



网络仿真与OPNET简介

1 仿真技术

1.1 什么叫仿真？

1.2 仿真的分类

1.3 网络仿真的意义何在？

1.4 当前主要的仿真工具

2 OPNET简介

2.1 OPNET简介

2.2 OPNET Modeler简介

2.3 OPNET仿真实例



1.1 什么叫仿真(Simulation) ?

仿真就是采用模型来再现真实情况。

模型是系统、过程或现象的物理的、数学的或其他逻辑的表达。



1.2 仿真的分类

- 根据被仿真对象性质分为：连续系统仿真（Continuous System Simulation）和离散事件系统仿真（Discrete Events System Simulation）
- 根据功能用途分为：工程仿真（Engineering Simulation）和训练仿真（Training Simulation）
- 根据应用领域来划分：工程领域仿真和非工程领域仿真
- 根据虚实结合程度来划分：结构仿真（Constructive Simulation）、虚拟仿真（Virtual Simulation）和实况仿真（Live Simulation）



1.3 网络仿真的意义何在？

网络仿真的产生背景：

随着网络结构和规模越来越复杂化以及网络的应用越来越多样化，单纯地依靠经验进行网络的规划和设计、网络设备的研发以及网络协议的开发，已经不能适应网络的发展，因而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。

网络仿真的意义：

有效提高网络规划和设计的可靠性和准确性，明显地降低网络投资风险，较少不必要的投资浪费。



1.3 网络仿真的意义何在？

四种网络设计方法的比较

	经验方法	物理试验	理论计算	网络仿真
可靠性	不确定	高	低	较高
实现成本	不确定	高	低	中
可实现性	高	低	高	中
适用的网络规模	中、小 大型困难	小	中、小 大型困难	中、大



1.4 当前的主要网络仿真工具

Matlab的主要功能：

- 数值计算功能
- 符号计算功能
- 数据分析和可视化功能
- 文字处理功能
- SIMULINK动态仿真功能。SIMULINK是MATLAB为模拟动态系统而提供的一个交互式程序，SIMULINK允许用户在屏幕上绘制框图来模拟一个系统,并能够动态的控制该系统。SIMULINK采用鼠标驱动方式，能够处理线性，非线性，连续，离散等多种系统。



1.3 当前的主要网络仿真工具

NS

NS是一个由Uc Berkeley开发的网络仿真软件。可以对无线、有线网、卫星网，局域网和广域网等不同的网络形式进行仿真。它目前可以支持TCP，UDP协议，支持FTP，Telnet，Web，CBR and VBR等高层业务；对无线网络，支持DSR、AODV、DSDV等协议。同功能的还有opnet，glomosim前者要钱买的，后者可down到。



2 OPNET简介

2.1 OPNET简介

2.1.1 OPNET历史和现状

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公司目前为Nasdaq上市公司，代号为OPNT，2002年被福布斯评为全美最佳200中小型企业。

OPNET公司最初只有一种产品OPNET Modeler，到目前已经拥有Modeler、ITGuru、SPGuru、WDMGuru、ODK等一系列产品。

对于网络的设计和管理，一般分为3个阶段：第1阶段为设计阶段，包括网络拓扑结构的设计，协议的设计和配置以及网络中设备的设计和选择；第2阶段为发布阶段，设计出的网络能够具有一定性能，如吞吐率、响应时间等等；第3阶段为实际运营中的故障诊断、排错和升级优化。而OPNET公司的整个产品线正好能面向网络研发的不同阶段，即可以作网络的设计，也可以作为发布网络性能的依据，还可以作为已投入运营的网络的优化和故障诊断工具。OPNET公司也是当前业界智能化网络管理分析解决方案的主要提供商。



2.1.2 OPNET全线产品介绍(1)

OPNET公司的第一个商用化产品为Modeler，在此基础上又开发出了其他产品，使得其产品得种类更加丰富。目前OPNET公司得产品线除了Modeler外，还包括ITGuru、SPGuru、OPNET Development Kit以及WDMGuru。不同的产品面向的客户群也不一样。



