

层次网络仿真系统设计与实现

邱 节¹ 王成良²

(重庆大学计算机学院 重庆 400044)¹ (重庆大学软件学院 重庆 400044)²

摘 要 基于 Internet 的通信子网中的通信通常使用 C/S(客户端/服务器)模式,这种通信模式决定了不利于人们跨地域进行资源共享。因此,必须打破网络以 Internet 为基础设施的格局,使每台在线计算机都具备双重身份:既是客户端又是服务器,实现对等通信。本文分析了目前流行的对等网络模型的不足,提出了一种有充分优越性的对等通信网络模型—层次网络模型 DataGrid,通过仿真此网络系统的运行,并针对各种因素测试其网络性能,找出性能值最优的层次网络拓扑,给出组网建议和指导信息。

关键词 层次网络,局部自治,对等通信,时间片,仿真

The Design and Realization of Hierarchical Network Simulation System

QIU Jie¹ WANG Chen-Liang²

(School of Computer Science, Chongqing University, Chongqing 400044)¹

(School of Software Engineering, Chongqing University, Chongqing 400044)²

Abstract Communication in the communication subnet based on the internet usually uses C/S mode. The localization of the communication mode decided it isn't advantageous for sharing the source among the different districts. Therefore, we must break the pattern that the network is based on Internet. Each computer on line has duplex identity—it is a client and also a server. In this paper, the shortage of two popular peer-to-peer network mode are analyzed. A predominant peer-to-peer hierarchical network mode—DataGrid is proposed. Through simulation of this network's running the best hierarchical network topology is found out and construction and direction based on network's performance are supplied.

Keywords Hierarchical network, Local autonomy, Peer-to-peer communication, Timeslice, Simulation

随着人们生活节奏的加快,网络已经成为人们进行信息交流的不可缺少的媒介,但是要进行远距离通信必须接入 Internet 或其它广域网,此时,Internet 或其它广域网就充当服务器(Server)的角色,并且为充当客户端(Client)的网络用户提供服务。这就是我们通常所说的 C/S(Client/Server)模式,每个网络用户在一定程度上只能充当客户端。C/S 模式迫使网络用户必须在通信前接入 Internet 等广域网,同时必须要有大型计算机在线做服务器,且由于带宽的限制决定了不利于跨地域资源共享^[1]。理想的网络模式要求每台在线计算机终端既是服务器,又是客户端,在一定硬件环境下形成局部自治,网络传输将不通过网络结点,直接从源到宿,这样就可以提高网络资源利用率,同时为人们相互通信提供方便的服务,这就是我们通常所说的对等通信。

对等通信技术是国际计算机网络技术研究领域的一个热点,对等通信技术被美国《财富》杂志称为改变因特网发展的四大新技术之一,甚至被认为是无线宽带互联网的未來技术^[2]。对等通信完全改变了过去控制互联网的 C/S 模式,消除客户机和服务器的差别。不仅为个人用户提供了前所未有的自由和便利,同时也试图有效地整合互联网的潜在资源,将基于网页的互联网转变成动态存取、自由交互的海量信息网络。

目前流行的对等网络模型有集中目录式结构和纯对等网络模型。它们分别以 Napster 和 Gnutella 作为代表^[3]。

1 目前流行的对等网络分析

1.1 集中目录式对等网络模型

集中目录式对等网络模型因为仍然具有中心化的特点也被称为非纯粹的对等网络模型。用于共享 MP3 音乐文件的 Napster 是最典型的代表,其用户注册与文件检索过程类似于传统的 C/S 模式,区别在于所有资料并非存储在服务器上,而是存贮在各个节点中。查询节点根据网络流量和延迟等信息选择合适的节点建立直接连接,而不必经过中央服务器进行。这种网络结构非常简单,但它显示了对等网络系统信息量巨大的优势和吸引力。

集中目录式对等网络模型也存在很多问题:可靠性和安全性较低、对中央目录服务器维护和更新费用不断增加造成成本过高、缺乏有效的强制共享机制、资源可用性差还容易引起共享资源在版权问题上的纠纷。所以,它不适合大型网络应用。

1.2 纯对等网络模型

纯对等通信模式也被称作广播式的对等模型。它取消了集中的中央服务器,每个用户随机接入网络,并与自己相邻的一组邻居节点通过端到端连接构成一个逻辑覆盖的网络。对等节点之间的内容查询和内容共享都是直接通过相邻节点广播接力传递,同时每个节点还会记录搜索轨迹,以防止搜索环路产生。

