

# 远程教育网格资源预留模型

李 静, 韩起云

(重庆教育学院计算机与现代教育技术系, 重庆 400067)

**摘要:** 资源预留机制是保证网格远程教育服务质量的重要措施, 现有的预留机制有其局限性。为获得稳定的资源和服务质量, 将资源预留机制与计算经济相结合, 提出一种决定预订资源数量的数学模型。该模型综合考虑服务提供方的经济利益和声誉度, 在合理的假设下对一个双目标的优化问题作了简化处理, 通过数值计算和分析确定了预订资源数量的最佳限额。

**关键词:** 远程教育; 网格; 资源预留; 计算经济

## Model of Resource Reservation in Grid for Long-distance Education

LI Jing, HAN Qi-yun

(Dept. of Computer and Modern Education Technology, Chongqing Education College, Chongqing 400067)

**【Abstract】** Mechanism of resource reservation is an important approach for assuring quality of service of long-distance education. The present reservation mechanism has its limitation. In order to obtain the stable resource and quality of service, this paper proposes a mathematic model which can determine the resource booking quantity, combining resource reservation with computing economics. In this model, the economic interest and reputation index of service supplier are taken into account, and the optimization problem of two targets under hypothesis is simplified in reason. Through numeric calculation and analysis, an optimal point for the advance booking of resource is showed.

**【Key words】** long-distance education; grid; resource reservation; computing economics

### 1 概述

网格发展使远程教育在技术、模式和理念等方面发生了一场巨大革命。将远程教育建立在网格之上需要解决大量技术问题。网格资源具有动态性、异构性和自治性特点。为保证网格应用所需的多个网格资源能按应用要求提供服务, 要有一定的服务质量(Quality of Service, QoS)保证措施。例如: 在远程教育的基本模式中, 集体教学是一种常用模式, 短时间内教师和若干学生同步在线的教学和讨论可能会占用大量资源, 服务质量需要得到保证。资源预留是提供这类保证的一种非常有效的技术<sup>[1]</sup>。资源预留通常分为两类: 立即预留和提前预留。立即预留以立即的方式对资源作出预留控制; 提前预留允许在实际使用资源的较早时间之前预留资源。提前预留对网格计算很有意义, 许多现有的网格试验系统均采用提前预留机制, 如Globus。

将经济学方法引入网络资源管理中, 在消费者和资源间建立市场机制, 使需求与供给达到均衡, 实现资源最优配置, 这样可以优化系统效率和提高消费者满意度。目前已有基于市场经济的分布式计算体系结构<sup>[2-3]</sup>, 即计算经济的网格体系结构。本文融合了资源预留机制与计算经济学, 提出一种新的网格资源预留模型。

### 2 相关工作

文献<sup>[4]</sup>指出提前预留会导致资源碎片和网络性能降低, 因此, 提出一种柔性预留机制, 它能有效提高网络性能。本文比较了4种柔性预留调度策略。结果显示, 一些策略增加了资源碎片, 另一些则能提高网络性能。除讨论性能问题,

本文还提出了提前预留管理系统的软件架构。

Globus预留和分配体系结构GARA<sup>[4]</sup>是第一个试图通过资源预留来保证网格QoS的体系结构。它向用户和应用程序提供了对各种资源进行预留操作(建立预留、取消预留、更新预留)的统一API。

现有的资源预留方法一般都考虑资源需求的稳定性, 但在网格环境下, 资源和需求都是动态的, 这是网格的固有特征, 这使以上资源预留方法具有一定的局限性。

### 3 问题分析及模型假设

定义以下角色:

(1) 网格货币(Grid Currency, GC)。它是网格环境中的一般等价物, 对所有网格资源的计量都可按比例转换为对这种网格货币的计量<sup>[5]</sup>。

(2) 服务提供方(Grid Resource Provider, GRP)。它是通过出售资源并允许他人使用自己的服务来获得网格货币的实体, 通常是远程教育提供方。

