基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云模型*

徐小龙[1,2], 李　硕[1], 顾厉淼[1], 王新珩[3]

(1. 南京邮电大学 计算机学院, 南京 210003; 2. 南京大学 计算机软件新技术国家重点实验室, 南京 210046; 3. 西苏格兰大学 计算机学院, 英国 佩斯利 PA1 2BE)

摘　要: 提出一种云计算与对等计算融合模型 Cloud-P2P,并基于 Cloud-P2P 构建一种新颖的泛知识云系统,将网络中的各类文献、知识信息有序地组织在一起;充分考虑网络边缘节点上可以利用的资源,在保障用户使用体验的前提下,将用户提交的知识索取任务从网络中心的服务器端迁移到网络边缘的客户端。为进一步改善用户的使用体验,提出一种动态的复合自适应 QoS 保障机制,通过综合区分用户与资源类型,并设定服务器负载阈值,解决传统知识系统中存在的高峰阶段服务器性能瓶颈的难题,从而达到提高系统中用户整体普遍满意度的目标。

关键词: 对等计算; 云计算; 知识共享; 服务质量

中图分类号: TP393　　**文献标志码**: A　　**文章编号**: 1001-3695(2014)02-0408-04

doi:10.3969/j.issn.1001-3695.2014.02.021

Ubiquitous knowledge cloud model based on Cloud-P2P network platform

XU Xiao-long[1,2], LI Shuo[1], GU Li-miao[1], WANG Xin-heng[3]

(1. *College of Computer*, *Nanjing University of Posts & Telecommunications*, *Nanjing* 210003, *China*; 2. *State Key Laboratory for Novel Software Technology*, *Nanjing University*, *Nanjing* 210046, *China*; 3. *School of Computing*, *University of the West of Scotland*, *Paisley PA*1 2*BE*, *UK*)

Abstract: This paper presented a novel ubiquitous knowledge cloud model based on Cloud-P2P network platform, which organized the various types of documents, knowledge orderly together, and took full account of the available resources of network edge. In the premise of protecting user's experience, the model made the tasks about knowledge requirement submitted from users migrate from the network servers to the nodes of network edge. To further improve the users' satisfaction, it proposed a new dynamic complex adaptive quality of service protection mechanism, which provided an effective solution of the problem of server performance bottleneck in peak time existing in the traditional knowledge systems through differentiating the different types of users and setting the threshold of server load.

Key words: peer-to-peer computing; cloud computing; knowledge sharing; quality of service

0　引言

网络特别是 Internet 为人们获取知识信息提供了极为便捷的渠道。利用网络,人们最常采用的获取知识信息方式包括[1~4]搜索引擎(search engine)、网络百科全书(online encyclopedia)和网络文献共享平台(network document sharing platform)等。由于这三种系统均基于 Internet 平台,在内容上会出现相互交叉与重叠的现象,如通过搜索引擎常常可以获得网络百科全书和网络文献共享平台中的部分信息内容。从信息的来源来看,既有由官方通过 Web 服务器正式发布的知识文献,也有普通用户通过网络平台发布的知识信息。但是,无论知识的来源如何,目前的系统都是强调将信息存储于服务器端,以服务器为中介来实现信息资源的贡献。随着信息资源的迅速增加和用户访问量的不断攀升,服务器端的负载沉重、用户的响应速度变慢甚至无法获取服务,导致用户的满意度下降。为了解决这一问题,目前通常的方法是不断升级、更新、扩容服务器端的计算和存储能力;这种做法仍然需要各系统建设单位不断地投入大量的资金。近年来,关注的热点在于采用云计算和云存储等更为先进的网络计算技术,以获得较高的性价比。然而,这些措施并没能解决根本问题,其本质原因在于:这类系统所采用的仍然是传统的 C/S(client/server computing,客户/服务器)或是 B/S(brower/server computing,浏览器/服务器)计算架构,特别是云计算与云存储,提倡瘦客户机、胖服务器策略,这就导致由当前大规模 PC 构成的网络边缘计算环境中蕴涵的海量计算、存储和信息资源被忽视与浪费了。

