

计算机网络系统的性能评测

梁向阳, 赵佳

(西安工业大学 计算机科学与工程学院, 陕西 西安 710032)

摘要: 计算机网络系统的性能评测是网络规划和网络管理的核心内容。基于对计算机网络的基本结构和计算机网络硬件设备的功能分析,从复杂性和成本的角度来说,计算机网络性能评测的方法分为四种,即经验法则、分析方法、测量方法以及仿真方法。同时,着眼于评测计算机网络系统的性能指标,对可度量的性能指标与不可度量的性能指标进行了详细的讨论。并分析了影响计算机网络性能的因素。最后,基于 SNMP 协议对可度量的性能指标的获取进行了实现。

关键词: 计算机网络;性能评测;评测方法;评测指标

中图分类号: TP393.0

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2011)01-0218-04

Performance Evaluation of Computer Network System

LIANG Xiang-yang, ZHAO Jia

(College of Computer Science and Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China)

Abstract: In the computer network system, performance evaluation is the core content of the computer network planning and management. Based on analysis of the computer network structures and hardware, the method of computer network performance evaluation was divided into four, which were empirical rule, analysis method, measure method and simulation method from the cost and complexity. At the same time, on evaluating the performance index of the computer network system, the measurable and immeasurable performance indexes were all discussed in detail. And then, it analyzed the influence factors of computer network performance. Finally, the acquisition of measurable performance index is achieved by SNMP protocol.

Key words: computer network; performance evaluation; evaluating method; evaluating index

0 引言

计算机网络系统是一个信息集合系统,它是由众多的计算机和各种通信设备组成,并按一定的网络通信体系结构设计,是在网络软、硬件协同工作基础上构成的一种复杂有序的系统,许多大型网络应用系统还具有大系统的特征^[1,2]。

在评价网络系统性能之前,需要对网络的性能进行分析与评测,这个步骤也是对网络进行规划不可缺少的一步。要评估、鉴定和验收一个现有的网络,首先必须对该网络的性能进行分析与评测;而要建立一个新的网络,建设该网络的方案很大程度上依赖于怎样分析和评价网络的性能^[3]。

随着网络的规模和应用复杂性的日益提高,对计算机网络的性能评测、量化网络质量的研究,已成为当前研究的热点问题。

1 计算机网络系统的基本组成结构

1.1 通信子网和资源子网

计算机网络是由计算机系统、网络节点和通信链路等组成的系统。从逻辑功能上来看,一个网络可以分为通信子网和资源子网两个部分。如图1所示。

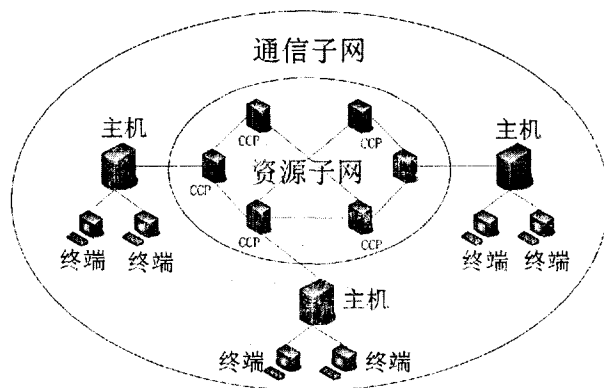


图1 通信子网和资源子网

通信子网指网络中实现网络通信功能的设备及其软件的集合,负责信息的传输、转接、加工和变换。资源子网由计算机系统、终端、终端控制器、连网外设、各种软件资源与信息资源组成,提供资源共享和网络服务功能。

收稿日期: 2010-05-25; 修回日期: 2010-08-27

基金项目: “十一五”计划兵器预研项目(40405010202)

作者简介: 梁向阳(1975-),男,副教授,研究方向为计算机网络管理与仿真。

1.2 连接网络的硬件设备

连接网络的硬件设备有很多,主要有网卡、路由器、交换机、集线器、中继器、无线 AP 及无线电台等等。其具体功能为^[4-7]:网卡又叫网络适配器,是用来连接计算机与网络的硬件设备。路由器用来将不同网络或网段之间的数据信息进行转换,从而构成一个更大的网络。交换机具有为局域网传送数据的作用,它是通过直通、存储转发和无碎片直通这三种方式进行交换的。集线器是以星型拓扑结构连接网络节点的一种中枢网络设备,允许大量的计算机连接在一个或多个局域网上。中继器仅适用于以太网,通过对数据信号的重新发送或者转发来扩大网络传输的距离。无线 AP 是移动计算机用户进入有线网络的接入点,目前主要技术为 802.11 系列。无线电台是无线网络中的一种非常重要的通信工具,可用于远程数据传输,是军用战术网络的主要通信设备。