Gnutella 模型是现在应用最广泛的纯对等非结构化拓扑

结构,它解决了网络结构中心化的问题,扩展性和容错性较好,但是 Gnutella 网络中的搜索算法以泛滥的方式进行,控制信息的泛滥消耗了大量带宽并很快造成网络拥塞甚至网络的不稳定。同时,局部性能较差的节点可能会导致 Gnutella 网络被分片,从而导致整个网络的可用性较差,另外这类系统更容易受到垃圾信息,甚至是病毒的恶意攻击。所以,纯对等网络模型也不适合于大型网络应用。

本文提出了一种可以达到比较理想效果的对等网络模式——层次网络,通过仿真此网络系统的运行,针对各种因素测试网络性能,找出性能最优的层次网络拓扑,给出组网建议和指导信息。

2 层次网络系统设计思想

在信息交互的过程中,信息传输是通过数据通道实现的^[4]。在我们构想的网络体系 DataGrid 中,多个终端共享单条数据通路,也可共享多条通路,且某一时刻可以有多个终端进行通信。通信时网络通路必须可用,即未被其他终端占用。此网络通信网的资源利用率比较高,但网络响应时延相对增大。发送端通常以包含目的地址的帧的形式来发送数据,帧通过媒介传播并只可被目的终端接收。当帧经过某个网络终端时,本地网络分接头对此数据帧进行核查,若帧中的目的地址与它相同,则接收此帧,否则不接收。与此同时,可以通过一个三态门控制数据传送的方向,或为接收,或为发送。设想一种通信网络结构如图 1 所示。

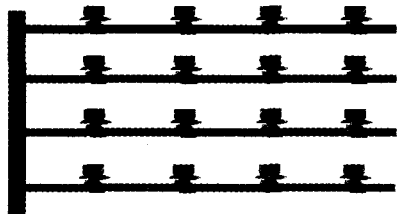


图 1 局部网络通信模型拓扑图

在这种网络模型中网际互联同样要采用预定制的标准协议负责路由选择合适的通信结点,使数据从源主机发往目的主机。根据目的地址将信息从信源主机发送到信宿主机,提供端到端之间的数据报传递。规定数据在网际传递时的确切格式规范、数据进行报文分组的方法、不可靠数据的递交办法及报文分组路由选择方法,以实现通信终端对等的同时满足用户实时准确的信息交流要求^[5]。

网群内的计算机是对等的,根据给定的机制自由交换数据,为达到局部自治系统性能的最优化,必须考虑局部的网络拓扑结构的最优化、网络布点规律和在多少个结点情况下使网络吞吐量和传输时延最短的要求。测试仿真情况可作如下认为:在产生一个符合随机情况并符合现实,对通信量大小、通信结点对、通信间隙、通信介质等着重仿真,得出在仿真实况下哪种拓扑结构(层次、网状)下,多少结点情况下性能最优。

在现有网络体系中,将各个异构网群连接,以达到网络传输要求,可以用一个可视化中间件作为一个通用的接口,将不同的网群连成网林,逐步融合成一个新的体系,最终达到“烟筒”模式。局部自治系统内部平等,通过中间件连接各个局部自治系统。在网络终端提交一个任务时,DataGrid 首先分析完成任务所需要的计算资源。然后,找到这些资源并分配给任务。同样地,运行任务时所需要的数据也被检索出来并传

送给计算资源。在这个过程中,DataGrid 需要具备:分析任务的能力、随时掌握网格中资源的能力、执行任务程序的能力、任意传输数据的能力、判定和保障服务质量的能力、从错误中恢复的能力、记录出错情况的能力^[6],等等。

根据以上特点工作的对等网络系统有着充分的优越性。在有着很强适应能力的同时既提高了网络资源的利用率,又为网络的正常运行提供了安全机制,从而为网络用户带来更大的工作效率。

3 系统分析

(1)在网络理论结合实际组网经验的基础上,系统内部确定衡量网络性能的指标。这样,系统可以对网络进行测试,给出各指标值,为用户组建不同类型的网络提供参考数据。

(2)对于给定的网络计算机台数,根据所组建的网络类型,系统内部建立一个较为合理的关于性能与各指标之间的数学模型。从而,可以找出性能最优的层次网络拓扑图,并对最优网络的工作情况作出详尽的说明,这对用户起着更为直观的指导作用。

