

基于 T. Cover 模型的网格资源分配策略研究

郑晓薇¹, 刘海君¹, 张建强²

(1 辽宁师范大学 计算机与信息技术学院, 辽宁 大连 116081;

2 内蒙古大学 满洲里学院, 内蒙古 满洲里 021400)

摘 要: 针对网格环境中资源分布性、异构性等特点, 提出了一种基于 T. Cover 最优投资决策模型的网格资源分配策略. 采用 GridSim 进行模拟实验, 并将该算法与随机算法进行了对比, 结果表明该分配策略在任务完成时间及费用方面具有一定的优越性, 能够提高资源分配效率, 对动态、异构的网格环境具有较好的适应性, 实现了网格资源的平衡分配.

关键词: T. Cover 模型; 资源分配; GridSim

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2012)06-0033-04

T. Cover Model-based Resource Allocation Policy in Grid Environment

ZHENG Xiao-wei¹, LIU Hai-jun¹, ZHANG Jian-qiang²

(1 College of Computer and Information Technology, Liaoning Normal University, Dalian 116081, China;

2 College of Man Zhouli, Nei Monggu University, Man Zhouli 021400, China)

Abstract: Aimed at resources are distributed, heterogeneous characteristics in grid environment, a optimal investment decision model based on T. Cover is presented. Running the model onto the simulator GridSim and comparing it to random algorithm. The results imply that this distribution strategy achieves better performance in the time of completing gridlets and cost, improving the efficiency of resource allocation, it has good adaptability in the dynamic, heterogeneous grid environment, realizes the balancing distribution of grid resources.

Key words: T. Cover model; resource allocation; GridSim

1 引言

网格^[1]环境中, 资源分布于不同的地理位置, 属于不同的所有者, 具有异构、动态等特性. 网格资源管理^[2]与资源调度^[3]的目的就是解决资源的组织、定位、管理等问题, 它是整个计算网格的核心. 资源分配的依据是作业提交者的参数, 以及资源拥有者的资源使用策略. 由于资源提供者具有不同的利益目标和资源访问策略, 要想将资源分配给合适的用户从而使资源的利用率和相应的收益最大化是十分困难的. 关于网格资源分配及调度的研究, 文献[4]提出了基于 Agent 的网格资源分配. 将复杂的网格

资源分配问题分解为简单的算法, 由各 Agents 用本地信息实现, 最大化的满足用户的需求. 文献[5]提出了多线程处理器资源分配策略, 为每个线程都分配一定私有资源, 剩余部分由所有线程共享, 使处理器资源能够在多个线程之间进行分配和共享, 但未考虑各处理器的结构参数.

本文针对网格资源动态、异构等特点, 提出了基于 T. Cover 最优投资决策模型的资源分配策略, 将各资源的性能参数用决策矩阵表示, 从而得到最优投资决策, 匹配出性能最优的资源分配给用户, 缩短了调度器提取资源的时间, 资源利用率得到了很大的提高.

2 T. Cover 模型

该模型为最优投资决策模型,主要特点是投资的收益向量是随机向量,决策的优劣不取决于一次投资后的效果,而要考虑 m 次投资后的总效果.假设收益向量为 $X = (x_1, \dots, x_n)^T$ (X_i 表示第 i 个项目投入后的收益),决策向量为 $b = (b_1, \dots, b_n)^T$ (b_i 表示第 i 个项目所占的投资比例),则一次投资后的总收入为: $S = \sum_{i=1}^n b_i x_i = b \cdot X$, 设 m 次投资后第 k 次收益向量为 $\bar{X}_k = (x_{k1}, \dots, x_{kn})^T$ ($1 \leq k \leq m$), 则 m 次投资后的总收益为 $S_m = \prod_{k=1}^m (b \cdot \bar{X}_k) = \prod_{k=1}^m (\sum_{i=1}^n b_i \cdot X_{ki}) = e^{\ln \prod_{k=1}^m (b \cdot \bar{X}_k)} = e^{\sum_{k=1}^m \ln(b \cdot \bar{X}_k)}$, 称 $W(b \cdot X) = E(\log b \cdot X) = \int \log(b \cdot X) F(dx)$ 为收益向量 x 关于决策向量 b 的收益倍率. 当 $W(b^* \cdot X) = \sup_b W(b \cdot X)$ 时,投资决策的核心问题转化为关于 b^* 的计算问题,其中 b^* 为最优投资决策.

