

网格资源选择性配置研究

李 响 孙华志

(天津师范大学计算机与信息工程学院 天津 300387)

摘 要 网格是一种复杂的分布式计算系统,研究其在有限容量条件下的多元受限任务等待问题具有重要的意义。网格资源选择性配置方案正是针对解决网格资源不合理利用所提出的。分析了网格环境下的数据共享和任务调度,研究了有限容量条件下的多元受限任务等待问题,提出了网格资源选择配置方案,并考虑在多任务和资源受限的情况下,通过引入脉冲函数来建立数学模型并对其进行仿真计算,验证了该模型的正确性与可行性。

关键词 网格,资源选择性配置,多元受限

中图法分类号 TP393.04 **文献标识码** A

Research of Grid Selective Resources

LI Xiang SUN Hua-zhi

(Computer and Information Engineering College, Tianjin Normal University, Tianjin 300387, China)

Abstract As such a complex distributed grid computing system, this system wants to study the problems of the multi-constrained task expectance under the condition of limited capacity. So it behaves greatly important. Based on the unreasonable using, we addressed the selective configuration of grid resources. This article analyzed the grid environment, data sharing and task scheduling, studying under the conditions of the limited capacity of the multi-constrained task expectance, to address the selective configuration of grid resources. Considering the impact of multi-tasking and resource-constrained circumstances, a pulse function mathematical model was introduced and simulated to verify the feasibility of the model.

Keywords Grid, Grid selective resources, Multi-constrained

网格是利用互联网把地理上广泛分布的各种资源(包括计算资源、存储资源、带宽资源、软件资源、数据资源、信息资源、知识资源等)连成一个逻辑整体,为用户提供一体化信息和应用服务,最终在虚拟环境下进行资源共享和协同工作,消除资源“孤岛”,最充分地实现信息共享。

随着网格技术的不断发展,按需分配资源将是网格计算的趋势,这要求解决技术上多用户申请任务时的优先级、资源合理分配等问题。本文提出的选择性网格资源配置策略解决的是如何以低资源消耗保证用户需求的问题。

1 网格资源选择性配置的应用

网格是一种复杂的分布式计算系统,研究其在有限容量条件下的多元受限任务等待问题具有重要的意义。在网格中心进行系统检测和任务分析,需考虑多种因素。本文提出的模型中涉及到的参数包括用户配置、耗费时间、用户需求、网格推荐服务、网格运行服务、用户满意度和服务性能。

1.1 用户配置

网格环境中,用户是动态、异构的,可以是虚拟组织也可以是个人,用户配置(CS, Consumer Setting)并非整齐划一,应考虑低配置用户的低效率、低共享。

1.2 耗费时间

耗费时间(T , Time)分为两类:

(1)不需考虑用户配置

用户向网格申请无返回值或仅有一个返回值服务,消耗时间是网格索取资源时间(T_0)与网格完成任务时间(T_r)的和。例如解决有穷序列($1 \cdots N; N \in R$)的数据和,消耗时间 T 是网格索取资源时间 T_0 与实际运行 T_r 的时间和:

$$T = T_0 + T_r \quad (1)$$

(2)需要考虑用户配置

用户向网格申请需用户再操作的服务时,必须考虑本地用户配置,消耗时间 T 是网格索取资源时间 T_0 、网格完成任务时间 T_r 与用户再操作时间 T_s 的时间和:

$$T = T_0 + T_r + T_s \quad (2)$$

$$T_s = P / CS (P \text{ 为再操作任务复杂度})$$

其中, T_0 与 T_r 为固定值, T_s 决定时间 T 。 T_s 由再操作任务的复杂度和本地用户配置决定,任务复杂度越低,本地用户配置越高,再操作运行时间 T_s 越短。

1.3 用户需求

用户需求(CD, Consumer Demand)涉及其他网格节点,而这些网格节点是虚拟的动态组织,因此需要网格中心对资

到稿日期:2009-10-25 返修日期:2009-12-30 本文受国家自然科学基金(60970060/F020508),天津市科技支撑重点项目(09ZCKFGX00500),天津市自然科学基金项目(08JCYBJC13700)资助。

李 响 硕士生,主要研究方向为网格计算, E-mail: lxindaxyz@hotmail.com; 孙华志 博士,教授,主要研究方向为操作系统、分布式计算。

源进行合理配置。

1.4 网格推荐服务

网格中心对任务种类、目的、所需资源进行优化配置,网格推荐服务(GR, Grid Recommend)就是将结果推荐给用户选择。

1.5 网格运行服务

用户选择网格推荐服务 GR 后,任务将在网格环境下运行。网格推荐服务不能最终决定任务的运行方式,这说明选择性网格资源配置是一种双向选择,网格运行服务(GS, Grid Service)通过双向选择更好地从实际出发,达到优化网格资源的目的。

