

网络仿真技术与 OPNET 应用实践

Network Simulation Technology and the Application and Practice of OPNET

石怀伟 (山东大学计算机科学与技术学院 250100)

(山东建筑大学教务处 250014)

李明生 (济南铁道职业技术学院信息工程系 250013)

王少华 (山东大学计算机科学与技术学院 250100)

(山东建筑大学资产处 250014)

摘要:网络仿真技术是研究人员在进行网络规划与设计时必要的、有效的工具。本文首先简要介绍了几种常用的网络仿真软件,接着重点分析了网络仿真软件 OPNET 的主要特点、三层建模机制以及 OPNET 的仿真方法和步骤,最后通过一个实例来讨论了 OPNET 技术在具体网络规划和设计中的应用。

关键词:网络仿真 OPNET NS-2 GloMoSim 网络规划与设计

1 引言

对现代计算机网络而言,性能分析是一件非常重要的事情。对于一个网络设计者或系统管理员而言,必须考虑到重组网络或建立新的子网等情况发生时整个网络会发生什么变化。当前,随着网络规模的逐渐扩大和网络拓扑结构的日益复杂,开发者在解决此类问题时单纯依靠经验、试验和理论计算已显得非常困难。如果采用真实的网络环境进行研究和开发,不仅增加了网络设计成本,而且不稳定的网络环境也不便于数据的统计和分析。因此急需一种科学的手段来反映和预测网络的性能,网络仿真技术应运而生。它采用网络仿真软件通过模拟真实环境和调整网络参数来给出大量客观、可靠的数据,反映并预测网络的性能。网络仿真技术能有效提高网络规划和设计的可靠性和准确性,增强决策的科学性,有效地降低了网络投资风险。

OPNET 产品主要面向三类客户,由四个系列产品组成。三类客户是指:网络服务提供商、网络设备制造商和一般企业。四个系列产品核心包括 Service Provider Guru、OPNET Modeler、IT Guru 和 WDM Guru。其中 OPNET Modeler 是为开发人员提供一个网络技术和产品开发平台,它可以帮助他们设计和分析网络、网络

设备和通信协议。OPNET 系列产品可以帮助开发人员定位关键事务,分析出极限情况下的 end-to-end 性能,可以确定增加应用和用户后对网络的影响,对网络做出准确的规划和伸缩性分析,快速完成“why-if”问题分析,使网络设计得到最优的性价比。

2 OPNET 的主要特点和仿真步骤

2.1 OPNET 的主要特点

OPNET (Optimal Network Engineering Tools) 是目前应用非常广泛的一种网络仿真开发和应用平台。它是 OPNET 公司的产品,OPNET 公司起源于 MIT (麻省理工学院),成立于 1986 年。1987 年 OPNET 公司发布了其第一个商业化的网络性能仿真软件,提供了具有重要意义的网络性能优化工具,使得具有预测性的网络性能管理和仿真成为可能。

OPNET 支持面向对象的建模方式,并提供图形化的编辑界面,以便于用户使用。在网络规划与设计以及对现有网络的分析方面都有很好的表现,同时也为通信协议和路由算法的研究提供了与真实网络相似的环境。OPNET 具体有以下主要特点:

(1) 有限状态机。在过程层次使用有限状态机来

对协议和其他过程进行建模。在有限状态机的状态和转移条件中使用 C/C++ 语言对任何过程进行模拟。用户可以随心所欲地控制仿真的详细程度。有限状态机加上标准的 C/C++ 以及 OPNET 本身提供的 400 多个库函数构成了 Modeler 编程的核心。OPNET 称这个集合为 Proto C 语言。

(2) 对协议编程的全面支持。支持 400 多个库函数以及书写风格简洁的协议模型。OPNET 的核心已经嵌入了众多协议,因此对于很多协议,无需进行额外的编程。OPNET 几乎预定义了所有常用的业务模型,如均匀分布、泊松分布、欧兰分布等,同时还集成了 E-Mail、HTTP、FTP、远程终端、电视会议和数据库等常用的客户-服务器应用业务模式。

(3) 层次化的网络模型。使用无限嵌套的子网来建立复杂的网络拓扑结构。

(4) 高效的仿真引擎。使用 Modeler 进行开发的仿真平台,使仿真的效率相当高。

(5) 集成的分析工具。Modeler 仿真结果的显示界面十分友好,可以轻松刻画和分析各种类型的曲线,也可将曲线导出到电子表格中。

(6) 系统的完全开放性。Modeler 中源码全部开放,用户可以根据自己的需要添加、修改已有的源码。

(7) 集成调试器。快速地验证仿真或发现仿真中存在的问题,OPNET 本身有自己的调试工具——OPNET Debugger(ODB)。用户可以在运行前设定运行中使用的参数,并且能随时中断运行。