2.1.2 OPNET全线产品介绍(2)

- Modeler主要面向研发，其宗旨是为了“Accelerating Network R&D（加速网络研发）”
- ITGuru可以用于大中型企业，做智能化的网络设计、规划和管理；
- SPGuru相对ITGuru在功能上更加强大，内嵌了更多的OPNET附加功能模块，包括流分析模块、网络医生模块、多提供商导入模块、MPLS模块，使得SPGuru成为电信运营商量身定做的智能化网络管理、规划以及优化的平台；
- WDMGuru是面向光纤网络的运营商和设备制造商，为其提供了管理WDM光纤网络，并为测试产品提供了一个虚拟的光网络环境。
- OPNET开发包（ODK，OPNET Development Kit）和NetBizODK是一个更底层的开发平台，其中ODK为开发时环境，NetBiz为运行时环境，可以用于设计用户自定义的解决方案，定制用户的界面，并且ODK提供了大量的函数，用于网络优化和规划。



2.1.3 OPNET的客户群：

- 大型通信设备制造商（如3Com、Cisco、Nortel Network、Lucent）
- 大中型企业（如BOEING、Daimler、Benz等）
- 电信运营商（如AT&T、NTT DoCoMo、France Telecom等）
- 军方和政府方的研发机构
- 大专院校



2.2.1 OPNET Modeler 的主要特性（1）：

- 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。
- 简单明了的建模方法。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，在网络层次中将这此设备互连组成网络。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。
- 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。
- 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。

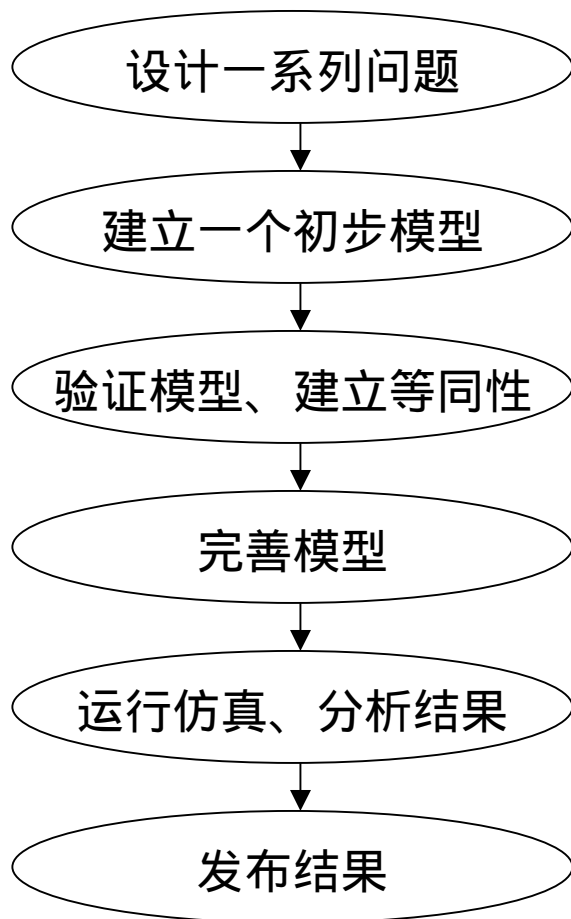


2.2.1 OPNET Modeler 的主要特性（2）：

- 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。
- 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。
- 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。
- 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。
- 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）。另外，OPNET在Windows平台下还支持和编程语言VC的联合调试。



2.2.2 OPNET Modeler建模



➤确定模型需要解决的问题

➤创建原始模型，原始模型不需要特别完善，只要能回答一些问题即可

➤验证模型，以获得一定的“等同性”

➤增强模型，对模型作出修改，以解答未来的问题。

➤设置仿真参数以及条件，运行仿真，查看并分析结果

➤发布结果



2.2.3 OPNET Modeler进行仿真的流程：

- 理解系统
- 理解仿真的目的
- 选择需要的建模的方面
- 定义输入和输出
- 确定系统模型
- 确定输出，运行仿真
- 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