针对这种现状,本文提出一种云计算与对等计算融合模型 Cloud-P2P。基于 Cloud-P2P 构建一种新颖的泛知识云系统,将网络中的各类文献,知识信息有序地组织在一起。

收稿日期: 2013-04-09; **修回日期**: 2013-05-20　**基金项目**: 国家自然科学基金资助项目(61202004);国家教育部科技发展中心网络时代的科技论文快速共享专项研究资助课题(2013116);江苏省自然科学基金资助项目(BK2011754);中国博士后科学基金资助项目(2012T50514, 2011M500095);江苏省博士后科研计划资助项目(1102103C);江苏省高校自然科学研究计划资助项目(12KJB520007);南京大学计算机软件新技术国家重点实验室资助项目(KFKT2012B21)

作者简介:徐小龙(1977-),男,江苏盐城人,副教授,博士(后),主要研究方向为计算机软件、分布式计算、信息安全、agent 技术等(xuxl@njupt.edu.cn);李硕(1990-),男,硕士研究生,主要研究方向为网络计算、传感器技术等;顾厉淼(1988-),男,硕士研究生,主要研究方向为分布式计算技术等;王新珩(1968-),男,教授,博士,主要研究方向为网络计算、无线传感网、无线 Mesh 网络技术等.

1　基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云模型

1.1　Cloud-P2P 融合模型

目前的云计算系统基本上都是基于集中管理的大型数据中心,如由 IBM、Google、Amazon 等商业机构或是政府支持的科研机构来设计与构建,在高效的虚拟化技术基础上,将大量的服务器集群通过网络组成透明的资源池进行可扩展的、高可靠的、安全的协同计算,从而为用户提供便捷的网络服务[5]。

然而,按照云计算专家委员会的定义[6]"云计算是一种基于互联网、大众参与的计算模式,其计算资源包括计算能力、存储能力和交互能力是动态、可伸缩且被虚拟化的,以服务的方式提供"来看,广义的云计算并没有限定资源与服务必须由集群服务器来提供。本文提出的 Cloud-P2P 融合模型正是基于这种更具包容性的理念,试图构建一个由服务器集群和网络边缘节点联合构成的更广泛的公用虚拟资源池。

定义 1　Cloud-P2P 融合模型是将云计算与对等计算进行有效的融合,这种融合体现在两个方面:

a)计算环境的融合。将原本相互隔离与独立的云计算环境和对等计算环境融合在一起,基于虚拟化机制将环境中包含的软、硬件融合到基于 Internet 的资源池中,统一接收任务的部署和资源的调度。

b)技术的融合。将云计算和对等计算系统中的机制、算法和技术(如任务调度、网络拓扑、资源管理、性能监控等)相互融合与渗透。如将适用于 P2P 网络的 DHT 技术应用于云计算/云存储的服务器集群的网络拓扑。

如图 1 所示,Cloud-P2P 融合模型中,用户(user)通过本地客户端(client)界面(或基于浏览器)接入到基于 Cloud-P2P 的应用系统中,系统提供的资源来自于集群服务器(servers of cluster)端和对等节点(peer)端。Cloud-P2P 融合模型中包含服务与资源目录(directory of services & resources)、管理模块(management module)、监控模块(monitoring module)、计费模块(account module)、调度模块(scheduler module)以及安全保障机制(virtualization mechanism)和虚拟化机制(virtualization mechanism)。其中管理模块提供管理和服务,主要负责管理可用的计算、存储和信息资源和服务,并配合安全机制对节点的身份和角色进行认证、授权和管理;调度模块负责接收用户提交的服务请求,根据用户请求动态地部署、配置和回收资源,已经在服务器端和 peer 节点上调度和部署资源及应用。监控模块负责监视系统资源的使用情况,处理异常,实现节点配置、负载均衡和资源监控,确保能将服务顺利提供给用户。