2 网络系统的评测方法

2.1 定性定量性分类

网络系统的评测方法可分为定性分析评价和定量分析评价。定性分析是指技术人员在对已有的或者是待建的网络进行性能估计的时候,主要依靠自己多年来积累的经验。定量分析则主要指通过对数学工具的使用或者确定测量的方法,从而找出能够反映网络性能指标之间的数值关系。显然,定量分析更能为技术人员提供准确、详细的依据,使得他们所作的决策更加科学。

2.2 成本与复杂性分类

从复杂性和成本费用的角度出发,常用的评测方法可以分为经验法则、分析方法、测量方法和仿真方法四种^[2,8]。

2.2.1 经验法则

经验法则是在技术人员对每天使用的实际记录进行整理之后所或得到的经验,故称为经验法则。显然它是一种简单而且投资少的方法^[9]。经验法则主要用于在构建新网络时可作为安装指南,但要预测计算机软硬件未来的发展、更新,效果并不明显。

2.2.2 分析方法

分析方法是指从一定的计算机网络模型的行为描述中获得关于网络性能的基本结论,它是一种比较经典的性能评价方法,它的优点是简洁明了。常用的模型主要有:基于泊松过程的业务流模型、自相似模型、分形模型^[10]。

2.2.3 测量方法

测量方法在根据研究者对网络性能因素所关心的不同精度的要求,以及研究者所采用的测量手段之间

存在差异的基础上,大体可分为三类:研究者采用专用的硬件设备,记录下实测的各项性能参数,进一步进行离线分析,评测网络性能;改造底层网络接口的驱动程序,加入测量功能,使设备驱动程序可以较为方便地得到信道使用率、信道吞吐量等性能数据;借助网络管理协议,测量被监视的网络设备中的管理信息库所提供的各项性能数据,这种方法是一种比较现成的性能监测和分析方案,可较好地找出各种性能瓶颈和隐患。

2.2.4 仿真方法

构建网络仿真模型,用编程语言或仿真工具构建一个仿真程序,使这个仿真程序的行为和实际需要的模型系统一样,或者至少很接近,研究人员可通过观察这些仿真程序的运行过程及结果来评价模型系统的性能,从而达到对实际网络性能的评测^[11]。

上述 4 种评价方法各有其优点和缺点及适用范围,如表 1 所示。

表 1 网络性能评测方法一览表

评价方法	优点	缺点
经验法则	直观、实用	缺乏广泛的指导意义
分析方法	简洁明了,成本低廉	只适合静态分析只能分析具有简单排队系统的网络
测量方法	得出的网络性能最接近真实的网络性能	网络的可维护性较差需要已建立的网络系统作为测量平台
仿真方法	可以评价网络系统的瞬时行为可以检测到不同的因素对性能的影响	成本较高,实现复杂不如构建实际网络精确

3 网络系统性能指标

3.1 评价角度

一般来说,可以从网络应用的角度和网络设计的角度来评价一个网络系统的性能。网络应用的角度主要强调的是研究者所选择的网络的实用性、使用的方便性以及扩展的灵活性等。而网络设计的角度则主要强调搭建网络系统所采用的技术的先进性及其合理性。这两种评价角度的最终落脚点都是网络的性能性价比这个总的评价指标。

3.2 主要性能指标

网络作为一种数字信息的传输和交换系统,对其性能的衡量指标通常可以分为可度量的和不可度量的。

3.2.1 可度量的性能指标

由于网络中的数据流总是不确定的,是随机的、不均匀的,所以无论是数据包的处理时间、长度还是它们的到达时间都是随机变量。性能分析所需要做的工作就是找出性能的定量参数之间的数学关系,但是必须是在一定假设的基础上进行的工作^[9]。在所有的评测

计算机网络系统性能的指标中,有些是可度量的,因而可以对其采取定量分析,主要包括介质长度、介质传播速率、信道带宽、介质位长度、归一化传播时延、信道吞吐量、信道利用率、响应时间、链路负载等^[12-14]。用户所关心的主要有负载能力、响应时间以及网络的吞吐量之间的关系,因为这些指标综合反映了网络系统的性能,研究人员对计算机网络线的分析与研究大多都集中在这些问题上。同时,还有一些性能指标是不容易度量的,要想用它们来评测网络的运行性能,只能采取比较的方法或者测量的方法。

3.2.2 不可度量的性能指标

不可度量的性能指标只能采取比较方法或者是测量的方法来评价计算机网络的性能,主要包括网络的可靠性、网络的连接性、网络的适应性、网络的可维护性、网络的可扩展性、网络的连接稳定性以及网络的兼容性等,以及网络的价格和二次开发成本等等^[15-19]。