(8) 动画。Modeler 可以在仿真中或仿真后显示模型行为的动画,使得仿真平台具有很好的演示效果。

2.2 OPNET 的三层建模机制

OPNET 的建模方法非常简单清晰,Modeler 建模过程分为 3 个层次:过程(process)层次、节点(Node)层次以及网络(Network)层次。在过程层次模拟单个对象的行为,在节点层次中将其互连成设备,在网络层次中将设备互连组成网络。几个不同的网络场景组成“项目”,用以比较不同的设计方案。这也是 Modeler 建模的重要机制,这种机制有利于项目的管理和分工。OPNET 中的建模工作在 3 种不同的层中完成,这 3 种层次也称为 3 个域。这种建模方式与使用单一层次对系统中的所有层面进行建模的方式不同。下面给出 OPNET 建模域的功能,如图 1 所示。

建模域	功能
网络域	从高层设备(节点和链路等)对系统进行规范
节点域	从应用、进程、队列和通信接口对节点的功能进行规范
过程域	对系统内节点所含过程的行(决策和算法等)为进行规范

图 1 OPNET 建模域的功能

2.3 OPNET 的仿真方法与步骤

使用 OPNET 进行网络仿真的方法如下:

(1) 理解仿真的目的,确定你需要处理的问题和对象,并对网络的拓扑结构、网络硬件设备、所用协议标准、网络链路等作一定了解;

(2) 根据问题和对象建立网络拓扑结构模型,能够回答要处理的问题;

(3) 验证模型,对模型进行修改,对现有网络与优化后的网络进行前后比较,最后完善模型;

(4) 定义输入和输出,设置仿真参数以及要收集的统计量,如延迟(Delay sec)和负载(Load bits/sec)等;

(5) 运行仿真;

(6) 系统结果是否准确,结果的容错性和精确性都需要进行验证,结果是否足够详细,结果是否统计可用;

(7) 统计结果,得出结论并提交仿真报告,既可使用数据分析的形式,也可使用图象处理的方法。

OPNET 的仿真步骤如图 2 所示。

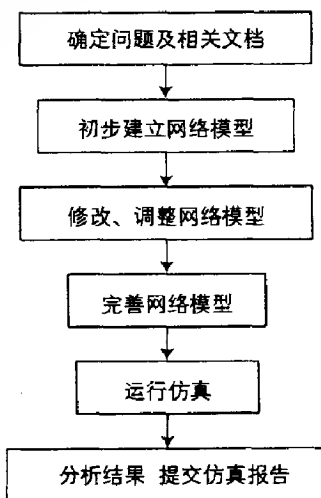


图 2 OPNET 网络仿真步骤

3 OPNET 技术的仿真实践

OPNET 能够通过为不同的设计方案建立模型,进行模拟,获取定量的网络性能预测数据,为设计方案的验证和比较提供可靠的依据。如果网络上增设新的网络,对网络性能有什么影响呢? OPNET 能够迅速地建立起现有网络的模型,并能够方便地修改模型并进行仿真,这使得网络仿真非常适用于预测网络的性能,回答“What-if”这样的问题。例如,下面结合一个实例来给出 OPNET 的具体应用。

设一个局域网内原有 100 台终端,采用星形拓扑结构,一台服务器。现在要添加另一个 50 终端的星形拓扑结构局域网与其相连,分析一下新添加局域网后网络的性能是否下降。此例应用 OPNET Modeler 来进行仿真分析,我们通过分析服务器的负载和网络的延迟来得出结论。首先建立原 100 终端的网络拓扑图。新增一个项目并命名为 OLD,设置为 Star 星形结构,终端的数目为 100。添加服务器、10BaseT 等设备进行连接,接着对网络延迟和负载进行仿真。测试目前的延迟和负载,仿真完毕后结果如图 3 所示。

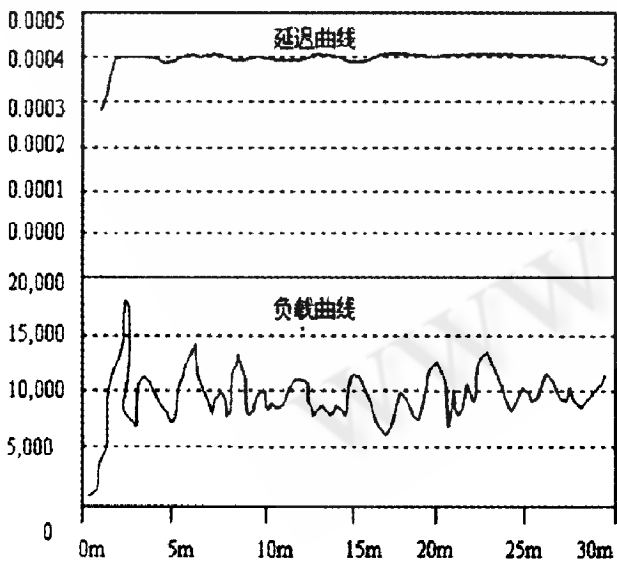


图 3 原 100 终端网络仿真结果

添加新的 50 终端局域网。命名为 NEW。然后增加星形结构的终端 50 个。接着添加路由器,并用

10BaseT 将两个服务器连接起来。对增加后的网络进行仿真。仿真完毕后查看结果,并比较增加 25 终端局域网前后的延迟和负载。结果比较如图 4 和图 5 所示。