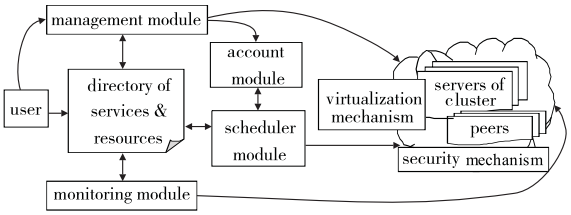

图 1　Cloud-P2P 融合模型体系结构

虚拟化技术[5]的核心思想是通过对底层的抽象屏蔽物理网络实现细节,将网络的控制管理与数据平面的转发与交换进行有效的分离,通过不同虚拟实现间的动态切换增强网络持续提供服务的能力,从而增强系统的可信性、稳定性和易用性。Cloud-P2P 融合模型中虚拟化机制通过系统虚拟化、资源虚拟化与网络虚拟化等技术将分散在服务器端和 peer 端的计算机资源进行管理并虚拟成虚拟主机等资源池以供统一管理与分配,这样就有效地将用户从对计算机软硬件资源的管理负担中解放出来,从而不必关心真实主机的位置、维护和容错等问题。

1.2　泛知识云模型

定义 2　泛知识云模型(ubiquitous knowledge cloud model, UKCM),借用了量子物理中的电子云(electron cloud)的概念,基于海量的分布式存储和简单的分布式计算平台,将知识信息以文献或词条等方式存储分布在大量高性价比的集群服务器与海量终端设备上,具有关联性的知识彼此网状互连,体现出一种弥漫性、无所不在的分布性和社会交互性特征。

通过该定义可以看出,本文提出的 UKCM 是一种比当前网络知识系统与文献共享系统资源利用更广泛、更灵活、更充分的信息平台。因为 UKCM 中的知识信息既来源于官方网站,也来源于民间的普通用户;既存储于服务器端,也存储于用户终端;知识类型既包括具有良好系统性、完整性的论文,也包含一个个独立词条。采用 Cloud-P2P 技术构建泛知识云模型是一个适宜的选择,模型构成如图 2 所示。

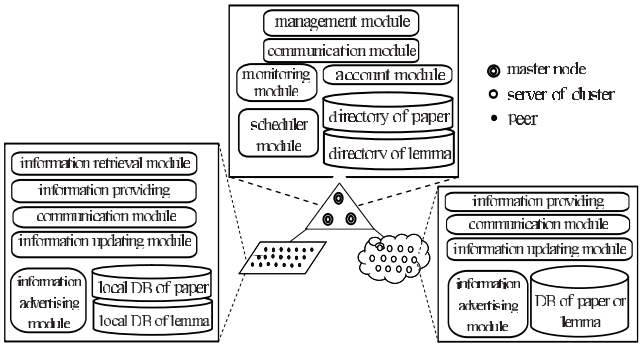

图 2　基于 Cloud-P2P 的泛知识云模型

从图 2 可以看出,本文提出的泛知识云模型聚合了来自云计算集群服务器端和对等节点终端的计算、存储和信息资源,信息资源存储于文献库(DB of paper)和知识词条库(DB of lemma)中;服务器显然只负责提供服务,而每个终端节点既获取服务,也利用本身的资源来为其他节点提供信息服务。

以文献库中的论文为例,一篇论文(paper)可以用一个 10 元组描述:

$$\text{paper} = (\text{PID}, \text{name}, \text{keywords}, \text{abstract}, \text{body}, \text{ref}, \text{UID}, \text{index}, \text{date}, \text{value}) \tag{1}$$

式(1)中,PID 是该文在系统中的唯一标志,name 是论文名称,keywords 是论文关键词集合, body 是论文的正文主体,ref 是论文的引用文献集,UID 是论文发表者的用户唯一标志,index 是指论文存储位置索引,date 是论文的发表时间,value 是指论文价值。