1) 网络的可靠性:是指网络信息系统能够在规定条件下和规定的时间内完成规定的功能的特性。网络信息系统的可靠性测度主要有三种:抗毁性、生存性和有效性。抗毁性是指系统在人为破坏下的可靠性;生存性是在随机破坏下系统的可靠性;有效性是一种基于业务性能的可靠性。

2) 网络的连接性:是网络性能的基本指标,反映了数据能否在个网络组件之间互相传达的属性。严格说连接性应该是网络的基本能力或属性,不能称为性能,但 ITU-T (电信标准化部门) 建议可以用一些方法进行定量的测量。一般情况下,使用常用命令 Ping 就能测量出 Internet 网络上两点之间的连通性^[20,21]。

3.3 影响网络性能的因素

与计算机网络性能相关的因素有很多。首先从网络的分层结构的角度的来考察,在不同的层次上都有对计算机网络性能产生影响的因素。然而从网络设计者的角度来看,主要有如下一些方面^[22-24]:

1) 所加负载与站点数:这两项通常需要分别处理,因为它们是独立变量。如果站点数是恒定的,给每个站点同样加入负载便导致了总负载量的增加。假设每个站点所加的负载时恒定的,那么总负载量与站点数就是成正比的。不过事实网络和这两种情况并不完全相同,需要综合而定。

2) 底层网络协议,是网络选型、设计时的工作,可以进行最佳选择,主要包括物理层、介质访问控制层和链路层。物理层主要支持远端的发送和接受,故影响不大。链路层则用于对每帧增加一些报头和管理开销。介质访问控制层对网络性能有较大的影响,是最重要的协议。

3) 网络带宽,传播时延,每帧比特数:这三项可视为计算机网络的固有特性,主要决定归一化传播时延 α 的大小,它们的值一旦固定就定下来了。另外,由于在网络传输的过程中一旦出现误码就需要重发,所以信道的误码率对网络也有一定的影响。

4) 高层网络协议的实现:实现不同的 TCP/IP 协议栈对计算机网络的性能有着很重要的影响。例如定时器的管理方式,保温缓冲区的大小选取与管理方式,超时时间的选择调整等等。这些特定于实现的细节直接影响到客户端网络应用的效率。

5) 其他各种开销与因素:例如网络接口的驱动程序的实现效率、网络拓扑结构等。另外,由于资源的分配与组合不当等许多因素都会对网络性能产生较大的影响。因此在需要进行性能的详尽分析时,必须将这些额外的因素考虑在内。

但是在要对计算机网络系统进行评测的时候必须全面且周到地考虑到所有可能影响的因素,以达到客观实用的目的。

4 基于 SNMP 的网络性能评测

SNMP 协议又称简单网络管理协议,和 CMIP、WMI 等协议同为网络管理协议,由于 SNMP 的易用性,已成为事实上的通用网络管理协议。作为对网络性能数据获取的工具性协议,采用 SNMP 协议可以实现对已有网络性能的评测。基于 SNMP 协议,采用轮询的方式自动采集网络管理所需要的相关数据,如路由器各个端口的流入、流出字节数以及流入、流出错字节数等,经过处理后形成关于端口流量的原始数据。

网络管理信息库(MIB)提供了一些标准的网络设备的信息^[25-27]。例如接口组(Interface)的信息主要有:

ifInDiscards——接口丢弃的输入包数

ifOutDiscards——接口丢弃的输出包数

ifInUcastPkts——输入的单播包数

ifOutUcastPkts——输出的单播包数

ifInNUcastPkts——输入的非单播包数

ifOutNUcastPkts——输出的非单播包数等等^[15]

进行数据采集的具体流程如图 2 所示。

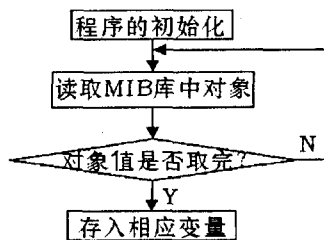


图 2 数据采集程序流程图

当获取到接口组信息的原始数据后,就可以计算出所有已配置端口的不同性能参数,如接口的输入丢包率和输出丢包率的计算公式如下显示:

(1) 接口的输入丢包率 = $\text{ifInDiscards} / (\text{ifInUcastPkts} + \text{ifInNUcastPkts})$

(2) 接口的输出丢包率 = $\text{ifOutDiscards} / (\text{ifOutUcastPkts} + \text{ifOutNUcastPkts})$

