

关于网格模拟器的研究

高 强, 刘 波

(华南师范大学 计算机学院, 广东 广州 510631)

摘 要: 网格将广域分布的各种资源有效聚合和共享,并以统一的方式向用户提供服务。网格模拟器是一种对真实网格进行模拟的工具,是研究网格环境中资源管理和任务调度策略优化、改进的重要工具。文中分别对 Bricks, MicroGrid, CasSim, GridSim, SimGrid 和 GangSim 进行了分析,论述了这些模拟器的应用领域、优势以及不足,最后指出了当前网格模拟器的局限性和发展趋势,可以为网格研究人员和网格模拟器设计者及应用者提供一些便利。

关键词: 网格;资源;网格系统;网格模拟器

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2010)01-0100-04

The Research about Grid Simulators

GAO Qiang, LIU Bo

(Dept. of Computer, South China Normal University, Guangzhou 510631, China)

Abstract: The grid makes aggregation and sharing of wide-area distributed resources effectively and provides services to users in a uniform way. The grid simulator is a tool for the simulation of the real grid, as well as an important tool for researching the resource management and the optimization and improvement of task scheduling strategy. It makes analysis on Bricks, MicroGrid, CasSim, GridSim, SimGrid and GangSim, and discusses the application field, advantage and disadvantage of these simulators and then points out the limitation and development tendency of the current simulator, which can provide some convenience for the grid researchers and the designers and users of grid simulator.

Key words: grid; resource; grid system; grid simulator

0 引 言

网格^[1]是继万维网之后出现的一种新型网络计算平台,是一种革命性的新技术,其目的是为用户提供一种全面共享包括网页在内的各种资源的基础设施。它是构筑在互联网上的一组新兴技术,将高速互联网、计算机、大型数据库、传感器、远程设备等融为一体,为科技人员和普通老百姓提供更多的资源、功能和服务。

网格具有非常诱人的应用前景,但网格环境搭建是非常复杂和困难的,也是非常昂贵的,所以网格模拟技术的出现是必然的,它给研究者们带来了新的希望。网格模拟器是一些网格研究机构或个人利用网格模拟技术开发的网格模拟工具,其作用是建立一个虚拟网格环境来模拟真实网格,通过配置相应的参数,可以更加真实地模拟出真实网格环境下的各种应用场景,使得模拟结果更具真实性。因此,网格模拟器为网格应

用者进行算法研究、方案可行性的分析验证等提供了极大的方便,这不仅可以降低成本、简化复杂性、方便操作,而且还可以完成真实环境下不具备条件的实验。通过分析在模拟器上实验的结果,网格研究者可以对设计进行不断地改进^[2]。

1 网格模拟器介绍

1.1 Bricks

Bricks^[3]是由日本东京技术学院主导开发的基于Java的网格模拟器,它是一个对高性能全局计算系统中的不同调度算法和框架进行分析和比较的性能评价系统。到目前为止,该项目已经历两个阶段:第一阶段主要进行基于资源的调度算法的研究;第二阶段开始考虑到数据密集型应用,将数据的复制算法和调度算法结合起来。

Bricks由全局计算环境和调度单元两部分构成。全局计算环境主要由以下三部分实体组成:客户机,表示用户提交请求;服务器,表示可以获得的资源;网络,表示客户机和服务器之间的网络行为。Bricks采用队

收稿日期:2009-04-17;修回日期:2009-07-18

基金项目:国家技术创新基金(08C26214411198)

作者简介:高 强(1984-),男,江西上饶人,硕士研究生,研究方向为网络计算;刘 波,副教授,研究方向为网络技术。

列系统来模拟真实环境中这三者的离散事件操作,而调度单元可以根据对当前服务器和网络状态进行监测,将监测结果存储到资源数据库中。该单元还包括了性能预测功能,能够模拟和比较各种调度策略。

Bricks 采用“组件化”的设计方法,这使得它能够灵活地替换和增加新的模拟模块以测试不同的调度算法,而且还可以通过 Bricks 的外部接口将现存的网格计算环境中的组件融合进来。

Bricks 中没有专门的统计和分析模块,因此它只能对调度算法进行简单的比较,并不能提出指导性的意见,而且由于不开放源代码,其他研究人员不便于对此模拟工具进行更进一步的分析和改进。

1.2 MicroGrid

MicroGrid^[4]是由美国加州大学圣地亚哥分校(UCSD)并行系统体系结构小组(CSAG)领导开发的一个虚拟的网格计算环境,主要用于网格资源管理和应用程序适应性问题的研究。MicroGrid 的一个重要的设计目标是通过 Globus 软件包的模拟,使普通程序和运行在 Globus 上的应用程序能够不加修改地直接运行在 MicroGrid 之上。