2.2.4 OPNET Modeler三层建模机制

OPNET中的建模工作在3种不同的环境中完成，这3种环境也称为3个域。这种建模方法与使用单一层次对系统中的所有层面进行建模的绝大多数建模方法不同。

OPNET建模域的功能：

建 模 域	功能
网络域	从高层设备（即节点和通讯链路）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
进程域	对系统内节点所含进程的行为进行规范，包括决策进程和算法



2.3 OPNET实例仿真

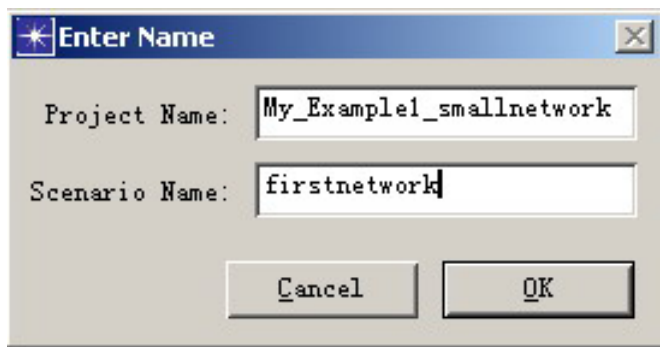
小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

题目：有一个公司的内部网络，共有30台终端，采用星型拓扑结构，并有一台服务器。现要添加另一个星型拓扑结构（15终端）的局域网与原局域网相连。现在想知道新添加的局域网带来增加的负载是否会使网络性能下降很多，以致不能网络正常运行。

此例子采用的是OPNET Modeler里面的项目编辑器进行仿真分析的。通过分析服务器的负载和整个网络的延迟情况得出分析结论。

2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

步骤：打开OPNET软件——单击File菜单下的New——出现下拉菜单，选择Project（项目编辑器），单击OK。则出现以下画面的弹出式窗体：分别命名如下：



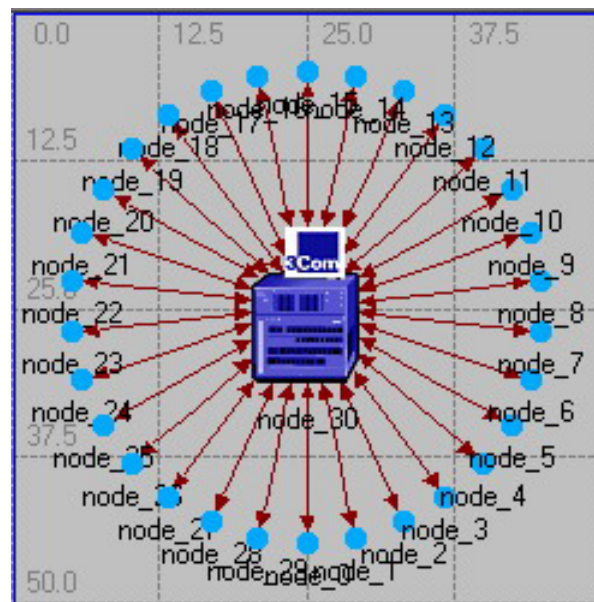
单击OK，在以后的参数选择中分别选择如下参数：

- Initial Topology：默认选择
- Choose Network Scale：Office
- Specify Size：默认选择
- Select Technologies：包括Sm_Int_Model_List