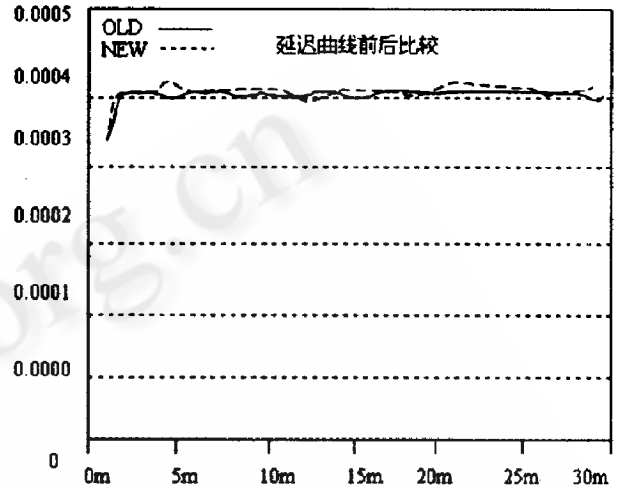


图 4 增加 50 终端局域网前后延迟比较

从图 4 以发现在系统增加 50 终端局域网后,网络延迟基本没有变化。从图 5 可以发现在系统增加 50 终端局域网后服务器负载有了明显的增加,但增加的幅度不是很大,因此可以认为增加 50 终端局域网的设计方案是可行的,新组成的网络是稳定的。

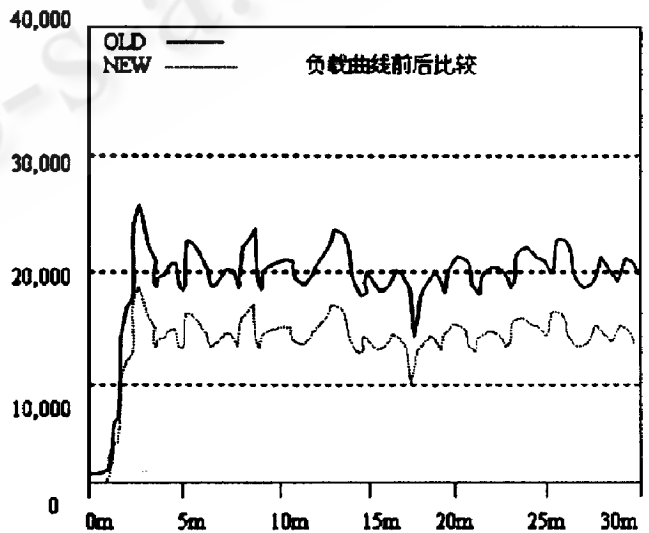


图 5 增加 50 终端局域网前后负载比较

(下转第 55 页)

5 总结

本文简要介绍了几种常用的网络仿真软件 OPNET、NS-2 和 GloMoSim,并着重分析了网络仿真软件 OPNET 的主要特点、三层建模机制以及 OPNET 的仿真方法和步骤,最后结合实例通过分析前后网络延迟和服务器负载的变化来讨论了 OPNET 技术在具体网络规划和设计中的应用。对于研究网络仿真技术和进行网络规划与设计有一定的实际参考价值。

参考文献

- 1 <http://www.opnet.com>
- 2 <http://www.isi.edu/nsnam/ns>
- 3 陈敏, OPENT 网络仿真,清华大学出版社,2004。
- 4 杨宏宇、谢丽霞、王兴隆,网络仿真软件的应用与实践[J],计算机工程与应用,2005,10:118-121。
- 5 赵志豪、钱强、网络业务的 NS-2 仿真实现[J],计算机仿真,2004,21(11):121-124。
- 6 网络仿真与 OPNET 简介[OL],<http://www.cqcyit.com/ngn/file/changdawei.pdf>。
- 7 洪家平、柯宗武、童钰等,OPNET 在网络规划和设计中的应用[J],湖北师范学院学报(自然科学版),2004,24(4):42-47。
- 8 潘磊,MANET 仿真软件的分析与研究[J],广东通信技术,2004,02:40-41。
- 9 陆勇林、魏立峰、祁红岩,一种实用的网络性能分析与评价技术[J],沈阳化工学院院报,2004,18(2):158-160。