通过对 Globus 环境的应用程序进行模拟,MicroGrid 一方面能够很精确地模拟一个网格应用程序在不同运行环境中的行为和性能,并对不同的运行环境设置对应用性能的影响进行评价;另一方面,作为模拟器,在相同的环境设置下,能够对运行不同应用程序的性能进行评估。

MicroGrid 主要是用作替代真实的网格环境对应用程序的性能进行评估的工具,而不是作为研究各种网格资源管理和调度技术的通用模拟工具,模拟其性能特性。另外, MicroGrid 的模拟效率不高,而且是面向 Globus 环境的,这对于通用调度算法的研究来说有一定的局限性。

1.3 CasSim

CasSim^[5]由加拿大多伦多大学和 IBM 多伦多软件实验室共同开发。主要解决的问题是:在考虑所有条件下,如何能充分且高效地利用网格资源,在众多的启发式调度算法中动态地选择一个最优的算法使得总任务运行时间最小。CasSim 的优点在于它能够同时适应来自用户输入和真实网格中的参数下的应用。实验结果表明 CasSim 可以精确选择出最优调度算法并可以把其应用到真实网格环境下。CasSim 的体系结构如图 1 所示。

目前 CasSim 只适用于主机-客户机系统中,调度的任务也是相互独立的,如何在复杂网络拓扑结构下进行有依赖关系任务调度需进一步研究;另外,由于它

的主要目标是进行各种启发式调度算法的比较和研究,比较适合于用来进行任务调度和资源分配方面的研究,而不适合于网格系统中计算任务消耗量应用方面的研究。

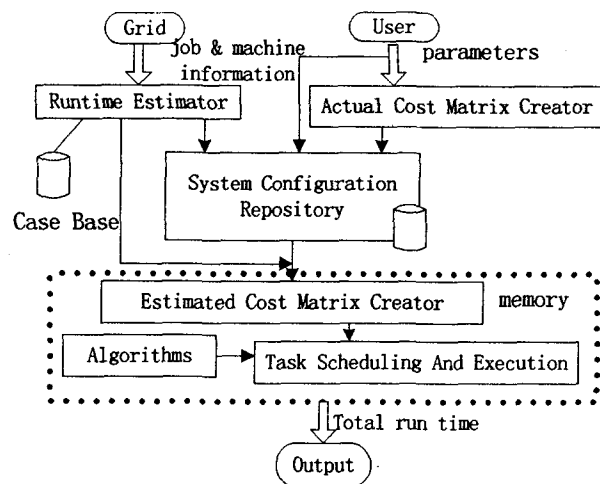


图 1 CasSim 的体系结构

1.4 GridSim

GridSim^[6]是由澳大利亚墨尔本大学 Rajkumar Buyya 领导开发的网格模拟工具,目前最新的版本是 GridSim Toolkit 4.2。GridSim 提供了多种资源、多用户、应用程序、资源代理等复杂模拟机制,可以模拟多个用户通过代理提交应用。它的首要目标是通过模拟来研究基于计算经济模型的有效资源分配方法。

GridSim 是在 SimJava 的基础上开发的,可在 Windows 和 Linux 系统上跨平台运行。它提供丰富的函数库以支持模拟网格环境中的异构资源(时间共享和空间共享)、用户、应用程序、用户代理和调度器。网格资源、用户和用户代理被视为不同的实体,它们通过消息事件(输入和输出)来进行通信。除了通过手工编程来实现模拟外,GridSim 还提供了一套图形界面工具 Visual Modeler(VM)帮助用户配置网格环境并产生相应的代码。通过利用 SimJava 的离散时间模拟功能并借鉴其他网格模拟工具,GridSim 开发者将主要的精力集中在并行分布式环境中的计算资源、通信资源、信息服务、实体间交互协议、应用程序代理(Broker)、调度器的建模和模拟上,使其成为目前功能最全面的模拟工具。

GridSim 中有专门的类对模拟数据进行收集,但是这些数据必须由用户自己在模拟结束后通过调用相应的库函数来获取,这要求用户对 GridSim 的基础类库有很好的了解。虽然用户可以调用 GridSim 中的 GridStatistics 库函数来收集各种模拟的统计数据,但 GridSim 本身只提供一个基础的模拟环境,并不包括对

统计数据进一步分析的功能。另外,在模拟过程中,GridSim 不能够与真实调度系统进行交互。

1.5 SimGrid

SimGrid^[7]是由美国加州大学圣地亚哥分校网络研究和创新实验室(Grid Research And Innovation Laboratory)主导开发的一个分布式异构环境中的分布式调度和并行模拟工具。它的目标是为在网格环境下进行分布并行应用调度研究提供一个合适的模型和抽象(level of abstraction)并生成准确的模拟结果。