单击OK确定

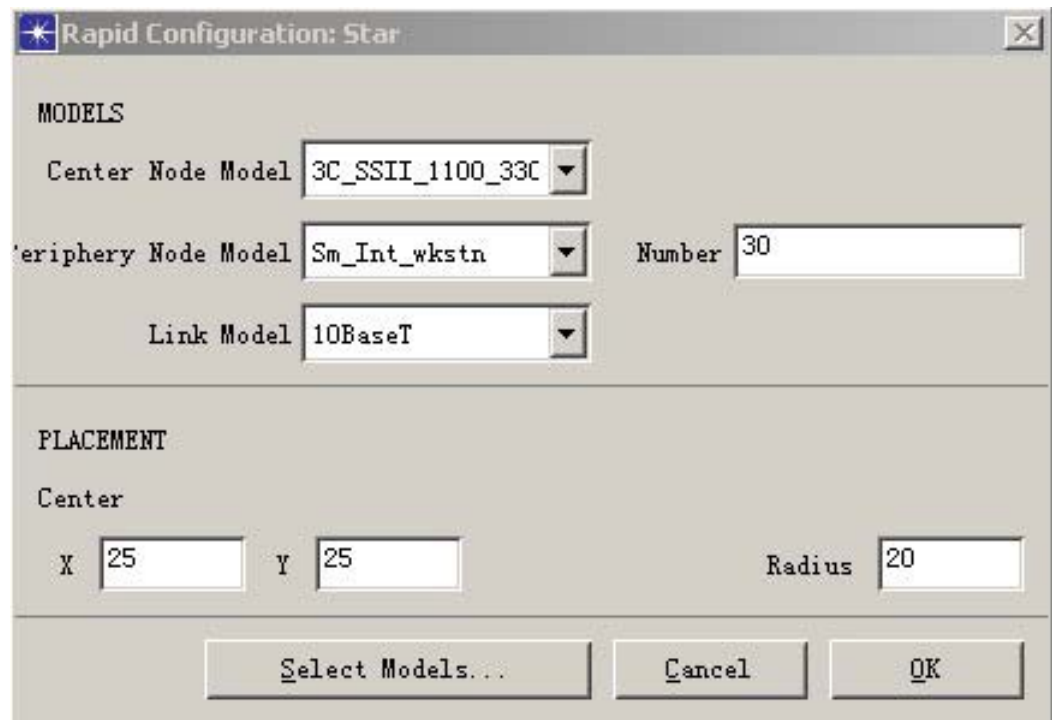
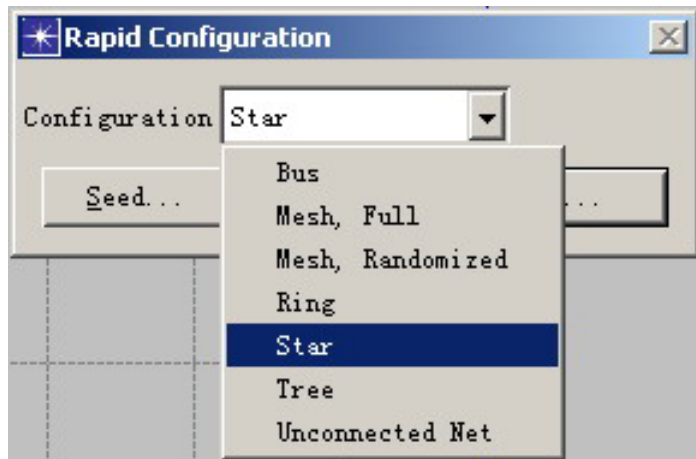
2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