(3) 服务消费者(Grid Resource Consumer, GRC)。它是通过支付网格货币并购买网格资源来获得网格服务的实体, 具体可以是远程教育接受方, 如学生。

若把网格看作一个市场, 在激烈的市场竞争中, 服务提

**基金项目:** 重庆市教育委员会 2007 年科学技术研究基金资助项目 (KJ071503)

**作者简介:** 李 静(1974-), 女, 博士, 主研方向: 网格, 网络安全; 韩起云, 讲师

**收稿日期:** 2008-01-30 **E-mail:** li\_jing1@163.com

供方为争取更多生源而开展的一个优质服务项目就是资源预留业务。服务提供方承诺：预先订购服务的用户不用支付订金，未能按时前来使用服务的用户能在下一轮中优先使用，服务只有在真正被使用后付款，预订服务不需要附加任何费用。

开展资源预留业务时，对于一次服务出售，如果资源提供者限制预留资源的数量恰好等于自己可提供服务的上限，那么由于总会有一些预订了服务的消费者不按时前来使用致使资源因不满载而利润降低；而如果不限制预留资源的数量，那么当预订消费者按时前来，超过资源的负载能力时，必然会引起部分消费者的抱怨，导致服务提供方声誉受损，并带来一定的经济损失。因此，服务提供方需要综合考虑经济利益和声誉度(Reputation Index, RI)，确定预订资源数量的最佳限额。

服务提供方的经济利益可以用服务出售收入扣除使用成本和赔偿金后的利益来衡量；声誉度可以用预定服务后按时前来消费的人数来衡量。由于预订服务的消费者是否按时前来消费是随机的，因此经济利益和声誉度这两个指标都应该在平均意义下衡量，这是个双目标的优化问题，决策变量是预订资源数量的限额。

在提出资源预留模型之前，作出以下假设：

假设 1 一次服务作为一个工作流，消费者不能中途加入；只有当一轮服务完成后，才开始下一轮服务。

假设 2 一次服务能容纳消费者的数量为常数  $n$ ；消费者购买服务价格为常数  $w$ ；服务成本为常数  $c$ ， $c$  与消费者数量无关。每个消费者获得服务的价格是  $w=c/\lambda n$ ，其中， $\lambda$  是利润调节因子。

假设 3 预订服务数量的限额为  $m$ ，其中， $m>n$ ；每位消费者不能按时消费的概率为  $p$ ，各消费者是否按时前来消费是独立的。

假设 4 每位被挤掉者获得赔偿金为常数  $b$ 。

#### 4 资源预留模型设计

服务提供方的经济利益可以用平均利润  $S$  来衡量。每轮服务的利润  $s$  是服务单价收入减去服务成本和可能发生的赔偿金之差。当  $m$  位消费者中有  $k$  位不能按时前来消费时，有：

$$s = \begin{cases} (m-k)w-c & (m-k) \leq n \\ nw-c-(m-k-n)b & (m-k) > n \end{cases} \quad (1)$$

未按时被消费的资源数  $K$  服从二项分布，并由假设 3 得：

$$p_k = P(K = k) = C_m^k p^k q^{m-k}, q = 1 - p \quad (2)$$

平均利润  $S$ ，即  $s$  的数学期望为

$$S(m) = \sum_{k=0}^{m-n-1} [(nw-c) - (m-k-n)b]p_k + \sum_{k=m-n}^m [(m-k)w-c]p_k \quad (3)$$

由于  $\sum_{k=0}^m kp_k = mp$ ，因此可化简式(3)，得

$$S(m) = qmw - c - (w+b) \sum_{k=0}^{m-n-1} (m-k-n)p_k \quad (4)$$

当  $n, w, c, p$  给定后就能求出  $m$ ，使  $S(m)$  最大。

服务提供方从声誉度和经济利益两方面考虑，应该要求被挤掉的消费者不能太多，而由于被挤掉者的数量是随机的，因此可以用被挤掉的消费者超过若干人的概率为度量指标。被挤掉的消费者数超过  $i$  人的概率为  $P_i(m)$ 。因为被挤掉的消费者数超过  $i$  人等价于  $m$  位预订服务的消费者中不按时前来消费