SimGrid 使用基于 trace-driven 的模拟,它按照真实的网格资源中的访问跟踪记录来模拟网格资源,从而达到更真实的网格模拟;通过 API 函数可以快速建立并评价所研究的调度算法,并可研究算法在不同环境中的健壮性。

SimGrid 没有模拟任务分解和任务并行化特征,资源可获得性也没有进行模拟,无法精确地建模,缺少一些实际应用的灵活性。另外,SimGrid 中的模拟数据主要是基于大量的跟踪数据,但是对于这些数据 SimGrid 并没有做进一步的分析。

1.6 GangSim

GangSim^[8]由美国芝加哥大学的 Catalina. L. Dumitrescu 和 Ian Foster 提出,用来进行网格环境下调度策略的研究,其特别关注本地资源和远程资源之间分配策略的交互性。GangSim 的实现,部分源于 Ganglia 分布式监测框架,这个框架允许模拟和真实网格部件混合应用,因此,GangSim 具有和真实网格部件混合使用的能力。GangSim 的体系结构如图 2 所示。

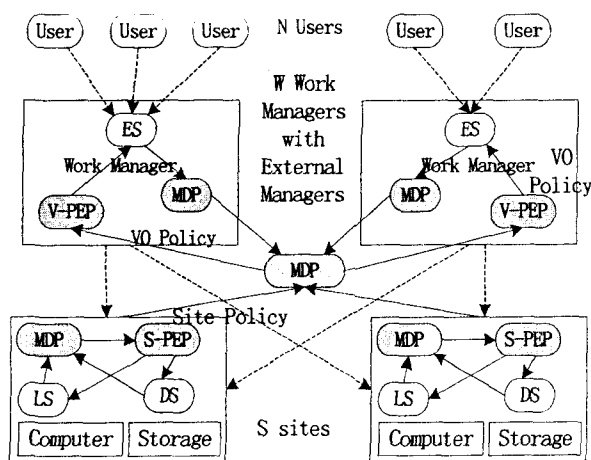


图 2 GangSim 的体系结构

GangSim 是第一个既能够模拟站点,又能够模拟虚拟组织(VO)用户和计划者的模拟器,并且它还能够用户在用户和 VO 层次下进行使用策略的模拟。GangSim 允许多个任务提交策略在不同网络配置和负载环境下综合使用不同应用策略进行测试,因此,它能够用来研

究在不同网格环境下使用不同策略时的性能和效果,还可以利用 GangSim 来研究随着站点、网格部件和用户数量的增加,网格系统性能是如何改变的。

GangSim 具有在分布式结点环境下提供更大扩展性的潜在能力,但是这一能力还未在实际应用中得到验证。由于 GangSim 需要模拟所有的实体,因此与已存在的网格环境的交互性不强。另外,GangSim 只是在理想的环境下进行研究的,并没有考虑网络时延、成功率等因素。

在上述模拟器中,Bricks、CasSim 和 GridSim 主要用于计算网络的作业调度算法研究;GangSim 和 SimGrid 主要用于数据网格中的作业调度和数据管理策略的研究;MicroGrid 主要用来进行网格应用在虚拟网格环境下性能的评估。

2 现有网格模拟器的局限性

在应用网格模拟器进行研究时,要求模拟器能够尽可能的模拟出真实网格计算环境,在这基础上研究出来的结果才有说服力。通过前面的介绍,可以看出当前网格模拟器得到了快速的发展。同时,也能看到模拟器还远不能够满足需要,还需要更进一步的发展才能使其功能更加强大、综合性更强。现有的网格模拟器在以下几个方面存在一定的局限性^[9]:

(1)非现代标准。网格已经从最初的以协议为中心的五层沙漏模型,发展为面向服务、以服务为中心的 OGSA 体系结构,这种结构性的转变并没有在当前的众多网格模拟器的升级改造中得到体现。

(2)建模简单。网格资源是分布的、多样的、异构的、动态的、自治的,目前的模拟器还不能完全地模拟出资源的这些特性。

(3)支持的策略有限。网格资源管理可以分为宏观和微观两部分,目前的模拟器都把重点放在宏观部分上的资源的发现、选择与调度上面,在微观部分的网格资源内部管理和调度上还需要进一步改进,如进程、线程、I/O 操作等。

(4)模拟环境和真实环境存在差别。目前的网格模拟器都是对网格技术发展之初的网格环境进行模拟的,因此模拟出来的环境和现在真实的环境存在不同。不过现在也有了实用的网格平台和资源管理器,如 Globus Toolkit 4.0、Maui 调度器、Moab 网格调度器(又称 SILVER)等。

3 结束语

文中对几种主流网格模拟器进行简单的介绍和分析,分别从功能、特点和应用领域等方面进行了初步分

析,然后指出了当前网格模拟器的局限性。

通过前面的分析可以看出,为满足当前发展的实际需要,网格模拟器必须不断的改进,以打破上面提及的各种局限性。

网格模拟技术未来的发展趋势^[10,11]有以下5个方面:

(1)智能化。除了要实现网格资源的分布性、多样性、动态性等特征的模拟,网格系统中还包括表现出智能的实体,网格模拟器也必须能够进行模拟。智能化是模拟器技术发展的长远目标。

(2)通用化。开发一个规模大而功能全的模拟器是不现实的,但现在的模拟器都是针对某一特定领域的问题提出来的,有非常强的领域倾向性,不能满足需要。随着网格模拟技术的不断成熟和需求的不断增长,模拟器应往通用化方向发展。

(3)集成和整合化。网格系统具有部署灵活、资源可以即插即用、随时扩充等特点,这就要求模拟器在功能上也要有很强可扩展性。目前集成和整合是实现扩展的最好方式,通过集成一些成熟的模拟技术,有助于迅速扩展系统功能。

(4)可视化。模拟器具有可视化的开发界面可以减少用户编写代码量,提高开发效率。

(5)开源化。开源是现在非常流行的开发模式,源码开放,有助于模拟器系统设计的改进,完善系统功能。

参考文献:

- [1] 徐志伟,冯百明,李伟. 网格计算技术[M]. 北京:电子工业出版社,2004:1-4.
- [2] 夏靖波,刘颖,汪胜荣. 网格原理与开发[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2006:236-240.

- [3] Aida K, Takefusa A, Nakada H, et al. Performance Evaluation Model for Scheduling in a Global Computing System[J]. The International Journal of High Performance Computing Applications, 2000, 14(3): 268-279.
- [4] Song H J, Xin L, Jakobsen D, et al. The MicroGrid: A Scientific Tool for Modeling Computational Grids[C]//Proceedings of the 2000 Conference on Supercomputing. Los Alamitos: IEEE Computer Society Press, 2000: 4-10.
- [5] Xia E, Jurisca I, Waterhouse J. CasSim: a Top-level simulator for Grid Scheduling and Applications[C]//Proceedings of the 2006 Conference of the center for Advanced Studies on Collaborative Research. New York: ACM Press, 2006: 353-356.
- [6] Buyya R, Murshed M. GridSim: A Toolkit for the Modeling and Simulation of Distributed Resource Management and Scheduling for Grid Computing[J]. The Journal of Concurrency and Computation: Practice and Experience, 2002, 14(13-15): 1175-1220.
- [7] Henri C. SimGrid: A Toolkit for the Simulation of Application Scheduling, 2001[C]//Proceedings of Cluster Computer and the Grid. Brisbane: IEEE Computer Society Press, 2001: 430-437.
- [8] Dumitrescu C L, Foster I, GangSim: A simulator for grid scheduling studies[C]//Proceedings of Cluster Computing and the Grid. Brisbane: IEEE Computer Society Press, 2005: 1151-1158.
- [9] 田翠华,常桂然,游新冬. 网格模拟技术分析[J]. 计算机应用研究, 2007, 24(2): 101-105.
- [10] 李波,石冰心,沈斌,等. 网格资源管理和调度仿真工具研究进展[J]. 微机与应用, 2005, 24(3): 4-7.
- [11] 马海波,郑婷婷,徐志英. 通用网格模拟器(GGS)的研究及其基础运行平台的设计[J]. 大连交通大学学报, 2007, 29(6): 77-78.

(上接第99页)

- [1] 社, 2007.
- [2] Hou Zhijian, Lian Zhiwei, Yao Ye, et al. Data mining based sensor fault diagnosis and validation for building air conditioning system[J]. Energy Conversion and Management, 2006, 47: 2479-2490.
- [3] 程树林,姚合生,叶家鸣. 基于模糊产生式规则推理的电脑故障诊断系统[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(12): 37-39.
- [4] Li J R, Khoo L P, Tor S B. RMINE: A rough set based data mining prototype for the reasoning of incomplete data in condition-based fault diagnosis[J]. Journal of Intelligent Manufacturing, 2006(17): 163-176.

- [5] 杨苹. 基于聚焦式模糊聚类的故障诊断数据挖掘方法[J]. 动力工程, 2006, 26(4): 511-515.
- [6] Jeong S, Lee S, Kim J. Fault Management System Using Penalty Method and Data Buffer for Communication Satellite[C]//24th AIAA International Communications Satellite Systems Conference (ICSSC). 2006. San Diego, California: [s. n.], 2006.
- [7] Sun Weixiang, Chen Jin, Li Jiaqing. Decision tree and PCA-based fault diagnosis of rotating machinery[J]. Mechanical Systems and Signal Processing, 2007, 21: 1300-1317.
- [8] 陈水利,李敬功,王向公. 模糊集理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2005.