设置好相应的参数以后，单击OK，出现以下画面：



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

选择菜单Topology（拓扑）下的Rapid Configuration后选择star（星型拓扑），出现以下画面，并设置相应的参数：

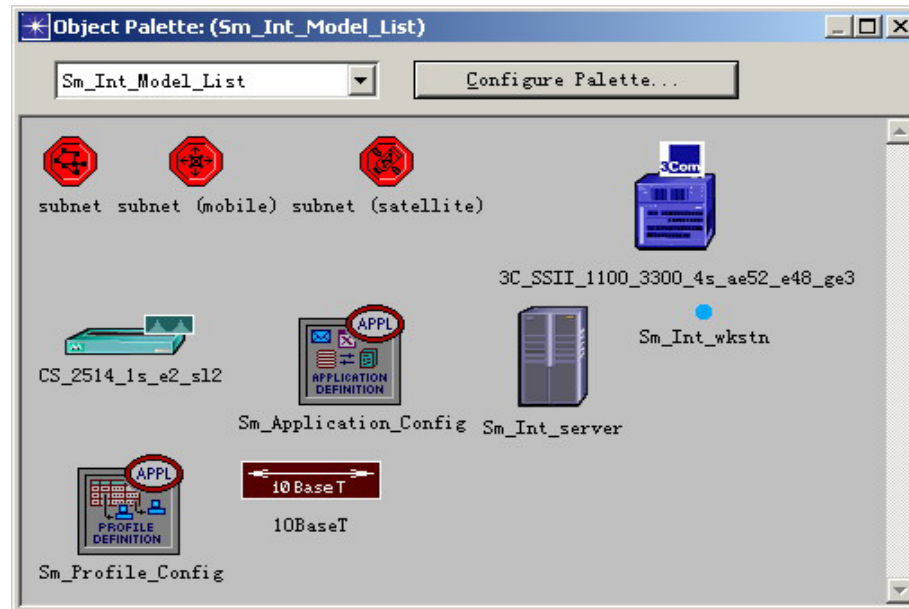


2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

下一步添加服务器，在Object Palette上选择Sm_Int_server，放在工作面板上，如果Object Palette没有打开，通过单击快捷面板上的图标打开Object Palette（下图中画红圈的那个图标）



Object Palette面板
如图所示





2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

在放置好服务器后，单击右键结束放置。然后用10BaseT连接服务器和交换机。最后为了指定网络上存在的通讯量我们需要添加配置对象。OPNET已经预先定义了较轻的E-Mail和较重的Web浏览应用Profile。

在Object Palette上找到Sm_Application_Config并放到工作面板上，单击右键结束。

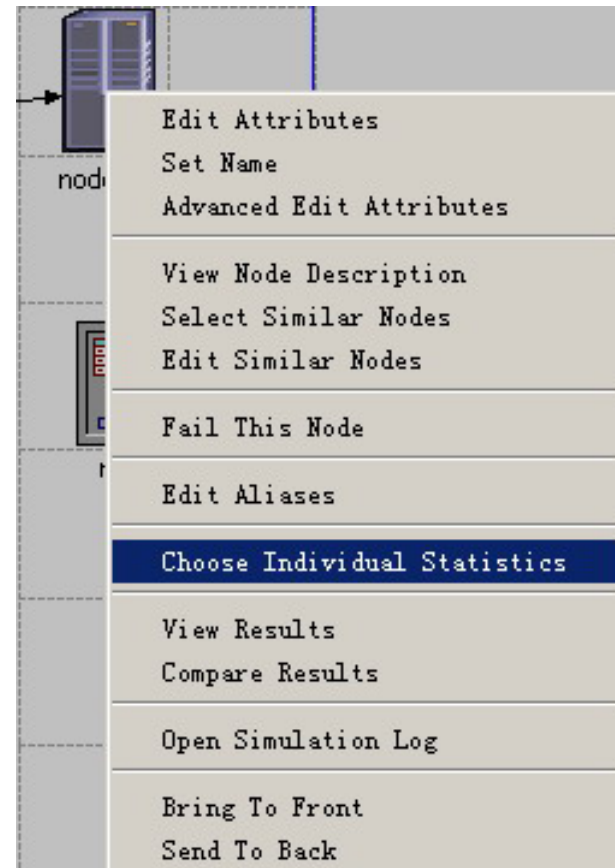
在Object Palette上找到Sm_Profile_Config并放到工作面板上，单击右键结束。