1.6 用户满意度

$$CC=GS/CD \quad (3)$$

这里的“用户满意度(CC, Consumer Contentment)”就是当服务达到或者超出申请时(提前完成任务) $CC > 1$;当服务不能满足用户申请时, $CC < 1$, CC 值客观地体现了解决实际问题的效果。

1.7 服务性能

$$SP=CC * GS/T \quad (4)$$

服务性能(SP, Service Performance)的体现既要完成任务又要兼顾用户满意。由于用户满意度由用户需求服务 CD 与网格运行服务 GS 决定,而耗费时间由资源索取时间 T_o 、任务运行时间 T_r 以及再操作时间 T_s 决定,因此式(4)等价于式(5)。

$$SP=GS * GS/CD/(T_o+T_r+T_s) \quad (5)$$

$$SP=GS * GS/CD/(T_o+T_r+P/CS) \quad (6)$$

服务性能 SP 与网格向用户提供的终极服务 GS、本地用户配置 CS 成正比,而与用户需求服务 CD、再操作复杂度 P、资源索取 T_o 和任务运行时间 T_r 成反比。

因此,要提高网格服务性能,一方面需提升本地用户配置,另一方面应减少资源索取和运行时间。

2 在选择分析策略中实现最低消费的数学模型

该模型研究对象为一系列向网格中心提出资源申请的任务序列,包含单一任务和含有子任务的任务。该模型同时以时间脉冲函数作为决策变量,以决策变量构造整数规划的数学模型,其目标函数为任务序列从申请至网格中心分析区到释放分析区资源(即完成分析)的最低消费值。由于网格中心分析区资源的容量有限,因此要定义其他参数作为约束条件,保证数学模型有效。

2.1 多元受限任务等待耗时模型

该模型涉及的变量包括 M 为任务集;SA 代表分析区的全部资源; T_{sm} 表示任务 m 分析服务时间; $G_m(t)$ 为任务 m 等待网格中心将任务分配到分析区的等待时间; $W_m(t)$ 为任务 m 等待分析区内资源的等待时间; C_g 为任务 m 等待分配至分析区的单位时间成本,即分配损失系数; C_w 为任务 m 等待分析区内资源的单位时间成本,即资源损失系数; $D_m(t)$ 为 t 时刻任务 m 释放分析区内资源的数量; $A_m(t)$ 为 t 时刻任务 m 申请分析区内资源的数量; $V_o(t)$ 为 t 时刻任务 m 实际获得分析区内资源的数量; $AT(m)$ 为任务 m 向网格中心提出申请分析的时间; $VAT(m)$ 为任务 m 实际进入分析区的时间; RT

(m) 为任务 m 计划释放分析区资源的时间; $VRT(m)$ 为任务 m 实际释放分析区资源的时间; $Gos(t)$ 为 t 时刻网格任务占用的分析区资源数; $Grs(t)$ 为 t 时刻网格分析区剩余资源数; $T(m, k)$ 表示任务 m 进入分析区内时间为 $[T(m, i), T(m, j)]$,由于考虑到某些申请任务会存在问题(比如无解、死循环),因此规定 $T(m, i)$ 为进入分析区内的下限时间, $T(m, j)$ 为离开分析区的上限时间。

$U_m(t) = \{-1, 0, 1\}$: 规定分析区内资源有限,因此会出现任务虽然已进入分析区,但仍需等待分析区内部资源的情况。 $U_m(t) = -1$ 表示任务等待分配至分析区, $U_m(t) = 0$ 表示任务进入分析区等待资源或完成分析释放资源, $U_m(t) = 1$ 表示任务进入分析区得到资源。其中 $m \in M$ 。 $U_m(t)$ 为关于 t 时间的脉冲函数。假设有任务 m 在 $[T_1, T_2]$ 时刻等待分配至分析区, T_2 时刻进入分析区, $[T_2, T_3]$ 进入分析区等待资源, $[T_3, T_4]$ 进行分析, T_4 时刻释放资源,则其 $U_m(t)$ 脉冲函数图如图 1 所示。

