

基于校园网格系统计费方案研究

Study On the Account plan for Campus Grid System

刘明良 (郧阳师范高等专科学校计算机科学系 湖北丹江口 442700)

摘要: 对网格中资源的管理、组织和分配是校园网格的关键问题。首先在介绍了校园网格资源管理模型的基础上,讨论了校园网格系统中需要进行付费的资源,然后提出了一种校园网格计费方案,该方案可为校园网格计费系统的具体设计提供一定参考。

关键词: 网格 校园网格 资源管理 资源置换 计费方案

1 引言

网格是为了解决大的计算问题和充分利用各种资源包括计算资源而提出的,是近几年研究较为热门的技术领域。网格是把整个因特网整合成一台巨大的超级计算机,实现计算资源、存储资源、数据资源、信息资源、知识资源、专家资源的全面共享。关于网格目前还

算、存储等其它资源。”

校园网格作为网格技术在大学校园中的一种应用,为校园网用户提供信息交流和资源共享的平台,其应用对象主要是面向各院系的教师、学生及服务人员,所提供的资源主要包括集群、数据库、高性能计算机、个人 PC 机、存储设备等。这些资源由各院、系、部提供,各部门又是这些资源的使用者。为了能够合理的分配、利用好校园网格资源,提高资源提供者的积极性,校园网格资源的使用者需要进行付费使用。在对校园网格的计费系统进行研究的基础上,本文提出了一种校园网格计费方案。

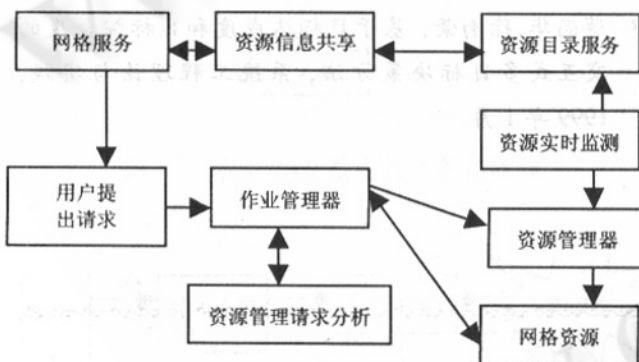


图 1 资源管理模型

没有一个统一的定义。美国阿尔贡国家实验室 (Argonne National Laboratory) 的资深科学家、著名的网格计算项目 Globus 的主持人之一 Lan Foster 就曾对于网格给出了三次说明。^{[1][2]} 其中在《网格:一种新计算的基础设施的蓝图》一书这样描述:“网格是构筑在互联网上的一种新兴技术,它将高速互联网、高性能计算机、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、功能和交互性。互联网主要为人们提供电子邮件、网页浏览等通信功能,而网格功能则更多更强,能让人们透明地使用计

2 资源管理模型

网格系统可以分为三个基本层次:资源层、中间层和应用层^[3]。网格资源层是构成网格系统的硬件基础,它包括各种计算资源,如超级计算机、各种计算机外设以及应用软件等^[4]。

网格资源管理系统是网格计算系统的重要组成部分,资源管理是整个校园网格系统中基础和关键的部分^{[5][6]}。它为任务分配提供底层支持。校园网格系统中的资源管理模型如图 1 所示。

校园网格系统是一个庞大的网络系统,它通过网格服务接口(即网格中间件)把网格资源层与应用层连接起来,用户可以通过统一的 Web 页面访问网格资源,首先在 Web 页面上提交作业,作业管理器将其插入作业队列,同时向资源管理器发送请求。资源管理器的后台基础是资源目录模块,资源目录中存储了网

格系统中所有资源的最新信息。网格服务模块通过资源信息共享提取用户所需要的资源,并根据特定的算法为用户提交的请求分配资源,通过资源目录服务模块对网格资源的有效管理,从而实现网格资源的信息共享。

3 计费系统分析

3.1 需要计入计费系统的资源

在校园网格系统的各种资源中,用户可能会请求各种不同的资源来完成自己的任务,也可能是本机提供给其他客户的资源,总体说来需要计入校园网格计费系统的资源应包括:

(1) 处理器时间:也即 CPU 时间,是指校园网格系统内为用户提供服务的各结点的 CPU 工作时间之和;

(2) 存储空间:用户任务占用校园网格系统存储空间大小,主要指占用内存空间大小;

(3) 数据通信量:用户任务从开始执行到任务完成在网格系统中所传送的信息总量;

(4) 网络带宽:信息在通信过程中所占用的最大带宽;

(5) 计算机外设:主要是一些昂贵的计算机外设资源;

