E_j$  做出的服务评价  $v(E_j, SP_i)$

**输出** 调谐后的评价值  $F(R_j)$

{int I=0; //I 为实体  $E_j$  信誉的增值

if ( $R_j < \theta$ ) //  $\theta$  为信誉度阈值

{filter  $v(E_j, SP_i)$ ; //将  $v(E_j, SP_i)$  过滤掉

return -1; //表示用户评价已被过滤

if ( $a \leq v(E_j, SP_i) \leq b$ )  $I = \beta R_j$ ; }

else {if ( $a \leq v(E_j, SP_i) \leq b$ )

{  $F(R_j) = v(E_j, SP_i)$ ;

$I = \zeta(1 - R_j)$ ;

return  $F(R_j)$ ; }

else if ( $v(E_j, SP_i) < a$ )

{  $F(R_j) = v(E_j, SP_i) + \phi(1 - R_j)$ ;

```

    if(a ≤ F(Rj) ≤ b)
    {I= λ (1- Rj);
    return F(Rj);
    }
else{I=- φ | F(Rj) - a|;
if(a - ρ ≤ F(Rj) ≤ b)
// ρ 为阈值, 用来控制服务评价与估计区间的距离
return F(Rj);
else {filter v(Ej,SPi);
return -1; }
}}
else if(v(Ej,SPi)>b)
{ F(Rj) = v(Ej,SPi) - φ (1-Ri);
if(a ≤ F(Rj) ≤ b)
{I= λ (1-Ri);
return F(Rj); }
else {I=- φ | F(Rj) - b|;
if(a ≤ F(Rj) ≤ b+ ρ )
return F(Rj); }
else {filter v(Ej,SPi);
return -1; }
}}
}}

```

## 5 仿真实验及其结果分析

在仿真实验中, 本文采用 simGrid<sup>[4]</sup> 网格模拟器验证该模型对增强信任评价可靠性等方面的有效性。simGrid 是分布式应用模拟领域中最具代表性的网格模拟器。该模拟器是一个基于 C 语言的软件包, 用于建立特定计算环境、特定应用领域的模拟器, 能够很好地模拟实际的网格环境。实验在 Windows2000 环境下, 用 simGrid 模拟由 50 个服务提供者者和 50 个用户组成的网格系统, 每个服务提供者提供一个服务, 研究在 100 次交易中本文模型对服务评价的可靠性控制情况。

本实验将用户的服务评价分为恶意评价、诚实评价、乐观评价和虚假评价。对于服务提供者提供的服务, 恶意评价表示比实际服务质量水平低于超过 0.4 评价的服务评价。诚实评价表示公正准确的服务评价, 乐观评价表示比实际服务质量水平高于不超过 0.2 评价的服务评价, 但乐观评价不足以被过滤。虚假评价表示比实际服务质量水平高于超过 0.4 评价的服务评价。模型中的参数依据以下约束设定: 若服务评价与当前服务水平的理想值相差 0.2, 则过滤该服务评价。由于本文中用户信誉度形成的主要来源是用户在交易中的表现, 激励处罚只起到很小的作用, 因此设定经过 60 次的交易, 若用户的评价表现良好, 激励处罚机制给它奖励 0.1 的增值, 对用户的处罚大于对它的奖励。于是将模型中的参数  $\psi, \rho, \theta, \varphi, \beta, \zeta, \lambda, \phi$  分别设置为 0.05, 0.03, 0.35, 0.12, 0.006, 0.006, 0.004, 0.01。将区间评价周期设定为 30 次交易。

在实验环境下, 系统中服务提供者与用户随机进行多次交易, 服务提供者提供服务的质量水平平稳变化, 且完成了服务水平估计区间的计算。任意选取若干个服务提供者, 在它们与多个用户进行 100 次交易中, 记录当用户发布的服务评价中恶意评价所占数目从 10 个到 80 个逐渐增多时, 模型成功过滤恶意评价的个数, 以及当乐观评价在服务评价中所占数目从 10 个到 80 个逐渐增多时, 模型过滤乐观评价的个

数。结果见图 3、图 4。

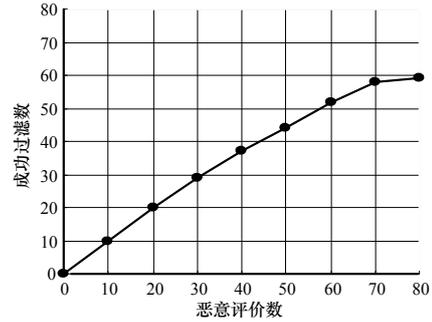


图 3 成功过滤数随恶意评价数变化的情况

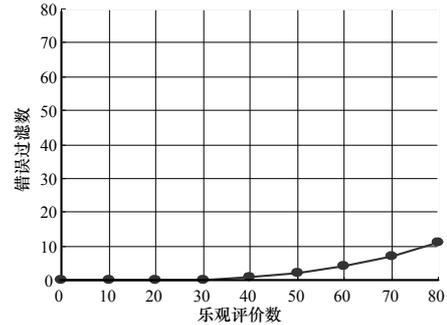


图 4 错误过滤数随乐观评价数变化的情况

同时, 任意选取一个服务提供者, 当恶意评价在服务评价中所占数目从 10 个~80 个逐渐增多时, 分别在本文模型和文献[3]提出的信任评价控制模型下, 随机采集该服务提供者在 100 次交易中的信誉度。结果如图 5 所示(ideal 表示依据本文评价算法进行理论分析得出的结果, old 表示在文献[3]提出的模型下得出的结果, new 表示本文模型下得出的结果)。

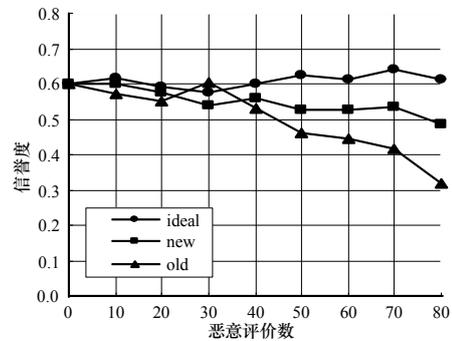


图 5 SP 信誉度随恶意评价数变化的情况

从图 3 可以看出, 当恶意评价数目达到 80 个时, 控制模型成功地将 59 个恶意评价过滤掉。由此可知, 该模型在恶意评价不断增多的情况下, 具有较强的过滤能力。从图 4 可以看出, 当乐观评价数目达到 80 个时, 控制模型仅过滤了 11 个乐观评价, 大部分乐观评价被该模型调谐了。由此可知, 该模型在乐观评价不断增多的情况下, 具有较强的服务评价调谐能力, 对乐观评价的错误过滤保持在较小的范围内。从图 5 可以看出, 在服务提供者提供服务的质量水平平稳变化时, 本文模型明显优于文献[3]提出的信任评价控制模型。当恶意评价数低于 40 时, 本文模型相对于文献[3]控制模型的优势并不明显, 但是当恶意评价数进一步增加时, 本文模型服务提供者的信誉度变化不剧烈, 且与理论分析得出的服务

(下转第 150 页)