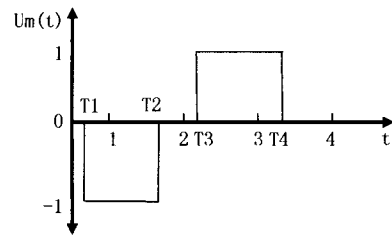


图 1 $U_m(t)$ 脉冲函数图

由图 2 可见,任务 m 在第一个时间段等待分配至分析区,消耗时间为该任务实际进入分析区时间 T_2 减去任务申请分析时间 T_1 ,则某时刻任务集 M 耗费时间为

$$G_m(t) = \sum_{t \in T(m, k), m \in M} t(U_m(t) + 1) - AT(m) \quad (7)$$

任务 m 进入分析区后,等待分析资源消耗的时间为 $T_3 - T_2$ 。而我们并不清楚任务 m 开始分析的具体时间 T_3 ,因此单一任务 m 在分析区等待分析资源消耗时间为任务 m 释放资源时间 T_4 减去分析任务服务时间 $[T_3, T_4]$,即 T_{sm} ,再减去任务等待分配至分析区消耗时间 $G_m(t)$,并且假设同样任务的分析服务时间 T_{sm} 为固定值,则某时刻任务集 M 等待分析资源消耗时间为

$$W_m(t) = \sum_{t \in T(m, k), m \in M} VRT(m) - T_{sm} - G_m(t) \quad (8)$$

构造目标函数:多元受限任务等待耗时问题模型的目的是使总等待成本最低。 $G_m(t)$ 和 $W_m(t)$ 分别表示等待分配消耗时间和等待资源消耗时间, C_g 为分配损失系数, C_w 为资源损失系数,基于等待损失和最小原则,构造目标函数如下:

$$\min \sum_{t \in T(m, k), m \in M} [C_g G_m(t) + C_w W_m(t)] \quad (9)$$

对式(7)~式(9)做线性替换,得到目标函数如下:

$$\min \sum_{t \in T(m, k), m \in M} \{ \{ C_g \sum [t(U_m(t) + 1) - AT(m)] + C_w \{ \sum_{t \in T(m, k), m \in M} VRT(m) - T_{sm} - \sum_{t \in T(m, k), m \in M} [t(U_m(t) + 1) - AT(m)] \} \} \} \quad (10)$$

对式(10)重新整理,得

$$\min \sum \{ (C_g - C_w) \left(\sum_{t \in T(m, k), m \in M} [t(U_m(t) + 1) - AT(m)] \right) + C_w \left(\sum_{t \in T(m, k), m \in M} VRT(m) - T_{sm} \right) \} \quad (11)$$

约束条件:由于定义分析区内资源有限,因此在某时刻 t ,任务 a 申请资源数与任务 b 释放资源数均不大于分析区内的总资源数。

$$\sum_{t \in T(m,k), m \in M} Am(t) \leq SA, \quad \sum_{t \in T(m,k), m \in M} Dm(t) \leq SA \quad (12)$$

在 t 时刻,任务可实际获得分析区资源数不大于该时刻分析区可分配资源数:

$$\sum_{t \in T(m,k), m \in M} Vo(t) \leq Grs(t) \quad (13)$$

最后,在 t 时刻分析区全部任务实际占用资源数, t 时刻获得资源数、释放资源数以及空闲资源数的代数和不大於分析区内的总资源数:

$$\sum_{t \in T(m,k), m \in M} [Gos(t) + Vo(t) + Grs(t+1) + Am(t)] \leq SA \quad (14)$$

($t+1$)为 t 时刻后 1 单位时间。

2.2 数学模型仿真

收集在 t 时刻同时进入等待分配至分析区的任务序列 $M = \{m1, m2, m3, m4\}$, 分配损失系数和资源损失系数分别为 6.5 和 2.4, 各任务耗费时间如表 1 所列。

表 1 任务耗费时间

	分配等待 1	分配等待 2	资源 1 等待	资源 2 等待	资源 3 等待
M1	3	1.5	6.5	4.5	3
M2	3.5	3.5	4	6	7.5
M3	2.5	3.5	5	3	2.5
M4	1	2.5	2	6	4

由表 1 可以看到,在分配区最多只能容纳两个任务。若按照传统分配方案, M1 进入分配等待 1, 资源 1 等待; M2 进入分配等待 2, 资源 2 等待; M3 进入分配等待 1, 资源 1 等待; M4 进入分配等待 2, 资源 2 等待。该方案分配等待耗时 $T1 = 3 + 3.5 + 3.5 + 2.5 = 12.5$; 资源等待耗时 $T2 = 6.5 + 6 + 5 + 6 = 23.5$; 总费用 $f = 6.5 * 12.5 + 2.4 * 23.5 = 137.65$ 。按照优先考虑损失系数和消耗时间的原则,可以得到另外一个方案:等待分配 1 最低等待时间为 1, 即 M4 进入分配等待 1; M4 资源等待最低耗时为 2, 即 M4 等待分配完毕后进入资源 1 的等待, 此时分配等待 1 被占用。对分配等待 2 进行分析, 其最低耗费时间为 1.5, 即 M1 进入分配等待 2; M1 资源等待最低耗时为 3, 即 M4 等待分配完毕后进入资源 3 的等待, 同理, 该方案分配等待耗时 $T1' = 1 + 1.5 + 2.5 + 3.5 = 8.5$; 资