(6) 其它网格系统中的资源:如系统软件、数据库及相关的应用软件等的消耗量。

3.2 付费记帐

付费是记帐的一个重要目的,记帐是用户能够进行合理付费的重要依据和保障。校园网格的用户应该缴纳的费用与所使用网格资源的种类、资源的提供能力、使用资源时间的长短有关。每一类资源的费用等于该资源的单位价格乘以用户使用该资源的总量。其费用总量应该等于所有使用的各类资源费用之和。对于单类资源的计算方法举例说明如下:

对于网格中的 CPU 资源,可以用以下公式计算:

$$S = C \times T$$

其中,C 是 CPU 资源单位时间内提供的计算能力,单位为 MPLOPS(百万次浮点运算每秒)或 MIPS(百万条指令每秒);T 是用户使用该资源的累计时间,单位为 s;S 为用户累计使用的资源。

对于存储资源可以通过下面的公式计算:

$$S = n \times T$$

其中,n 是任务占用的存储空间大小,单位为 MB(兆字节);T 是一个用户使用该资源上 nMB 存储空间的累计时间,单位为分钟或秒;S 是该用户累计使用资源的多少,单位为兆分或兆秒。其它的单类资源的计算可按以上方法进行炮制。

如果建立起一种不同资源量之间的付费换算关系,就可以按照资源类别计算出用户使用该资源的费用,进而计算出总的费用:

$$M = M_{\text{CPU}} + M_{\text{storage}}$$

$$M_{\text{CPU}} = S_{\text{CPU}} \times I_{\text{CPU}}$$

$$M_{\text{storage}} = S_{\text{storage}} \times I_{\text{storage}}$$

其中,I 是某类资源的单位价格,M 是用户应该缴纳的费用。以此类推,把用户使用的所有资源的费用进行累加,即为用户应该付的费用总量。

3.3 资源置换抵帐

在校园网格系统中,所有的用户既可能是网格资源的使用者,又可能是网格资源的提供者。每个使用网格资源的用户都需要为所使用的资源进行记帐付费,这就需要在校园网格计费系统中设计一种策略,使得用户相互使用的资源费用进行冲抵,这样用户就会更加积极的让别人共享自己的资源,方便广大校园网格系统用户更充分的利用资源。另外,对于校园网格的用户,如果在使用中有抵赖情况,可以通过限制服务来解决相应问题,从而保证校园网格系统的正常工作。

4 系统设计

4.1 校园网格系统

网格计费系统的关键是对网格各类资源的管理与分配。下面介绍校园网格系统中用户是如何利用各类资源为自己服务的过程^{[2][3]},如图 2 所示。

用户通过登录统一的 Web 界面(各种应用系统界面)访问网格资源代理,并提交任务或请求所需要的资源,通过校园网格计费系统查询费用。

其中,网格应用层是用户需求的具体体现。在网格操作系统的支持下,网格用户可以使用其提供的的工具或环境开发各种应用系统。应用系统界面主要是指校园网格中的教务管理系统、图书管理系统、财务管理系统、学生及人事档案管理系统、办公自动化系统和后勤管理系统等。

网格资源代理位于用户和网格资源提供者之间,

利用网络中间件为用户提供服务,它隐藏了各类资源复杂的地理位置分布,形成对用户相对透明的环境,为用户提供一个统一的接口。它的任务是为用户选择资源,调节服务价格,分配用户任务并且管理其执行情况,最后收集任务结果交给用户。

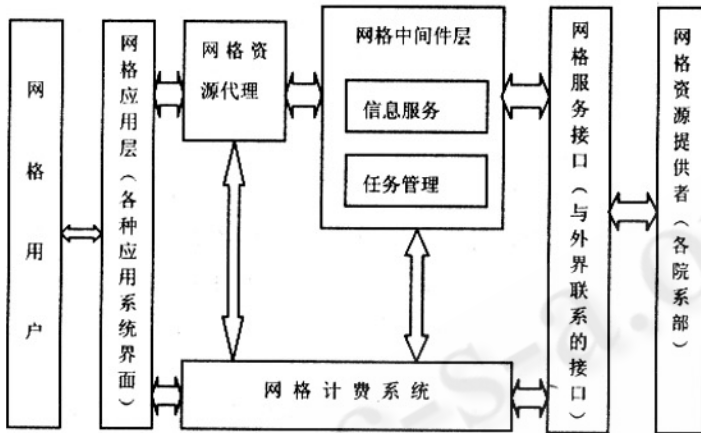


图 2 校园网络系统执行任务过程

网络中间件层是指一系列的工具和协议软件,其功能是屏蔽网络资源层是各种资源的分布、异构特性,并通过网络资源代理向网格应用层提供透明的、一致的使用接口。提供网络资源代理和资源提供者之间的相互联系靠网络中间件。包括信息服务模块和任务管理模块。信息服务模块通过各系部服务器登记校园网格的各类资源,供网络资源代理查询任务管理模块,从网络资源代理得到任务并分配给各系部的资源提供者,任务完成后把任务结果交给网络资源代理。