1.3　工作流程

下面以节点通过该平台共享一篇用户撰写的论文为例来阐述系统的工作流程:

a)论文发布

(a)PeerA 通过系统界面和通信模块(communication module)与系统主节点(master node)进行连接,管理模块(management module)对该节点进行身份认证后,允许节点加入到 Cloud-P2P 计算环境中,监控模块(monitoring module)负责掌握该节点性能及其资源情况。

(b)用户利用信息发布模块(information advertising module)将自己撰写的论文信息在系统内发布,并将论文除论文主体以外的说明信息写入主节点上的论文目录表(directory of paper)中。

(c)论文信息被系统通过信息供应模块(information providing module)将论文推送到合适的服务器上,并通过用户节点和服务器分别通过信息更新模块(information updating module)将该文以规则的结构存储于服务器和用户本地文献库(local DB of paper)中。

(d)主节点更新其上的论文目录表,特别是论文存储位置索引信息。

b)论文获取

(a)PeerB 经过身份认证后,通过信息检索模块(information retrieval module)在系统主节点的论文目录表中查询所需的文献。

(b)系统主节点根据节点身份、等级、论文的存储位置、当前服务器的性能状况以及系统设定的调度策略将信息索取的任务部署到合适的节点(用户节点或集群服务器)。

(c)节点收到请求后,利用本地的信息供应模块和文献库将所需的文献通过通信模块不经过主节点直接发送给 PeerB。

(d)PeerB 收到论文后通过信息更新模块将论文存储于本地文献库中。

(e)完成本次交互后,PeerB 和服务提供节点分别向主节点发送一个确认信息。

(f)主节点的计费模块对节点进行计费,并更新其上的论文目录表中与该论文有关的论文存储位置索引和论文价值等信息。

2 泛知识云中服务质量保障机制

2.1 问题分析

基于 Cloud-P2P 的泛知识云系统在运行一段时间后,会出现一个现象,即同一篇文献会同时出现在服务器端和多个节点终端上。当一个节点需要该文献时,系统采取何种调度策略,及将信息索取的任务部署到服务器端还是终端节点以及哪些终端节点上,是值得重点关注的问题。理想的状态显然是系统整体和节点局部均达到性能优化,包括负载均衡、响应速度快,以及在有限资源情况下不同等级的用户可以获得有差异性的服务质量。在基于 Cloud-P2P 的泛知识云系统中存在着两种提供服务的节点,具有明显区别的特性:

a)集群服务器节点受系统集中管理,除非出现故障,否则会稳定地存在于网络中,在较长时期内不会常常随机地加入和退出网络;即使出现故障,系统可以通过适当的冗余机制来保障服务的稳定性。

b)而 peer 节点则归属于普通的 Internet 用户,用户分散、相互独立地管理和使用节点主机,节点行为具有较强的动态性和随机性,如常常随机地加入和退出网络系统,这就导致服务的不稳定性;但节点信息资源的冗余度常常较高,如同一篇文献会同时存在于多个节点上。

这种节点差异导致了系统的 QoS 保障成为难题,原因在于:

a)若采取服务器优先策略,即当前服务器的性能如果足以支持所有用户的服务请求,则任何节点均优先从服务器端获取稳定的满意服务;但是随着当前用户数量的攀升,服务器负载沉重并成为系统的性能瓶颈,用户提交请求的响应缓慢,如限制连接最大数目,则后续的用户(即使是高级别的用户)将发生无法连接的拒绝服务情况,同时网络边缘蕴涵的资源也被浪费了。

b)若采取 peer 节点优先策略,即节点优先选择其他 peer 节点上的资源,只有在 peer 节点上无法获取所需的信息时,才与集群服务器进行连接。这样避免了集群服务器成为系统的瓶颈,但是不稳定的 peer 节点容易造成信息资源的可用性难以保证。而资源时而可用、时而不可用,即热门知识由于存在于多数节点上而常可用,冷门知识由于节点数较少基本不可用,用户体验是非常差的,即使后续会改为连接服务器,但用户的响应时间延长,用户显然也不会满意。