源等待耗时 $T2' = 2 + 3 + 3 + 4 = 12$; 总费用 $f' = 6.5 * 8.5 + 2.4 * 12 = 84.05$ 。综上所述,改进方案在分配等待耗时降低 32%, 在资源等待耗时降低 48.9%, 总费用降低 38.9%, 充分体现了资源选择性配置低耗时、低费用的原则。

结束语 本文提出了网格资源选择性的配置策略, 并通过引入脉冲函数建立数学模型以达到整数规划的效果, 并且综合考虑了多任务和资源受限的影响, 最后通过仿真数据验证了模型的有效性。但模型本身的复杂度和收集数据的局限性, 使其还存一些问题。通过加强对单位时间内资源采集的灵敏度和时间精确度, 可寻求更好的效果。

参考文献

- [1] Foster I, Kesselman C. The Grid: Blueprint for a Future Computing Infrastructure [M]. San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers, 2000
- [2] 孔劫, 吴晓, 邓正宏. 基于计算期望的网格资源管理模型[J]. 计算机工程与设计, 2008, 29(4): 836-838
- [3] 尚明生. 网格计算中的任务调度模型研究[J]. 计算机工程, 2006
- [4] 洪一帆, 荣冈. 面向对象的模型管理系统[J]. 科技通报, 2002
- [5] Ruohomaa S, Kutvonen L. Trust management survey [C]// LNCS 3477. Berlin: Springer-Verlag, 2005: 77-92
- [6] Abrams M D. Trusted system concepts [J]. Computers and Security, 2005
- [7] 王育民, 刘建伟. 通信网的安全[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 1999
- [8] 纪其进. 主动队列管理算法性能评价[J]. 通信学报, 2005, 26(11): 100-105
- [9] 唐勇, 唐雪飞, 王玲. 基于遗传算法的排课系统[J]. 计算机应用, 2002(10)
- [10] 都志辉, 陈渝, 刘鹏, 等. 网格计算[J]. 北京: 清华大学出版社, 2002
- [11] 陈国良. 并行计算机体系结构[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004
- [12] 谢昊航, 张忠辅, 郑小平, 等. 基于模糊数学的网格资源综合调度算法[J]. 重庆工学院学报: 自然科学版, 2009, 23(3): 133-137, 143
- [5] Hou Y T, Yi S, Sherali H D. Optimal base station selection for anycast routing in wireless sensor networks[J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2006, 55(3): 813-821
- [6] Xuan D, Jia W, Tu W Q, et al. Distributed Admission Control for Anycast Flows [J]. Transactions on Parallel and Distributed Systems, 2004, 15(8): 673-686
- [7] 陈林星, 曾曦, 曹毅. 移动 Ad Hoc 网络--自组织分组无线网络技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 57-80
- [8] Toh C K. Maximum battery life routing to support ubiquitous mobile computing in wireless ad hoc networks[J]. IEEE Communications, 2001, 39: 138-147
- [9] Xiao L, Boyd S, Kim S J. Distributed Average Consensus with Least-Mean-Square Deviation [J]. Journal of Parallel and Distributed Computing, 2007, 67(1): 33-46
- [10] Karl H, Willig A. Protocols and Architectures for Wireless Sensor Networks [M]. Hoboken: John Wiley Publishing House, April 2005: 128-157
- [11] Bicket J, Aguayo D, Biswas S, et al. Architecture and Evaluation of an Unplanned 802.11b Mesh Network [C]// Proceedings of ACM MobiCom'05. 2005

(上接第 102 页)

参数 α 来权衡两者之间的关系。因此本文协议一方面能保证系统能耗均衡, 另一方面能降低距离(代价)较大的路径所占的路由权重, 提高能耗效率。通过以上措施, 本文协议能有效地优化网络生存期。

参考文献

- [1] Oyman E I, Ersoy C. Multiple sink network design problem in large scale wireless sensor networks [C]// Proceedings of IEEE ICC'04. Istanbul, Turkey, 2004, 6: 3663-3667
- [2] Iqbal M, Gondal I, Dooley L. Energy Aware Neighbourhood Protocol for Anycast Routing in Ad Hoc Sensor Networks [C]// Proceedings of ICON'06. Singapore, 2006, 2: 1-6
- [3] Thepvilajanapong N, Tobe Y, Sezaki K. HAR: hierarchy-based anycast routing protocol for wireless sensor networks [C]// Proceedings of Symposium on Applications and the Internet Workshops. 2005: 204-212
- [4] Kim J, Lin X J, Shroff N B, et al. On Maximizing the Lifetime of Delay-sensitive Wireless Sensor Networks with Anycast [C]// Proceedings of INFOCOM'08. 2008: 807-815