网络资源提供者:由各个院系部组成,包括各种应用软件、系统软件以及硬件资源,如中央数据库、集群工作站、超级计算机、计算中心、个人计算机存储设备和上网所需带宽等。每个部门可以设置专用服务器负责部门内资源的登记、管理、消耗统计和任务分配。

对校园网格系统用户的一个任务执行过程说明如下:

(1) 用户提交一个包含参数的任务给网络资源代理,这些参数包括需要的计算量、存储量、费用预算和完成任务截止时间等。

(2) 网络资源代理查询信息服务模块有哪些资源可用。信息服务模块列出一张可用资源表。如果没有可用资源,网络资源代理通知用户无资源可用。如果

有资源可用,网络资源代理为用户选择合适的资源,并把任务通过任务管理模块交给资源提供者。

(3) 接到任务的各资源提供者根据资源需求量、供应量和负载情况,为此任务估计一个总费用并把结果告诉网络资源代理,网络资源代理把估计的费用告知用户。如果用户同意,则网络资源代理通知资源提供者开始执行任务。如果用户不同意此费用,网络资源代理可以与资源提供者协商,调整价格或向用户提供可以完成任务的其它资源提供者。

(4) 网络资源提供者完成任务并把结果提交给任务管理模块,由任务管理模块提交给网络资源代理,网络资源代理最后把结果交给用户任务完成。

(4) 网络资源提供者完成任务并把结果提交给任务管理模块,由任务管理模块提交给网络资源代理,网络资源代理最后把结果交给用户任务完成。

4.2 校园网格计费系统

校园网格计费系统如图 3 所示。

校园网格计费系统由价格函数、数据收集、数据统计、计费管理、资源置换、账单日志、网络资源代理等几个模块构成。各模块的功能

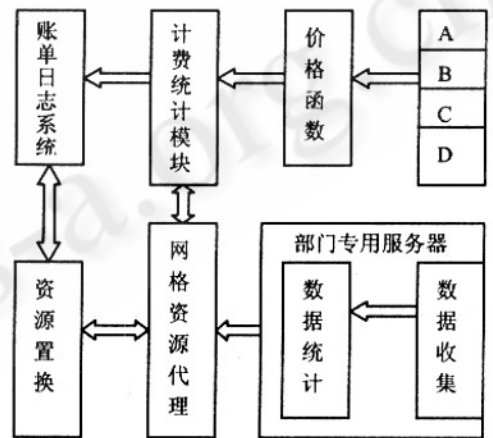


图 3 校园网格计费系统

如下^[7]:

(1) 数据收集模块负责收集完成一个用户任务所用各类资源的消耗量。每个系部的服务器创建一个数据库用来存储各类资源消耗量的数据。服务器将任务分配给本部门执行任务的结点的同时开始记录资源消耗量,如占用 CPU 时间、存储空间、传输量、带宽以及所属主机(可以通过 IP 地址或网卡 MAC 地址来确认)

等。当一个部门完成属于自己的任务时,部门专用服务器将数据库中的数据传送到数据收集模块。各系部服务器应当以一种统一的格式存储这些数据,使得数据收集模块能快速进行数据收集。一个任务完成后,数据收集模块将收集到的数据送到数据统计模块。

(2) 价格函数模块根据 A {供需关系变量}、B {资源提供者的负载量}、C {用户价格参数}、D {资源提供者价格参数},按照一定的标准形成相应价格函数,通过计算得到一个费用系数 m ,此系数作为计费中的参考量并发给计费模块。

(3) 数据收集模块主要对本部门完成相应任务所需要的各类资源进行收集,并由统计模块进行统计,为网格资源代理服务器提供有效数据,作为计费的主要依据。该模块由部门专用服务器来完成。

(4) 网格资源代理模块通过网格中间件为任务提供者和用户建立一种关联,收集来自于部门专用服务器提供的统计数据,并隐藏资源提供者的物理位置,按照提供的资源种类、价值等参数,根据相应的价格函数为计费模块提供计费参考。作为网格用户来说,享受透明的服务环境。

(5) 计费模块根据从价格函数模块得到的费用系数 m 和网格代理模块得到的各类资源数量,利用公式: $cost = price * m$,计算完成某个任务所需费用,并把此记录交给账单系统模块作为一个用户每月所需缴纳消耗资源总费用的一条记录,此记录包括用户所用各类资源的名称、所属主机、资源消耗量、资源耗费时间等。