(3)对于用户输入的计算机总台数,系统首先给出最优拓扑图及其说明,然后针对各指标提供一些组网建议,最后综合各指标提供建议。

(4)在不大于用户输入的计算机总台数的前提下,系统给出性能最优的网络计算机台数。

基于上述分析,系统的概要设计流程如图 2 所示。

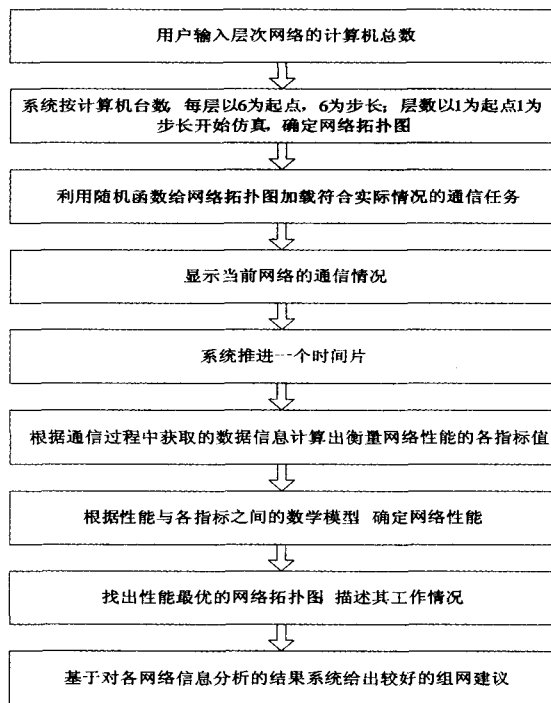


图 2 局部网络通信模型拓扑图

4 系统的实现

为了便于仿真实现,系统对网络的通信机制作了适当的简化,对系统的复杂度作出了界定,不考虑拥塞控制、流量控制及通道三态门机制等。基于对系统进行的概要设计,仿真系统主要分为两大模块:模拟现实网络的通信过程和测试网络并分析测试数据。模拟现实网络的通信过程主要包括四个部分:①产生网络拓扑图,②加载随机通信任务,③判断通信

任务能否运行,④显示网络通信情况。测试网络并分析测试数据主要包括五个部分:①计算各性能指标值,②建立合理的数学模型,③寻找最优网络拓扑图并说明,④提供组网建议,⑤找出性能最优总结点数。

基于 C 语言的仿真系统的具体实现措施如下:

(1)以时间片为单位推进仿真系统对网络通信过程的模拟。

(2)系统建立三个任务队列:等待队列、运行队列及完成队列。队列中的每个任务主要包括三个参量:通信结点对,通信任务量,通信时间间隔。通信结点对服从均匀分布,利用 C 语言库函数中的随机函数产生;通信任务量、通信时间间隔服从正态分布^[5]。

(3)基于一定网络拓扑图,当新的随机通信任务产生时,根据运行队列来判断任务能否运行。

(4)衡量系统性能的指标为:效率、响应度、完成率、等待比。其中,效率=总通信机时/(结点对×仿真时间)×100%,响应度=总及时响应任务数/总产生任务数×100%,完成率=总完成任务量/总产生任务量×100%,等待比=总等待时间/总通信机时。基于一定网络拓扑图,仿真时段结束后,根据等待队列、运行队列、完成队列数据,按公式计算出各指标值。以总结点数是 6 为例,仿真出的结果是:性能最优的分层数

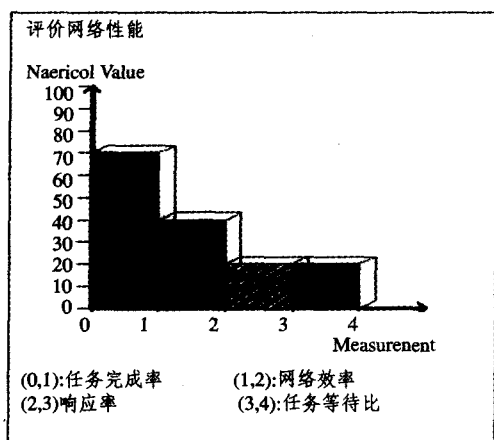


图 3 网络性能分析图

为 1,每层结点是 6;在仿真时间内,任务完成率为 74.411763%,网络工作效率为 44.99999%,响应度为 23.0769232%,等待比为 18.814818,如图 3 所示。

(5)基于一定数学模型,根据各指标值,计算出网络的性能值。

(6)在寻找一定总结点数的性能最优拓扑图时,由于拓扑图数趋近于无穷,因此,对拓扑图数作如下简化:尽可能使各层结点数相等,对网络拓扑图的层数、每层结点数作出上限和下限。根据各拓扑图的性能值,找到性能值最大的拓扑图。最后对找到的性能最优拓扑图的工作情况作出详尽的描述,例如:网络的组建结构、工作时段、各指标值。

