

基于OPNET的网络仿真

陈长兴¹, 高晓光¹, 张敬伟², 张军³

(1. 西北工业大学电子信息学院, 陕西西安 710072; 2. 空军工程大学科研部, 陕西西安 710051; 3. 空军工程大学理学院, 陕西西安 710051)

摘要 采用OPNET网络仿真技术对某公司网络扩容设计方案进行仿真, 以此为例, 探讨了网络仿真技术应用在网络设计上所面临的主要技术难题和解决方法, 并详细论述了仿真模型的建立和分析过程。仿真结果表明设计方案正确有效。

关键词: 网络仿真; OPNET; 网元建模; 网络建模

中图分类号: TP393 **文献标识码**: A **文章编号**: 1009-3516(2007)02-0086-03

传统上,网络的设计和规划一般采用的是经验、试验及计算等网络设计方法。当网络规模较小、网络拓扑结构比较简单、网络流量不大的时候,以经验为主、辅之以试验和数学计算等手段进行网络规划设计是行之有效并且被人们普遍采用的方法^[1]。

但是随着网络的迅猛发展,网络规模越来越大,网络设备品种不断增多、网络拓扑日趋复杂、网络流量纷繁交织,面对这些新的网络特征,以经验为主的网络设计方法的弊端就越来越显现出来了^[2-3]。首先,网络规划设计者相对来说缺乏大型网络的设计经验,因此,在设计过程中主观的成分更加突出;其次,一般情况下,不可能在网络设计阶段开展与拟建网络规模可比的网络试验来获取设计所需的依据;另外,数学计算和估计对大型复杂网络的应用往往是比较困难的,特别是对于包交换、统计复用的数据网络,情况更是如此。

因此,随着网络的不断扩充,越来越需要一种新的网络规划和设计手段来提高网络设计的客观性和设计结果的可靠性。网络仿真技术正是在这种需求拉动下应运而生的。它能够网络的规划设计提供客观、可靠的定量依据,缩短网络建设周期,提高网络建设中决策的科学性,降低网络建设的投资风险。

1 网络仿真技术及OPNET仿真软件

网络仿真需要一系列计算机技术的支持,包括网络技术、控件技术等,其中网络技术是网络仿真的基础。仿真软件是进行网络仿真的非常重要的支撑工具,也是网络仿真最终的实现手段,直接影响到网络仿真的效率和仿真结果的可靠性。当前有许多优秀的网络仿真软件,其中有OPNET、NS2、Matlab等。主流的网络仿真软件都采用了离散事件模拟技术,并提供了丰富的网络仿真模型库和高级语言编程接口,这无疑提高了仿真软件的灵活性和使用方便性。OPNET是由OPNET Technologies研制和开发的通信仿真软件,作为网络规划、仿真及分析工具,自1987年以来,它迅速和稳步发展,已经在通信、国防及数据网络领域被广泛认可和采用,成为目前主流仿真软件之一^[4-5]。

从原理上讲,OPNET采用三层建模机制,分别在进程(Process)层,节点(Node)层和网络(Network)层进行由下到上的建模。Network模型是最高层次的模型,由网络节点(Node)和连接网络节点的通信链路(Link)组成,由该层模型可直接建立起仿真网络的拓扑结构;Node模型由协议模块(Module)和这些模块间的各种连接(connections)组成,如物理接口模块、IP模块、数据包流等,在该层可以建立起仿真网络中各种网络设备的模型,反映设备特性;Node模型中的每个协议模块对应一个或多个进程(Process)模型,进程模型由

收稿日期:2006-09-06

基金项目:空军工程大学学术基金资助项目(2004AA780101-03)

作者简介:陈长兴(1964-),男,河北宝坻人,教授,博士生,主要从事信号处理及系统仿真研究。

有限状态机来描述协议模块内部的运作机制和响应过程,而这些有限状态机最终需要通过 C 语言编程实现。OPNET 的三层模型和实际的网络、设备、协议层次完全对应,全面反映了网络的相关特性。

2 OPNET 在某物流公司网络仿真中的应用

本文基于 OPNET 对在某物流公司现有网络及按计划方案扩容后的网络分别建模、仿真,并对仿真结果进行分析,从而验证网络扩容设计方案的正确性。仿真问题具体描述为:某物流公司建有一个内部网络(Intranet),起初公司的规模比较小,因此只在公司办公楼的一层配置了内部网络系统。现在由于公司业务和规模的扩展需要在第二层办公楼也建立内部网络,并要求与原有的第一层网络连接起来。仿真的任务就是分析在引入了附加的第二层网络后公司原来的服务器的负荷和网络的节点之间的延迟变化情况,判断网络性能能否满足实际需求。下面描述使用 OPNET 通信仿真软件包对上述网络问题进行仿真的具体过程,重点论述仿真模型的建立和分析方法。