的不超过  $m-n-i-1$  人，所以有

$$P_i(m) = \sum_{k=0}^{m-n-i-1} p_k \quad (5)$$

对于给定的  $n, i$ ，当  $m=n+i$  时不会有被挤掉的消费者，即  $P_i(m)=0$ ；当  $m$  变大时， $P_i(m)$  单调增加。

综上所述，虽然  $S(m)$  和  $P_i(m)$  是这个优化问题的两个目标，但可以将  $P_i(m)$  不超过某个给定值作为约束条件，以  $S(m)$  为单目标函数来求解。

为减少  $S(m)$  中的参数，取  $S(m)$  除以服务成本作为新的目标函数  $H(m)$ ，其含义是单位成本获得的平均利润，注意到假设 2 中有  $w=c/\lambda n$ ，由式(4)可得

$$H(m) = S(m)/c = \frac{1}{\lambda n} [qm - (1+b/w) \sum_{k=0}^{m-n-1} (m-k-n)p_k] - 1 \quad (6)$$

其中， $b/w$  是赔偿金占服务价格的比例。问题转化为对于给定的  $\lambda, n, p, b/w$ ，求  $m$  使  $H(m)$  最大，而约束条件为

$$P_i(m) = \sum_{k=0}^{m-n-i-1} p_k \leq \alpha \quad (7)$$

其中， $\alpha$  是小于 1 的正数。

#### 5 模型求解及分析

通过设定几组数据，并运用 Matlab 软件进行数值计算。

设  $n=400, \lambda=0.6, p=0.05$ ，当  $m$  从 400 变化到 430 时， $b/w$  分别取 0.2 和 0.4，计算  $H(m)$  的值，结果如图 1 所示。

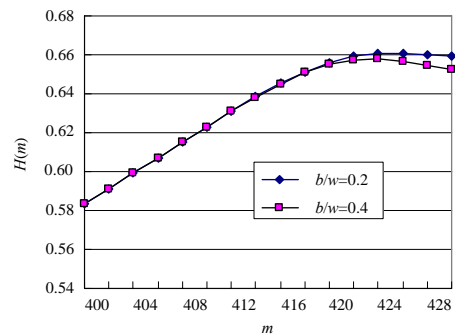


图 1  $n=400$  时  $H(m)$  随  $m$  的变化规律

当  $m$  从 400 变化到 430 时， $b/w$  取 0.2，计算各有 5 个和 10 个消费者被挤掉的概率，分别用  $P_5(m)$  和  $P_{10}(m)$  表示，结果如图 2 所示。

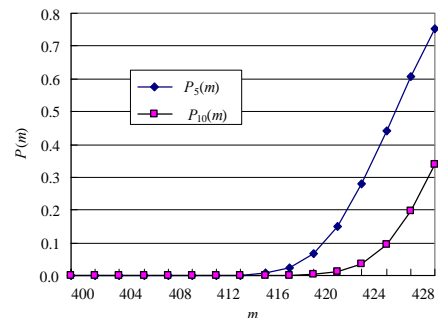


图 2  $n=400$  时  $P(m)$  随  $m$  的变化规律

实验结果如下：

(1) 对于所取的各个  $n, p, b/w$ ，平均利润  $H(m)$  随着  $m$  的变大都是先增后减，但是在最大值附近变化很小；被挤掉的消费者超过 5 个或 10 个的概率  $P_5(m)$  和  $P_{10}(m)$  增加得很快，所以，应该参考  $H(m)$  的最大值以及给定约束条件式(7)中可以接受的  $\alpha$  来确定合适的  $m$ 。

(下转第 279 页)