在这种情况下,以单纯的区分服务(differentiated services, DS)、资源预留(resource reservation, RSV)为代表的传统 QoS 保障策略[7~10]显然不能很好地适用于复杂的基于 Cloud-P2P 的泛知识云环境中。

2.2 复合自适应 QoS 保障策略

为了让系统能够为用户提供满意的服务质量,本文提出的复合自适应 QoS 保障机制采用以下的策略:a)区分用户类型,为不同等级的用户提供不同的服务质量;b)区分资源类型,资源区分为大文件和小文件,同时区分为热点资源和冷门资源;c)设定服务器性能阈值,性能阈值内服务器优先提供服务,性能阈值外 peer 节点优先;d)区分 peer 节点类型,性能稳定的 peer 节点优先,并兼顾负载均衡。

1)用户类型 系统可按用户的贡献程度(如付费或贡献知识信息和文献资源)将用户等级分为实时优先级(real time priority, RTP)、高优先级(high priority, HP)和低优先级(low priority, LP)。实时优先级用户需要在限定的短时间内获得信息反馈;在服务器负载沉重的情况下,对除实时优先级用户之外的高优先级和低优先级用户均实施降低服务质量的服务,但在其他因素相同的情况下,优先响应高优先级用户的请求。

2)资源类型 由于在泛知识云中包含的信息资源包括知识词条和文献资料,这两种资源所占用的存储空间是不同的。词条占用的存储空间可以小到只有几 KB 或几十 KB,若是包含图片,说明性信息会大一些;而文献资料则一般至少几百 KB(如一篇几页的 PDF 格式的期刊性论文),大的则需几 MB 或十几 MB 的存储空间(如一篇几十页的硕士学位论文或上百页的博士学位论文)。用户在向系统索取这两种资源时,系统因此而花费的主机和网络开销是不相同的。

此外,信息资源由于时间、门类等因素,导致一些资源的当前阅读群体范围大(即成为热点资源),一些资源则很少人关注(冷门资源)。热点资源存在于服务器和大量 peer 节点上,冷门资源则存在于服务器和少数 peer 节点上。可见,在基于 Cloud-P2P 的泛知识云系统中,节点获取热点资源和冷门资源的选择余地是不相同的。

3)服务器性能阈值 按照服务器端的当前资源消耗情况,可将服务器的负载分为轻负载(light load)、中等负载(medium load)、重负载(heavy load)。为了保障用户的服务质量(特别是实时优先级用户),需将服务器性能阈值设定为安全点(safe point)α_1 和危险点(dangerous point)α_2:

a)当服务器端的当前负载程度 $0 < x \leqslant \alpha_1$ 时,服务器端满足所有优先等级的用户服务请求。

b)当服务器端的当前负载程度 $\alpha_1 < x \leqslant \alpha_2$ 时,服务器端满足实时优先级和高优先级用户所有请求,以及低优先级用户针对词条这样小文件信息资源的请求,而将低优先级用户针对大文件信息资源的请求调度到存储该文件的其他 peer 节点上。

c)当服务器端的当前负载程度 $\alpha_2 < x \leqslant 1$ 时,服务器端满足实时优先级用户的所有请求,以及高优先级和低优先级用户针对词条这样小文件信息资源的请求,而将高优先级和低优先级用户针对大文件信息资源的请求调度到存储该文件的其他

peer 节点上。

若节点当前索取的资源是冷门资源,当前存储该资源的在线节点很可能只有服务器,而按照上述 QoS 原则,服务器又不能立即为该节点提供服务时,则节点需暂缓该次服务请求,而等待服务器负载降至规定范围内再提供服务。可见本文提出的 QoS 保障机制不再对所有用户关于所有资源的请求都简单遵循传统的尽力而为(best-effort)的服务方式。