(7)对于用户输入的计算机总台数,针对各指标不同拓扑图的值作适当的分析。根据分析结果确定各指标下比较好的拓扑图并提出组网建议。最后,综合各指标提出组网建议。

结束语 在分析集中目录式和纯对等网络模型的弊端的基础上,提出了一种全新的有着充分优越性的层次对等网络模型,并对其进行了仿真。在设计和实现层次网络仿真系统的过程中,需要根据各种因素对网络性能进行分析,找出性能值最优的层次网络拓扑,提出组网建议和指导信息。分析的结果越逼近实际,仿真就越有意义。随着社会发展的需要和网络技术的进步,相信在不久的将来,每个通信用户将会享受对等带来的工作效率。

参考文献

- 1 张公忠,陈锦章.当代组网技术[M].清华大学出版社,2000
- 2 Hung-Yun Hsieh, Sivakumar. On Using Peer-to-peer Communication in Cellular Wireless Data Networks Mobile Computing [J]. IEEE Transactions on, 2004, 3(1): 57~72
- 3 罗杰文. Peer to Peer (P2P) 综述 [EB/OL]. http://www.huihoo.com/p2p/1/. 2005
- 4 庄宜松.现代通信技术[M].重庆大学出版社,2004
- 5 徐士良.C常用算法程序集[M].清华大学出版社,1999
- 6 Sport M A, Pappas F C, Rensing E, 等著. 钟向群, 冬青译. 高性能网络技术教程[M]. 清华大学出版社, 1998
- 7 Shiga, Chikagawa, Takahashi, Ueda. Network Communication Strategies for Cooperative Physical Agents Matsuyama [C]. Information and Telecommunication Technologies, 2005. In: AP-SITT2005 Proceedings. 6th Asia-Pacific Symposium on, Nov. 2005. 148~153
- 8 邢其欣,周长胜.通用网络应用层信息流仿真.计算机仿真,2006(4)
- 9 刘奥,姚益平.基于高性能计算环境的并行仿真建模框架.系统仿真学报,2006(7)

(上接第 39 页)

结束语 笔者提出一种融合 IP、SDH 和 WDM 技术的多层网络结构,基于该网络结构,设计了以最大化网络流量为目标的多层网络业务量疏导优化模型,模型描述了不同网络层中多种颗粒度串路之间的映射关系,串路对业务流的承载关系。对优化模型求解所得到的结果和网络流量的实际变化趋势相一致,证明了其有效性。需要指出的是,多层网络业务量疏导是一个 NP-hard 问题,对本文所设计的优化模型的仿真实验也显示随着网络规模的扩大和连接请求的增多,模型中变量数和约束条件数都急剧增长,对于大型网络,很难在多项式时间内获得理论最优解,因此模型的求解还依赖于启发式算法的设计,这是有待进一步研究的问题。

参考文献

- 1 Wei J Y. Advances in the Management and Control of Optical Internet[J]. IEEE J Select Areas Commun, 2002, 20 (4): 768~785
- 2 Modiano E, Lin P. Traffic grooming in WDM networks [J]. IEEE Communications Magazine, 2001, 39 (7): 124~129
- 3 Zhu H Y, Zang H, Zhu K Y, et al. A Novel Generic Graph Model for Traffic Grooming in Heterogeneous WDM Mesh Networks[J]. IEEE/ACM Trans. Networking, 2003, 11 (2): 285~299
- 4 Zhu K Y, Mukherjee B. Traffic Grooming in an Optical WDM Mesh Network[J]. IEEE J Select Areas Commun, 2002, 20(1): 122~133
- 5 Iovanna P, Settembre M, Sabella R, et al. Performance analysis of a traffic engineering solution for multilayer networks based on the GMPLS paradigm[J]. IEEE J Select Areas Commun, 2004, 22(9): 1731~1740
- 6 Gencata A, Mukherjee B. Virtual-Topology Adaptation for WDM Mesh Networks Under Dynamic Traffic[J]. IEEE/ACM Trans Networking, 2003, 11(2): 236~247
- 7 Sabella R, Settembre M, Oriolo G, et al. Strategy for Dynamic Routing and Grooming of Data Flows into Lightpaths in New Generation Network Based on the GMPLS Paradigm[J]. Photonic Network Communications, 2004, 7(2): 131~144
- 8 LINDO Systems Inc. Lingo 8. 0 for Windows 32-bit, x86 [EB/OL]. http://www.lindo.com, 2005-02-21