3 基于 T. Cover 的网络资源分配策略

3.1 网络资源分配框架

网络模型主要由网络资源、网络用户、网络信息服务(GIS)三类实体组成.

如图 1 所示,网络资源是资源的提供者,网络用户是资源的消费者;网络信息服务负责资源的注册与查询,具有中介功能.本文中网络资源的分配问题可以定义为同时为多个网络用户分配多个不同类型资源,该分配同时满足用户对资源的具体性能需求.实际上就是把多个用户的任务集合映射到不同类型的资源上,使任务集合的整体执行时间最小.网络用户本身包含多个独立的任务,每个任务都访问不同类型的资源,资源根据一定的分配比例将计算能力分配给该任务.

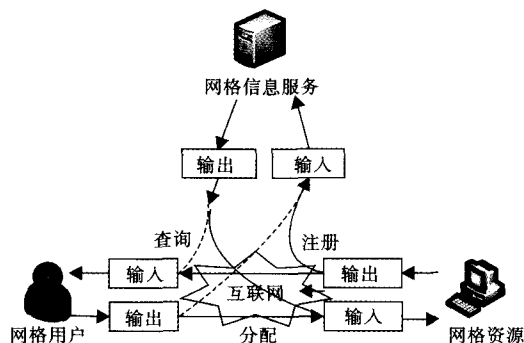


图 1 网络资源分配框架

3.2 网络资源分配策略

本文根据网格中主要的系统资源性能参数研究 T. Cover 最优投资决策模型对网络资源分配策略的影响度,并与随机算法进行了对比.随机算法在资源调度过程中,调度器随机选取资源,不考虑资源性能的好坏.

选择的仿真实验环境为 GridSim^[6]. GridSim 的主要目标是模拟并研究网格中有效的各种资源分配方法.它支持在网格环境中许多不同异构资源、用户、应用和调度器等的建模和模拟.本系统选定网格环境中 6 个机器节点,分别定义为 Resource_0, Resource_1, Resource_2, Resource_3, Resource_4, Resource_5.各个资源的性能指标取为:传输速率,带宽,PE 总数,传输延迟.性能指标值如表 1 所示.

表 1 各资源性能指标

Resource	MIPS rating	bandwidth	total PE	baud_rate
Resource_0	30	800	540	50
Resource_1	35	500	410	40
Resource_2	39	900	245	50
Resource_3	110	600	320	40
Resource_4	50	700	230	40
Resource_5	60	400	400	40

由于各指标计量单位的不同,对指标值进行归一化处理,根据表 1 所知,每列数据单位相同,对该指标矩阵 $(x_{ij})_{m \times n}$ 进行归一化,将实际数据用决策矩阵 $(a_{ij})_{m \times n}$ 表示: $a_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}}$ ($j = 1, 2, \dots, n$), 各指

标参数归一化后得到矩阵 $(a_{ij})_{m \times n}$ 为

0.202 972	0.485 965	0.590 941	0.468 293
0.236 800	0.303 728	0.448 677	0.374 634
0.263 863	0.546 711	0.268 112	0.468 293
0.744 229	0.409 778	0.350 187	0.374 634
0.338 286	0.478 074	0.251 697	0.374 634
0.405 943	0.273 185	0.437 734	0.374 634

利用多目标最优投资决策下 T. Cover 的逼近统计方法.设统计观察样本为 $X_k = (X_{k1}, \dots, X_{kn})^T$ ($1 \leq k \leq m$),任取

$$b_i^0 > 0, \sum_{i=1}^n b_i^0 = 1, b^0 = (b_1^0, \dots, b_n^0)^T \quad (1)$$

记

$$b^{(l+1)} = (b_1^{(l+1)}, \dots, b_n^{(l+1)})^T, b^0 = \left(\frac{1}{n}, \dots, \frac{1}{n}\right)^T$$

$$a_i^{(l)} = \frac{1}{m_{k=1}^m b^{(l)} \cdot X_k} = \frac{1}{m_{k=1}^m \sum_{j=1}^n b_j^{(l)} X_{kj}} X_{ki} \quad (2)$$