2.3　系统模型与工作流程

基于 Cloud-P2P 的泛知识云系统中的复合自适应 QoS 保障模型如图 3 所示。

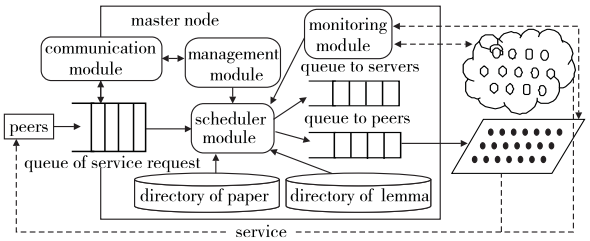

图 3　复合自适应 QoS 保障模型

当用户查询并下载某一知识信息时,基于云端计算技术的知识系统中的服务质量保障方法的工作流程如下:

a)用户终端节点通过通信模块与服务器进行连接并经过主服务器节点管理模块进行身份认证后,通过信息检索模块在系统主服务器节点的论文目录表和词条列表中查询所需的文献,并将检索的结果以列表方式反馈给用户终端。

b)用户终端节点根据返回的检索结果列表,提交所需下载的知识请求,主服务器节点收到服务请求后,将用户请求加入服务请求处理队列中,对队列中的服务请求依次进行处理。

c)系统主节点的监控模块负责提供服务器端的当前负载情况:如果服务器端的当前负载程度 x 处于 $(0,\alpha_1]$ 区间时,直接通过调度模块将该服务请求加入服务器服务队列,然后转 f);否则,如果服务器端的当前负载程度 x 处于 $(\alpha_1,\alpha_2]$ 区间时转至 d);如果服务器端的当前负载程度 x 处于 $(\alpha_2,1]$ 区间时转至 e)。

d)进一步检测用户的等级,若用户为实时优先级和高优先级用户,则通过调度模块该服务请求加入服务器服务队列,然后转 f);否则需进一步检测用户的服务请求类型,若是针对词条类的小文件信息资源的服务请求,则通过调度模块将该服务请求加入服务器服务队列,然后转 f);否则通过调度模块将该服务请求加入终端节点服务队列,然后转 g)。

e)进一步检测用户的等级,若用户为实时优先级通过调度模块将该服务请求加入服务器服务队列,然后转 f);否则进一步检测用户的服务请求类型,若是针对词条类的小文件信息资源的服务请求,则通过调度模块将该服务请求加入服务器服务队列,然后转 f);否则通过调度模块将该服务请求加入终端节点服务队列,然后转 g)。

f)服务请求被部署到相应的服务器端节点,完成后续服务请求响应工作。

g)服务请求被部署到相应的终端节点,完成后续服务请求响应工作。

3　原型系统及性能分析

3.1　原型系统

本文提出构建基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云原型系统,如图 4 所示,底层的通信机制参考 eMule 协议[11,12],文件实体分布在 Cloud-P2P 网络中的所有数据节点辅存上。泛知识云原型系统基于 eMule 协议实现了节点间通信、知识文件传输和多线程下载等功能。

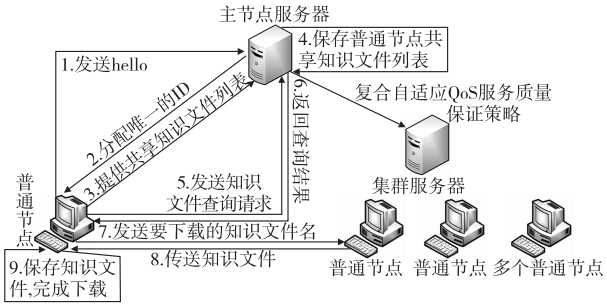

图 4　原型系统的体系架构

基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云原型系统部分界面如图 5 所示。

图 5　原型系统部分界面

3.2　性能分析

本文提出的基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云模型及其服务质量保障机制可以有效提升网络知识共享系统的性能,具有以下性能优势:

a)负载分担。与传统的基于 Cloud 的知识系统相比,基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云中的知识信息资源分散于服务器节点和用户节点,用户节点同时成为信息资源的提供者和消费者,而上述的复合自适应 QoS 保障策略也进一步减轻了服务器节点的负担。