2.1 仿真条件分析

通过对该公司现有网络和计划扩容的网络设计方案进行分析,得出以下仿真条件:①原网络和扩容后的网络均采用星型拓扑结构;②网络为采用 TCP/IP 协议的 10Base-T 以太网;③网络中使用的设备主要包括 30 台联想品牌的工作站(其中一楼 20 台,二楼 10 台)、一台 HP7500 服务器,两台 3Com 交换机、一台 Cisco 路由器、若干连接电缆;④网络应用主要是简单的电子邮件传递服务和比较繁重的 HTTP 浏览。

2.2 网元建模

网元就是构成网络的各种网络设备。对于上述仿真网络,网元有工作站、服务器、交换机、路由器和双绞电缆。从总体上可以把它们分为通信节点和通信链路两大类。

节点建模就是要实现节点内部使用的协议,通常将协议按照功能划分为模块,由模块内部的进程级模型来定义具体的状态和事件发生机制,各模块之间采用数据连线进行连接,反映节点的运行机制。在实际建模中,一般还需要对一些与仿真结果关系不大的内容进行简化或删除。

同时,OPNET 软件包提供了丰富的模型库,包括大部分常见网络设备的模型。对于模型库中已有的网络设备,只需根据网络设备的接口配置和具体参数对现有模型的相关属性进行修改,优化网络设备模型。

由于本仿真涉及的网元均包含在基本模型库中,因此需要根据具体设备的实际参数修改对应模型的属性。例如,对于工作站建模需要修改的模型属性包括 CPU 的型号、CPU 主频、磁盘的块大小、数据包的大小等。对于路由器建模需要修改的模型属性包括端口类型和数量、缓冲区大小、转发模式、转发速率等。

2.3 网络建模

建立起网络中各种网元的模型后,就可以根据网络的拓扑结构在 OPNET 工程编辑器中以适当的方式放着这些网元,建立起网元模型之间的连接,从而将整个仿真网络系统映射为 OPNET 网络模型。此外,在网络模型中还需要根据业务特点建立网络的业务配置模型。由于该公司的业务特点为简单的电子邮件传递服务和比较繁重的 HTTP 浏览,因此需要从基本模型库中引入与此业务特点相对应的已预先定义的业务配置模型 Sm_Application_Config 和 Sm_Profile_Config。为了对比分析仿真网络的扩容前后的变化情况。这里定义两个环境 Scenario1 和 Scenario2 来分别代表公司原有网络和扩容后的网络。Scenario1 中是一个具有中间节点和 20 个外围工作站节点构成的星型拓扑结构网络模型。Scenario2 中扩容前的星型网络(20 个节点)和新增的星型网络(15 个节点)由一台路由器连接为一个整体。

建立起网络仿真模型后,还需要对所关心的仿真参数进行搜集。根据前面分析可知,本仿真的任务就是分析该网络在扩容前后服务器的负荷和网络延迟两项性能的变化。因此,这里需要搜集的仿真参数就是服务器节点(node_21)的 Server Load 和全局变量 Ethernet Delay。

2.4 仿真结果分析

设置适当的仿真时间和种子等仿真参数,这里将仿真时间设为 0.5 h,运行仿真得到如图 1 和图 2 所示的仿真结果曲线。

从图 1 可以看出,在仿真开始时,服务器的负载非常大,其实这是一种正常现象,扩容前峰值为 3 513 bit/s,扩容后峰值为 5 898 bit/s。当系统趋于稳定后,扩容前服务器负荷在 2 000 bit/s 上下波动,扩容后负荷在 2 800 bit/s 上下波动。相对于公司的原有网络,变化不明显,对服务器冲击不大,因此网络中原有的服

务器可以满足扩容的需要。

从图2可以看出,在仿真开始时网络延迟较小,扩容前最小值为0.27 ms,扩容后最小值为0.28 ms。当系统趋于稳定后,扩容前后网络延迟几乎没有发生变化,均为0.4 ms左右。因此,不必担心扩容对网络延迟性能的影响。