做完以上工作以后工作面板上出现下张幻灯片的图案：

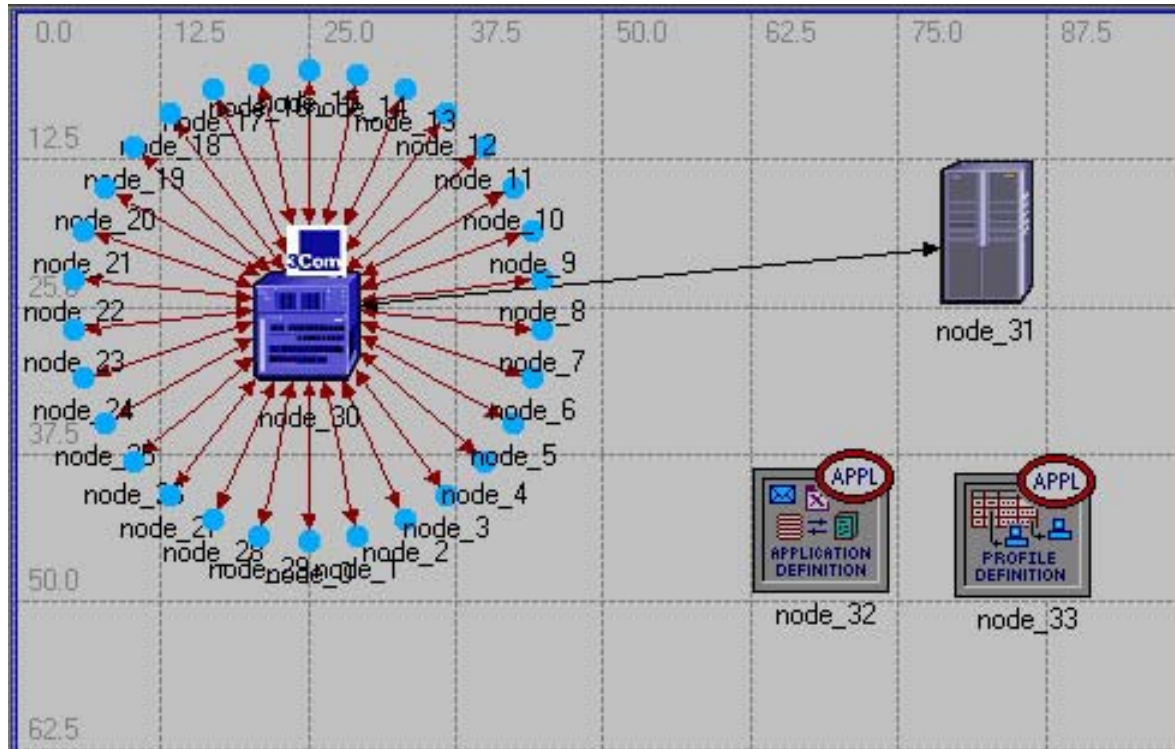
2.3小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