由此得到了有关该网络的性能评测的指标,最终实现对计算机网络系统进行评测的目的^[28]。

5 小 结

计算机网络性能指标的研究是评测网络系统性能的基础。通过对已有计算机网络系统评测方法的研究和分析,得到各种评测方法的优缺点和适用条件和范围。用户可在针对具体网络评测目标加以实施的时候,对要求与预算进行权衡,寻找最合适的评测方法^[29-31]。同时对多项具体的网络性能指标给予说明和分析,并以 SNMP 协议为例,描述了获取网络原始性能数据和处理计算性能指标参数的方法和技术路线,从而实现对网络性能指标的评测。文章内容对建立高效、稳定的网络系统和管理网络系统有一定的参考价值。

参考文献:

- [1] 何启源,汤宝平,张祥春,等. 基于流量和时延的网络性能测量系统的研究[J]. 中国测试技术,2005(5):8-13.
- [2] 文华荣. 网络计算机对网络系统性能影响研究[D]. 重庆:重庆大学计算机学院,2005.
- [3] 邓涛. 校园网网络性能分析[D]. 武汉:武汉理工大学,2003.
- [4] 卓文. 轻松学网络组建与管理[M]. 上海:上海科学普及出版社,2006.
- [5] 利润平. 数传电台在计算机监控中的应用[J]. 电气传动自动化,2004(5):48-50.
- [6] 肖哲,陈兵. 嵌入式无线电台 SNMP 网管模型的设计与实现[J]. 应用科学学报,2008(3):117-122.
- [7] 邱伟江,康瑞峰. 计算机网络[M]. 北京:北京大学出版社,2005.
- [8] 普汝山. 基于 SNMP 的网络性能监测研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2006.
- [9] 刘树刚. 网络性能的分析、评价模型及其软件实现[D]. 济南:山东师范大学,2000.
- [10] 卢俊武. 网络性能指标体系[J]. 广西通信技术,2008(12):48-50.
- [11] 郑雄,王赞,张顺颐. IP 网络性能指标机器测试方法的研究[J]. 网络与应用,2003(11):21-25.
- [12] 宋涛. 三层交换机性能测试技术研究[D]. 西安:西安电子科技大学,2007.
- [13] 王黎明. IP 网络的性能分析[J]. 网络与应用,2002(6):25-29.
- [14] 郝锦胜. 基于 SNMPV3 的网络管理及性能优化[D]. 武汉:武汉理工大学,2004.
- [15] 刘艳. 基于 SNMP 的网络性能管理系统设计与实现[D]. 郑州:河南大学,2007.5
- [16] Zhnag Wenjie, Qian Depei. NEPM: A Network Measurement Infrastructure Model[J]. China, ICT,2002,5(2):244-249.
- [17] Tutsehku K, Baier H. Characterizing Network Performance for Enterprise Networks[C]// In Proc. of a Workshop on Passive and Active Measurements. Amsterdam:[s. n.],2001:89-94.
- [18] 皇安伟. IP 网络性能分析与测量技术的研究[D]. 长沙:国防科学技术大学,2005.
- [19] 谢高岗. IP 网络性能测量技术研究[D]. 长沙:湖南大学,2002.
- [20] 孙瑞英. 网络数据内容分析研究[J]. 图书馆学研究,2005(5):35-39.
- [21] 康惠诚. Internet 端到端网络性能测量及实现[D]. 北京:北京邮电大学,2006.
- [22] Stallings W. SNMP 网络管理[M]. 胡成松,汪凯译. 北京:中国电力出版社,2001.
- [23] 林辉,曹阳. IP 网络性能实时测量技术的研究[D]. 武汉:武汉大学,2003.
- [24] 吴刚,白英彩. 基于 Web 的网络管理技术研究与设计[J]. 计算机工程,1999,25:22-24.
- [25] 周伟. 基于 SNMP 的计算机网络性能管理系统研究与实现[D]. 太原:太原理工大学,2003.
- [26] 张文杰,钱德沛. 可定制的网络测量基础设施研究[D]. 西安:西安交通大学,2002.
- [27] 李木金,王光兴. 一种基于 Web 的网络管理模型及实现[J]. 计算机研究与发展,1999,36:1232-1237.
- [28] IETF. Benchmarking Methodology for LAN Switching Devices[S]. RFC2889. 2000.
- [29] Floyd S, Paxson V. Difficulties in Simulating the Internet[J]. IEEE/ACM Transactions on Networking, 2001,9(4):392-403.
- [30] Feldmann A, Greenberg A, Lund C, et al. NetScope: Traffic Engineering for IP Networks[J]. IEEE Network Magazine, special issue on Internet traffic engineering,2000,6(3):221-226.
- [31] Caceers R, Dufield N G. Measurement and Analysis of IP Network Usage and Behavior[J]. IEEE Communications Magazine, 2000,7(2):109-115.