定义

$$b_i^{(l+1)} = b_i^* \cdot a_i^l (1 \leq i \leq n, l = 0, 1, 2, \dots) \quad (3)$$

$$\lim_{l \rightarrow \infty} b_i^{(l)} = b_i^* \text{ 存在, 且 } b^* = (b_1^*, \dots, b_n^*)^T \text{ 为 } b^*$$

的一致估计量. 由式(1)~(3)求出最优投资决策 b^* . b^* 的取值范围为 $0 \sim 1$, 当 b^* 越接近 1, 说明投次决策最优, 从而其对应的资源性能最好. 将 b^* 各分量值排序结果作为综合评价的依据. $\{b^*\} = \{0.351\ 70, 0.009\ 74, 0.011\ 79, 0.605\ 86, 0.010\ 54, 0.010\ 36\}$, 由此得知资源性能优劣排序结果为 Resource_3>Resource_0>Resource_2>Resource_4>Resource_5>Resource_1.

4 模拟实验结果分析

4.1 仿真实验设计

GridSim 工具包含多个实体, 对应网格模型中的资源、网络、信息服务等, 体现了它们的特性, 模拟了它们在实际网格系统中的交互行为.

(1)资源实体主要由 GridResource 和一些辅助类实现, 利用各种参数描述资源分布和异构的特征. 分布方面的参数主要是时区参数, 即资源物理所处的时区. 异构方面的参数主要有处理器数目、处理成本、处理速度、内部调度策略、机器数目等. 另外, 还有众多的方法对应资源实体的行为, 有任务处理、任务提交、资源查询、资源注册等.

(2)信息服务实体是通过 GridInformationService 类实现的, 信息服务具有资源注册和资源查询功能.

(3)网络实体主要是通过两个实体 Input 和 Output 来实现的, 模拟了数据在网络中的传输及由此产生的延迟.

测试数据在 GridSim 中仿真资源分配, 需要创建 GridSim 实体. 实体继承 GridSim 类, 并重写 body() 方法来实现算法的功能. 每个实体都有两个通信端口, 通过类 Input 和 Output 实现, 每个端口有自己的 body() 方法用于处理发送和接收的事件. 资源调度过程中需要创建网格调度器实体, 具体实现步骤为:

(1)用户实体创建包含要处理的 Gridlet 列表和 Experiment 对象; Broker 实体通过 Experiment 接口接收 Experiment 对象; (2)资源发现与 GIS (GridInformationService) 实体交互获取资源可用信

息, 然后与资源交互获得资源的属性信息, 创建资源列表和分配给资源的 Gridlet 列表; GridSim. getGridResourceList(); (3)调度器根据调度算法和用户要求, 将 Gridlet 映射到合适的资源上, 并将其加入到该资源的任务队列中; (4)调度器根据资源负载情况, 确定可执行 Gridlet 的数量; (5)调度器向资源提交要处理的 Gridlet, GridSim. gridletSubmit(任务, 资源 id); (6)Gridlet 处理完后, 资源向 Gridlet 接收器返回结果, 接收器再更改运行时参数, 以辅助调度策略. 步骤(3)~(6)不断进行, 直到所有 Gridlet 处理完成, 或到达用户规定的时间限制或费用限制, Broker 实体返回处理结果给用户实体.

4.2 实验结果分析

按照资源排序结果将资源在 GridSim 中进行仿真实验, 根据任务——资源映射原理, 测试分别模拟调度了 40、100、200、350、400、550、700 个作业和 6 个异构网格资源, 操作系统模拟为 WINOWS, LINUX, REDHAT 等. 实验结果如表 2 所示.

表 2 两种算法执行任务的花费和时间

Gridlet 数目	T. Cover 算法	随机算法	T. Cover 算法	随机算法
	执行作业的 花费/\$	执行作业的 花费/\$	执行作业的 时间/s	执行作业的 时间/s
40	3 743.18	31 779.47	342.82	848.83
100	13 174.74	37 420.19	767.54	848.83
200	60 199.52	72 164.58	1 549.89	1 729.29
350	114 260.18	120 622.38	2 699.89	2 738.83
400	118 795.64	146 454.76	2 699.89	3 148.83
550	174 128.40	201 519.15	3 849.89	4 298.83
700	228 611.75	242 105.70	4 999.89	5 038.83

将两种算法的实验结果作对比, 如图 2、图 3 所示.