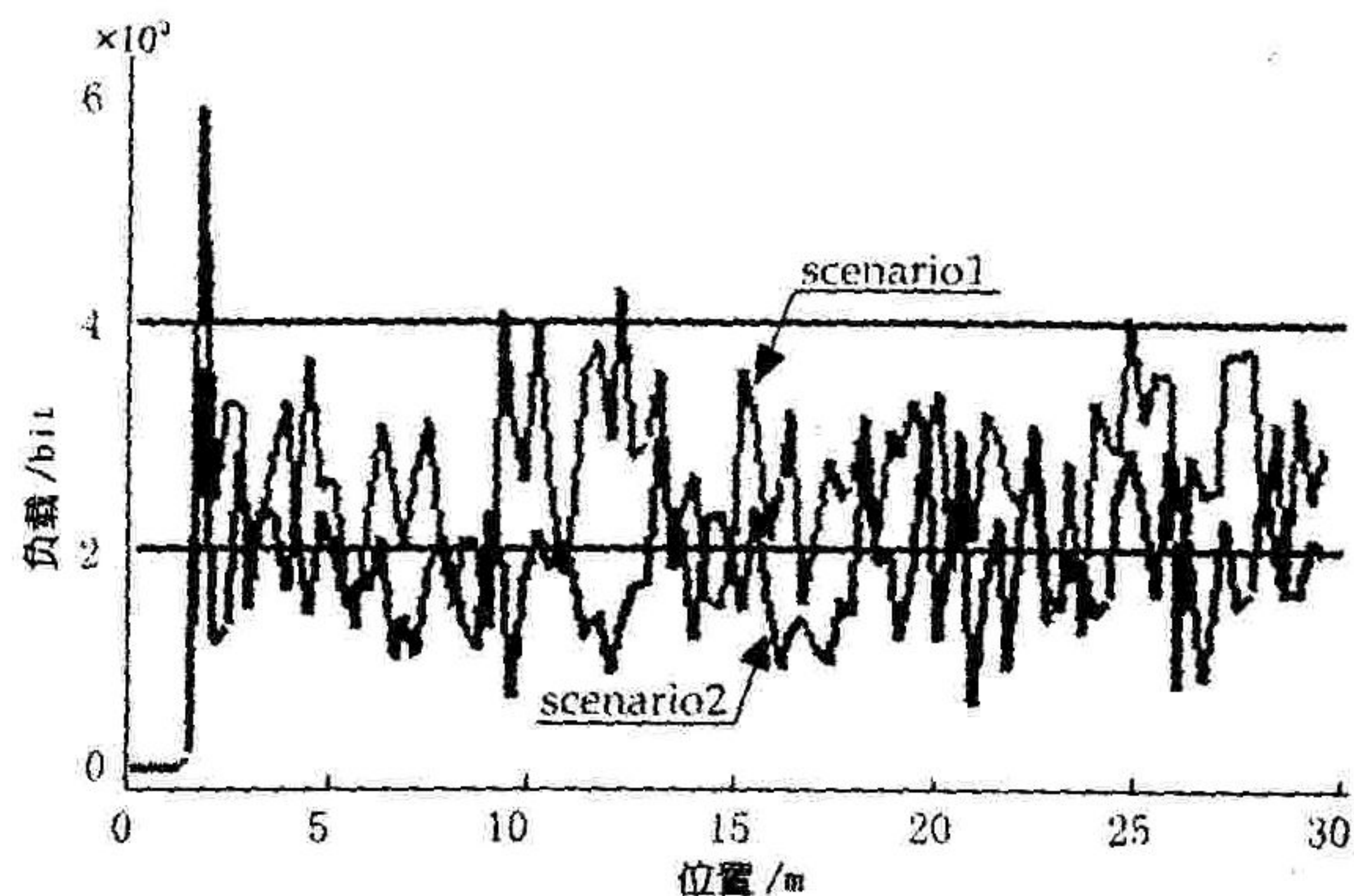


图1 扩容前后服务器负荷对比

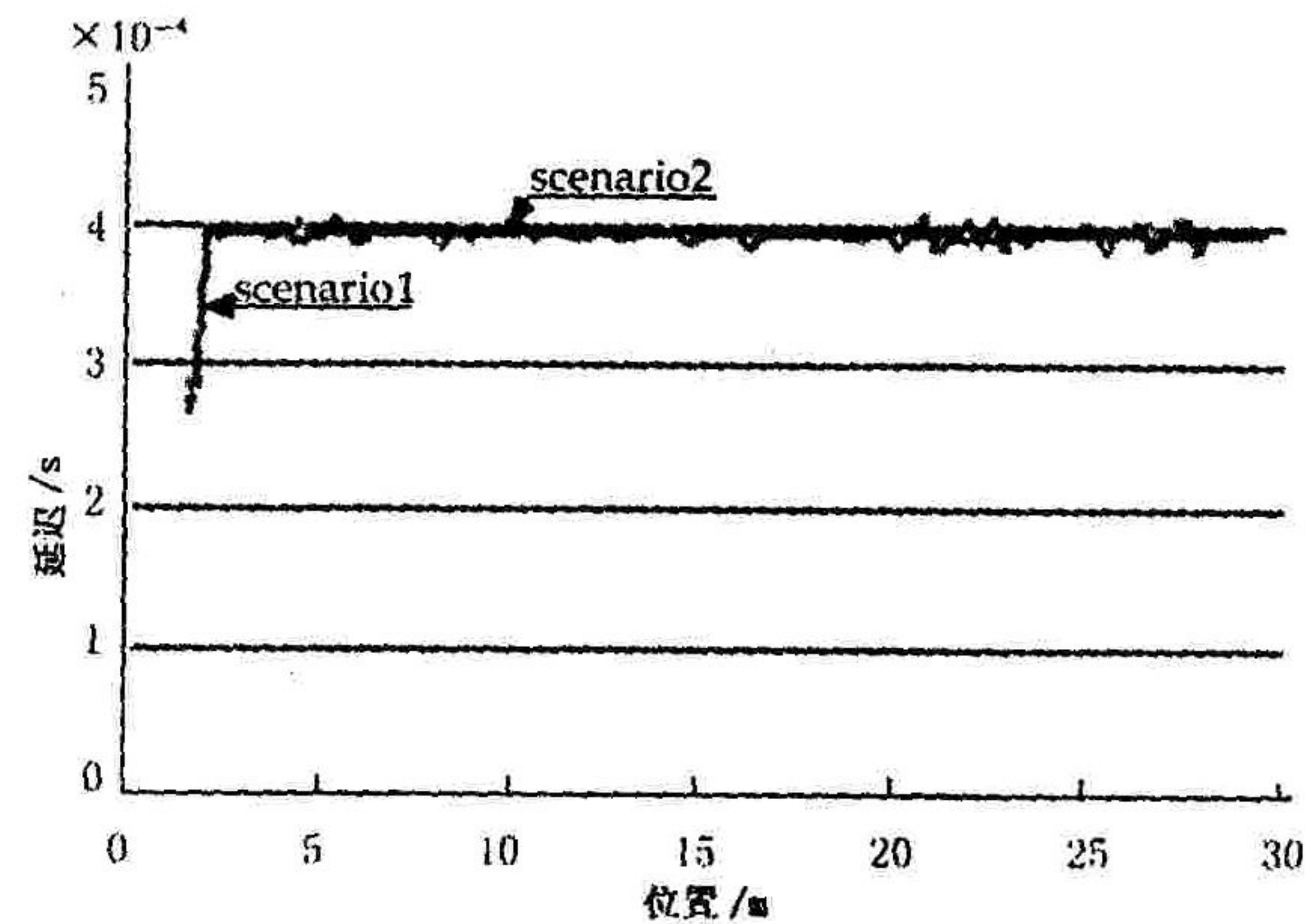


图2 扩容前后网络延迟对比

由仿真结果可知,扩容后网络的主要性能变化较小,能够满足实际需要,因此该公司网络扩容的设计方案是正确有效的。

3 结束语

通过上述 OPNET 仿真技术在一次网络设计中的具体应用,可以看到网络仿真技术以其独特的技术手段,确实可以在网络的设计和 optimization 方面提供许多决策依据。目前,国际上许多大的公司和厂商都纷纷采用仿真技术来指导他们的网络设计,其中包括著名的 CISCO 公司、HP 公司、克莱斯勒公司、休斯国防通信公司等。而我国虽然起步较晚,但是 Internet 网络的迅猛发展必将强劲地拉动网络仿真技术的研究和应用。我们相信,未来数年将是网络仿真技术蓬勃发展的时期,今后网络仿真技术必将成为数据网络规划设计不可缺少的工具。

参考文献:

- [1] 孟 晨. OPNET 通信仿真开发手册[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [2] 梁 洁,陈文革. 网络仿真技术及其在 163 网络广州 POP 节点建模中的应用[J]. 广东通信技术,2004,4(6):55-57.
- [3] 许素红,刘兴堂,吴晓燕. 现代军用仿真系统的新特点及技术对策[J]. 空军工程大学学报(自然科学版),2002,3(6):29-30.
- [4] OPNET Modeler Documentatens[S].
- [5] OPNET Technologies Inc. Wireless Netwenc Modeling and Simulation[EB/OL]. <http://www.opnet.com>,2006-2-16.

(编辑:田新华)

Network Simulation Based on OPNET

CHEN Chang-xing¹, GAO Xiao-guang¹, ZHANG Jing-wei², ZHANG Jun³

(1. College of Electronic Information, Northwestern Polytechnical University, Xi'an 710072, China; 2. Science Research Department, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China; 3. The Science Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China)

Abstract: Based on the application of OPNET in the modification of a network, the vexed problems and their countermeasures of network simulation application are explored, and the method of simulation modeling and analyzing is also discussed in this paper.

Key words: network simulation; OPNET; network unit modeling; network modeling