b)高资源利用率。与传统的基于 Cloud 的知识系统相比,基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云不但利用了服务器节点的稳定资源,也利用了众多闲置的普通用户终端节点上蕴涵的巨大的计算和存储资源。

c)高鲁棒性。基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云采用了备份冗余的机制,重要的信息资源存储在服务器节点和普通用户终端节点,同时由于终端节点的数量巨大,可灵活设置备份规模,因此系统不会存在单点失效问题,具有较高的鲁棒性。

d)高灵活性。基于 Cloud-P2P 网络平台的泛知识云中使用的复合自适应 QoS 保障策略,充分考虑了不同类型的节点在不同的情况下获取不同等级服务的差异性情况,具体较高的灵活性。

(下转第 416 页)

数据的复制会消耗时间和网络带宽,然而笔者已经证明,不进行复制比最简单的复制策略效果更差。所以,必须寻找到一个很好的平衡点,以便减少未来的网络传输。ENU 是用来估计网络资源的有效利用率的。有效网络利用率(E_{enu})是由 EU 数据网格项目给出的,如下所示:

$$E_{enu} = \frac{N_{rfa} + N_{fa}}{N_{lfa}} \tag{10}$$

其中:N_{rfa}是 CE 从一个远端站点读取一个文件的访问次数;N_{fa}是复制操作的总次数;N_{lfa}是 CE 在本地读取一个文件的次数。有效网络利用率的范围是 0 ~ 1。较低的值表示更有效地利用网络带宽。表 3 为有效网络利用率。

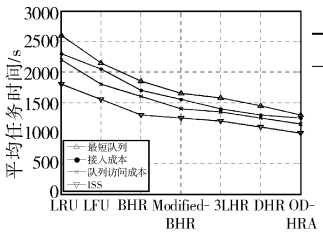

图 9 互通的数量

表 3 有效网络利用率

复制策略	E_{enu}有效网路利用率
LRU	0.622
LFU	0.537
BHR	0.523
Modified BHR	0.509
3LHA	0.468
DHR	0.372
ODHRA	0.281

4 结束语

数据复制是一种用来提高数据可用性和容错能力的常用技术。由于网格环境是动态的,且网络延迟和用户的行为可能会随时变化,那么为了解决这些问题,就有必要为数据网格设计出一个优秀的动态复制策略。此外,调度算法的选择对系统的性能也有显著影响。因此首先提出了一个综合调度策略(integrated scheduling strategy,ISS)。ISS 算法首先找到最佳区域,即存在最多请求文件的区域,这将显著减少总的传输时间,降低网络流量。它也参考三个因素,包括等待队列中任务的数量、任务请求数据的位置和计算能力。其次,提出了优化的动态分层复制算法(ODHRA)。ODHRA 算法根据最后一次副本请求的时间、访问的数量和副本的大小来取代副本。因此,站点将会在其需要时得到本地的请求文件。这会减少响应的时间和带宽消耗,显著提高系统的性能。当不同的站点都持有副本时,通过选择最佳副本可以改善访问延迟。提出的副本选择方法根据响应时间,从众多副本中选择最佳副本地点。其中,相应时间是由数据传输时间、存储访问、延迟存储队列中等待的副本请求和节点间距离决定的。

在未来,笔者计划在真实的数据网格中测试本文的仿真结果,也会尝试调查动态副本的维护问题,比如副本的一致性。还将在动态复制中考虑 QoS 因素问题,包括供应商和客户相关需求。

参考文献:

[1] CAMERON D G, MILLAR A P, NICHOLSON C, *et al*. Analysis of scheduling and replica optimization strategies for data grids using Optorsim[J]. Journal of Grid Computing,2004,2(1):57-69.

[2] 李飞,郭昌松,赵伯听,等.基于内容分发的数据网格副本创建策略[J].计算机应用研究,2012, 29(10):3908-3910 .