收集统计量：

在服务器（节点31）上单击右键
选择Choose Individual Statistics，
如图所示：

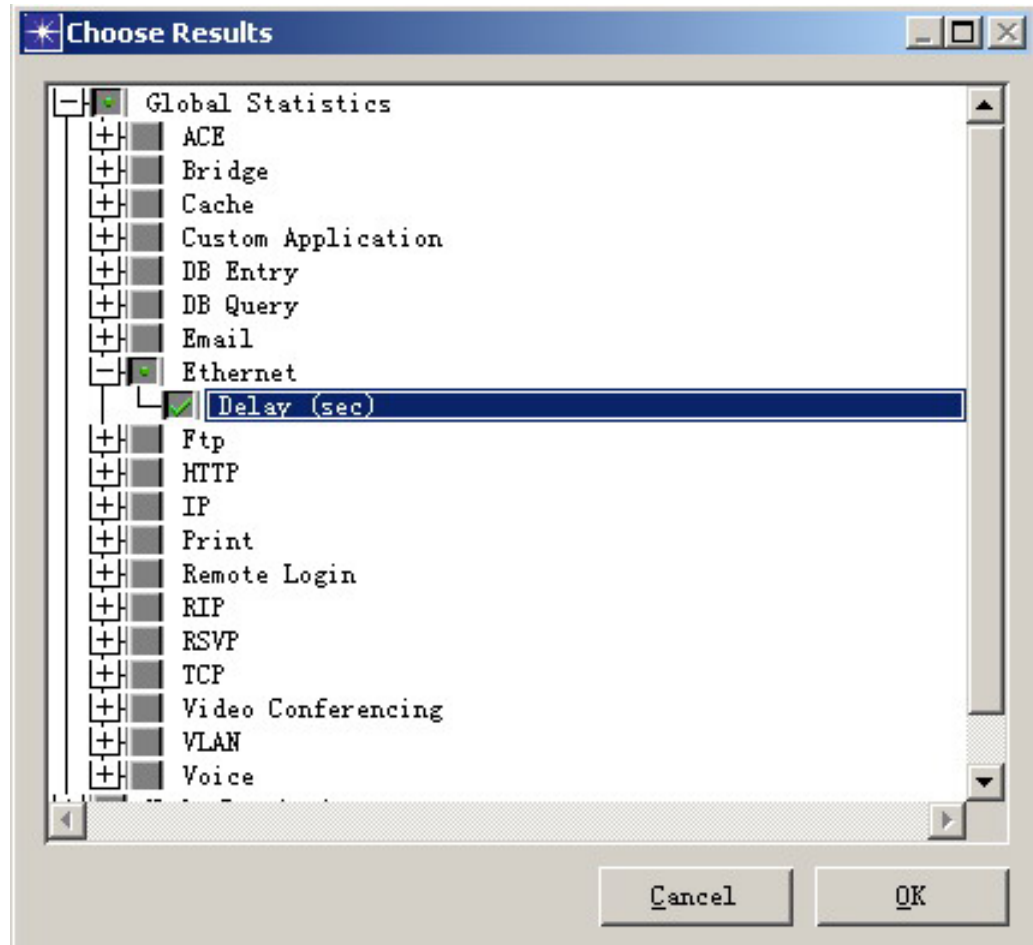


2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

Global statistics用来把整个网络作为一个整体收集数据。例如，本例中所要收集的 overall delay 统计。在工作面板上单击右键，从弹出菜单选择 **Choose Individual Statistics**，然后选择如图中选项。

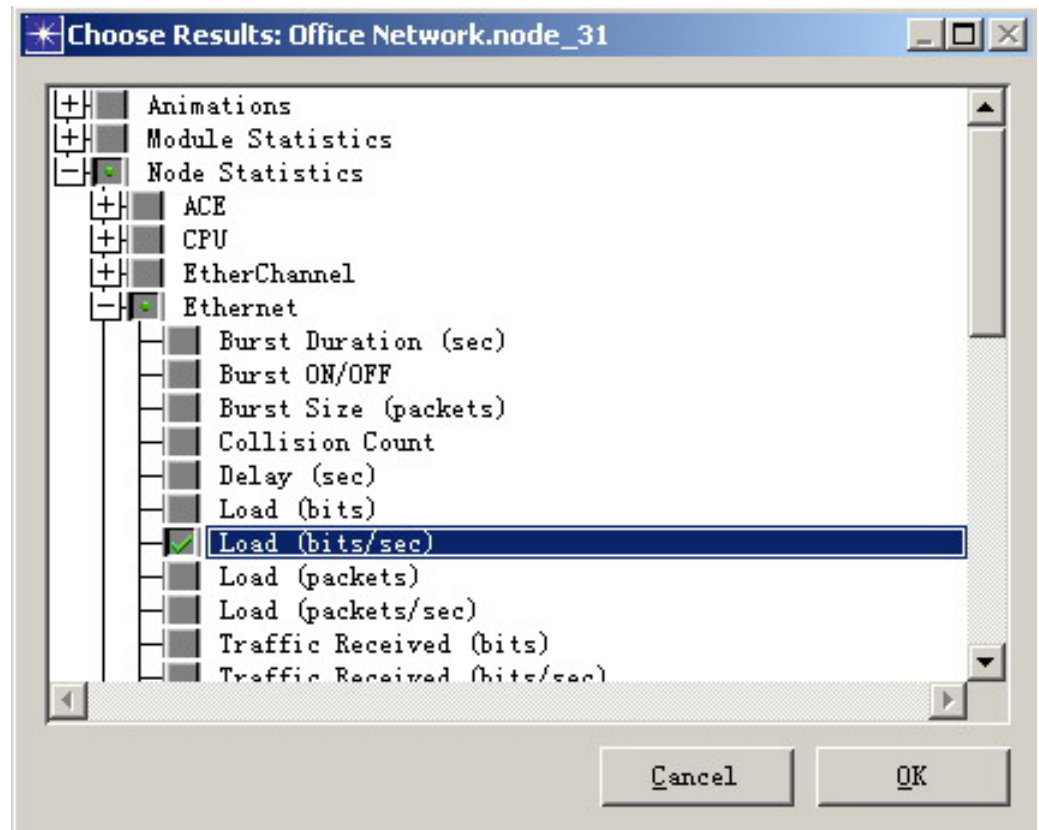


2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

选择Node Statistics再
选择Ethernet下的Load
(bits/sec)