图 2 所示为两种算法执行任务所需时间的对比, 横轴表示运行的 Gridlet 数目, 纵轴表示作业完成的时间. 图 3 所示为执行任务所需成本的比较, 纵轴为完成作业的成本. 对比结果表明, T. Cover 算法无论在执行任务的花费和时间上都优于随机算法, 因为 T. Cover 算法优先选择性能较好的资源, 从而使任务执行时间最短. 而随机算法在任务执行过程中随机选取资源, 并未考虑资源性能的好坏, 导致资源分配效率降低, 难以实现资源平衡分配.

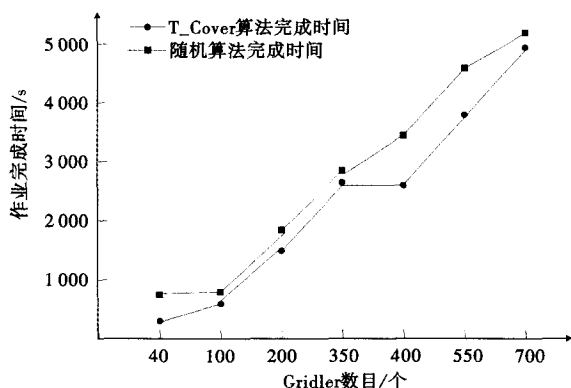


图2 两种算法实际花费的时间

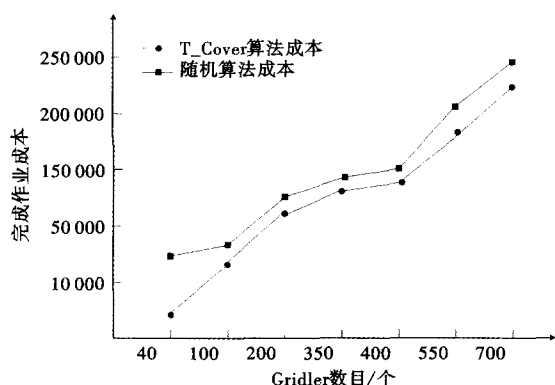


图3 两种算法实际花费的成本

5 结束语

本文提出的基于最优投资决策模型的资源分配算法,综合考虑作业执行费用和执行时间两方面的因素,根据资源各性能参数值归一化为决策矩阵,从而得到可以减小作业执行时间及成本的分配策略.通过与随机算法的对比结果看出,该算法具有较高的效率和良好的稳定性.

参考文献:

- [1] 王元卓,林闯,杨扬,等. 网格服务可管理性模型及策略研究[J]. 计算机学报, 2008,31(10):1716-1726.
- [2] 丁箭,陈国良,顾钧. 计算网格环境下一个统一的资源映射策略[J]. 软件学报, 2002,13(7):1303-1308.
- [3] 元雪冬,李霞,梁鸿. 计算网格中动态负载平衡策略研究[J]. 微电子学与计算机, 2009,26(5):21-24.
- [4] 钟伯成,杜兆芳,胡靖. 基于 Agent 的计算网格资源分配[J]. 微电子学与计算机, 2006,23(4):166-167.
- [5] 何军,王颀. 多线程处理器资源分配策略[J]. 计算机工程, 2008,34(15):283-285.
- [6] 丛珊. 基于 GridSim 的网格资源模拟技术的研究[D]. 哈尔滨:哈尔滨工业大学, 2006.

作者简介:



郑晓薇 女,(1957—),教授,CCF 高级会员(E20-0008655S). 研究方向为网格系统、并行计算、计算机决策支持系统.



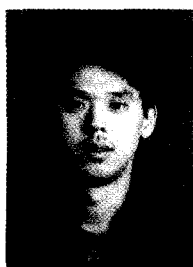
刘海君 女,(1986—),硕士研究生,CCF 学生会员(E200018408G). 研究方向为网格计算、计算机决策支持系统.



张建强 男,(1981—),硕士研究生,助教,CCF 学生会员(E200018401G). 研究方向为并行计算.

(上接第 32 页)

作者简介:



付沙 男,(1980—),硕士,讲师. 研究方向为数据挖掘、网络与信息安全.

廖明华 男,(1977—),硕士,讲师. 研究方向为计算机网络.
宋丹 男,(1976—),博士研究生,讲师. 研究方向为人工智能、免疫算法.