[3] 吕卫忠,康红勋,周园春,等.数据网格中高效的分布式存储策略[J].计算机工程,2011,32(5):38-40.

[4] 王铁军,刘恒,孙明,等.资源定位服务的分布式生成树模型及算法研究[J].电子学报,2011,39(2):364-369.

[5] MANSOURI N, DASTGHLIBYFARD G H. A dynamic replica management strategy in data grid[J]. Journal of Network and Computer Applications,2012,35(4):1297-303.

[6] 邢长明,刘方爱. 数据网格任务调度模拟器的设计[J].计算机应用研究,2011,28(11):4191-4193,4198.

[7] 王慧娟,胡峰松,陈灿.数据网格环境下副本淘汰策略的研究[J].计算机工程与设计, 2012,33(19):4147-4149,4164 .

[8] BALASANGAMESHWARA J, RAJU N. A hybrid policy MR fault tolerant load balancing in grid computing environments[J]. Journal of Network and Computer Applications,2012,35(1):412-22.

[9] SONMEZ O, MOHAMED H, EPEMA D. On the benefit of processor co-allocation in multicluster grid systems[J]. IEEE Trans on Parallel and Distributed Systems,2010,21(6):778-89.

[10] McCLATCHEY R, ANJUM A, STOCKINGER H, *et al*. Data intensive and network aware (DIANA) grid scheduling[J]. Journal of Grid Computing,2007, 5(1):43-64.

(上接第 411 页)

4 结束语

本文提出一种云计算与对等计算融合模型 Cloud-P2P,并在该平台上构建一种新颖的泛知识云系统,将网络中的各类文献、知识信息有序地组织在一起;充分考虑网络边缘节点上可以利用的资源,在保障用户使用体验的前提下,将用户提交的知识索取任务从网络中心的服务器端迁移到网络边缘的客户端。本文进一步提出一种动态的复合自适应 QoS 保障机制,通过综合区分用户与资源类型,并设定服务器负载阈值,解决传统知识系统中存在的高峰阶段服务器性能瓶颈的难题,从而达到提高系统中用户整体满意度的目标。

参考文献:

[1] 席运江,党延忠,廖开际. 组织知识系统的知识超网络模型及应用[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 12-21.

[2] 刘海霞,孙振球,胡德华,等. DOAJ 目录系统及开放存取期刊介绍[J]. 图书馆理论与实践, 2007(1):115-117.

[3] 周庆山,王京山. 维基百科信息自组织模式探析[J]. 情报资料工作, 2007(2): 29-32.

[4] 姜永常. CNKI 数字图书馆知识服务研究[J]. 情报学报, 2004, 23(3): 265-274.

[5] 陈康,郑纬民. 云计算:系统实例与研究现状[J]. 软件学报, 2009, 20(5): 1337-1348.

[6] 金海,吴松,廖小飞,等. 云计算的发展与挑战[C]//2009 中国计算机科学技术发展报告. 北京: 机械工业出版社, 2010:21-51.

[7] 代钰,杨雷,张斌,等. 支持组合服务选取的 QoS 模型及优化求解[J]. 计算机学报, 2006, 29(7):1167-1178.

[8] 胡春华,吴敏,刘国平. Web 服务工作流中基于信任关系的 QoS 调度[J]. 计算机学报, 2009, 32(1):42-53.

[9] 林闯,单志广,任丰原. 计算机网络的服务质量 (QoS)[M]. 北京:清华大学出版社, 2004.

[10] LIU Yang, NGU H, ZENG Li-zi. QoS computation and policing in dynamic Web service selection[C]//Proc of the 13th International World Wide Web Conference on Alternate Track Papers & Posters. New York: ACM Press, 2004: 66-73.

[11] 周世杰,秦志光. 文件传输协议分析及应用[J]. 计算机应用, 2001, 21(1):27-28.

[12] 张文博. eMule 系统客户端设计关键问题研究[D]. 西安:西安工业大学, 2011.