(6) 账单日志模块记录每天计费模块发生的业务日志情况,以表单的形式存储,该模块具有数据统计功能,每月统计后作为各用户交费的依据。

(7) 资源置换模块主要解决用户间相互利用资源的问题,在当月计费终止后,对各用户的计费清单进行分析、比对,若有两用户间相互提供不同资源,根据使用资源的数据、种类、价格等进行冲抵,以形成用户的最终计费表单。

(8) 账单系统根据冲抵后的计费统计表生成最终表单,用户据此进行查询、计费。

以上主要是根据用户间使用资源数量、种类及价格等来进行计费的,在实际使用中还可以根据用户使用的频率进行包月服务,使计费更加简化、合理。

5 校园网格计费系统考虑的其他问题

5.1 规范用户行为记帐

对于网络上提供的免费使用的资源,记账显然不是用来付费的,但是仍然是网格做出预测的依据。由于这些资源是不收费的,难免出现一些恶意用户长期占用该资源的情况,使一些合法用户无法使用资源。该资源的记账信息能准确地反映出不同用户使用资源的情况,当有合法请求到达时,资源管理器会根据用户的不同使用记录优先满足累计使用时间短的用户请求。

5.2 网格上的时间

在网络上活动的多方由于具体情况的差异,对时间准确度的要求也不一样,有一些必须得到时间支持的网格事件。如:资源的提前预约需要指定预约使用资源的时间、网格中任何实体的有效生命周期管理需要时间的支持,比较两个信息产生的先后顺序,需要时间戳的支持,试一个数据包从源节点到目的节点耗费的传输时间等。

一般情况下,采用网格上的时间协议定期播报时间,不同的节点根据多次播报的间隔和自己时钟的误差校准自己的时钟。

(1) 双方使用同一时区的时间

时间服务提供的就是校准功能。根据时间要求的精确程度,选择校准周期,保证在一个周期之内双方分别采用的计时机构所造成的误差不会引起共同活动的错误。

(2) 双方使用不同的时区时间

时间服务要协商两者之间统一的时间表示,要么采用与双方都没有关系的国际标准时间,要么采用活动双方中起决定作用的一方的时间表示。

5.3 网格计费中的经济学问题

在网格系统中由于不同部门提供的资源数量、价值等有很大差异,根据经济学中的供求关系原理,当供应量大于需求量时,价格下跌;当需求量大于供应量时,价格上涨。在校园网格计费系统中,资源的供需关系变量大小的确定也用到了这个原理。如何及时调整计费的标准和价格,需要进一步的研究和探讨。

(下转第 91 页)

5.4 网格中计费的抵赖问题

在实际使用中,难免存在的些用户长期不交费,或者对所计费用不认可的行为,可以采取相应抵赖措施进行预防。比如,若发生抵赖行为,则可进行拒绝或终止服务等。

6 结束语

在校园网格系统中,资源管理是一个基础和核心的模块。通过资源管理模块来完成对网格资源的存储和调度。本文在分析校园网格资源管理模型的基础上,提出了一种用于校园网格的计费系统的方案,并着重描述了计费策略组成结构和工作原理。该计费系统提出了资源置换的概念,使得校园网格计费系统更加合理。由于对于校园网络系统的研究还属于探索阶段,许多问题还没有考虑进去,需要进一步的完善。

参考文献

1 Lan F, Carl K. The Grid ;Blueprint for a New Compu-

ting Infrastructure[M]. Morgan : Morgan - Kaufman ,1998.

- 2 Liang Zhengyou, Zhang Ling, Dong Shoubin, et al. Charging and Accounting for Grid Computing System. Lecture Notes in Computer Science, 2004, 3033: 644 - 651.
- 3 牛丹梅、丁建立,一种用于校园网格的计费系统设计[J],计算机工程,第 31 卷,2005,7.
- 4 杨广文、武永卫、朱晶,一种全局统一的层次化网格资源模型[J],计算机研究与发展,2003,40(12).
- 5 王涌、肖侬、王意洁、卢锡城,元计算系统的一个可扩展层次型资源管理模型[J],计算机研究与发展,2002,39(8).
- 6 蔡红云、田俊峰、张永洪、赵威,基于校园网格系统的资源管理[J],微机发展,第 15 卷,2005,4.
- 7 肖侬、任浩、徐志伟、唐志敏、谢向辉、李伟,基于资源目录技术的网格系统软件设计与实现[J],计算机研究与发展,2002,39(8).