如图所示：

然后单击OK确定。



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

运行仿真：

在Simulation菜单下
选择Configure
Simulation并改动其
中的Duration为0.5，
其他不变，然后单
击Run运行仿真。如
果所示

Duration: 0.5 hour (s)

Values Per Statistic: 100

Seed: 128

☐ Parallel Simulation: 1 Processors

☐ Use TMM

Simulation Attributes:

Attribute	Value
ARP Sim Efficiency	Enabled
Background Traffic Start D	30
IGMP Sim Efficiency	Enabled
IP Dynamic Routing Protoco	Default
IP Interface Addressing Mo	Auto Addressed
IP Routing Table Export/Im	Not Used
RIP Sim Efficiency	Enabled
RIP Stop Time	65

☐ Generate web report Details...

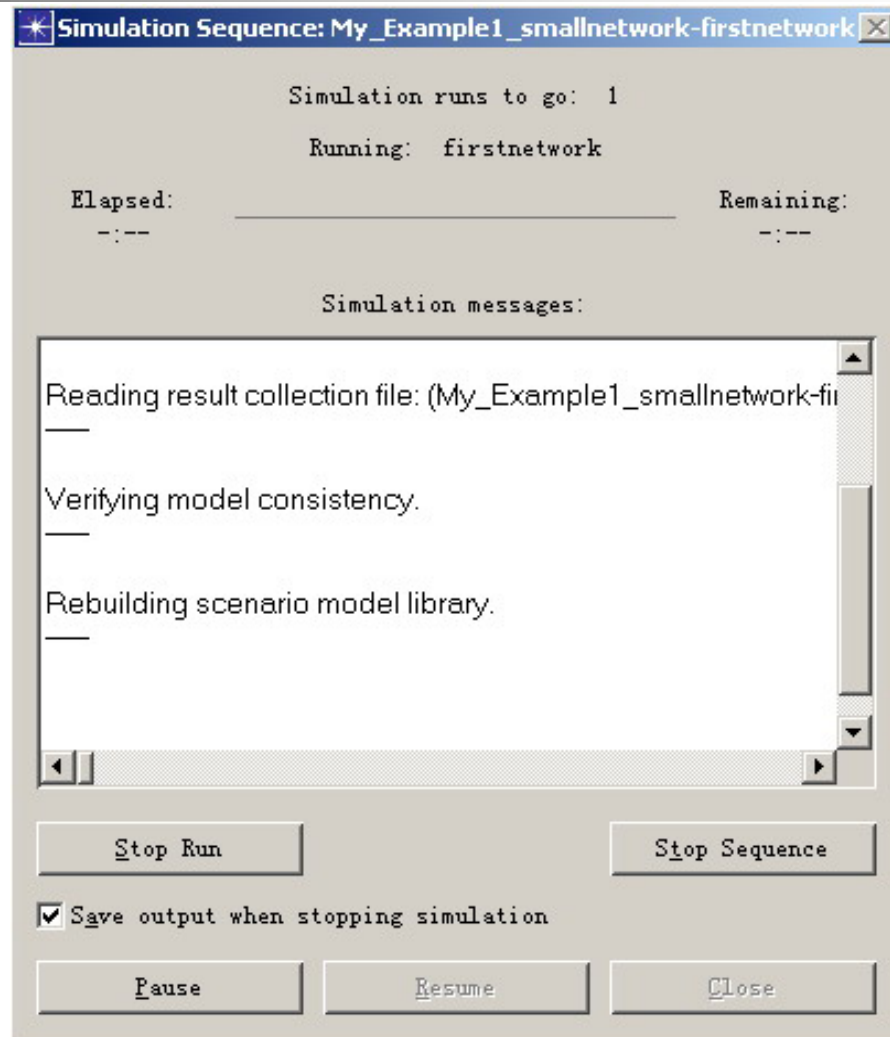
Declare External Files... Date/Time...

Cancel Run OK

2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

仿真运行的时候出现如图的弹出式提示框，整个仿真结束后，会听到“嘟”的一声，Close键由禁用状态恢复到常态。

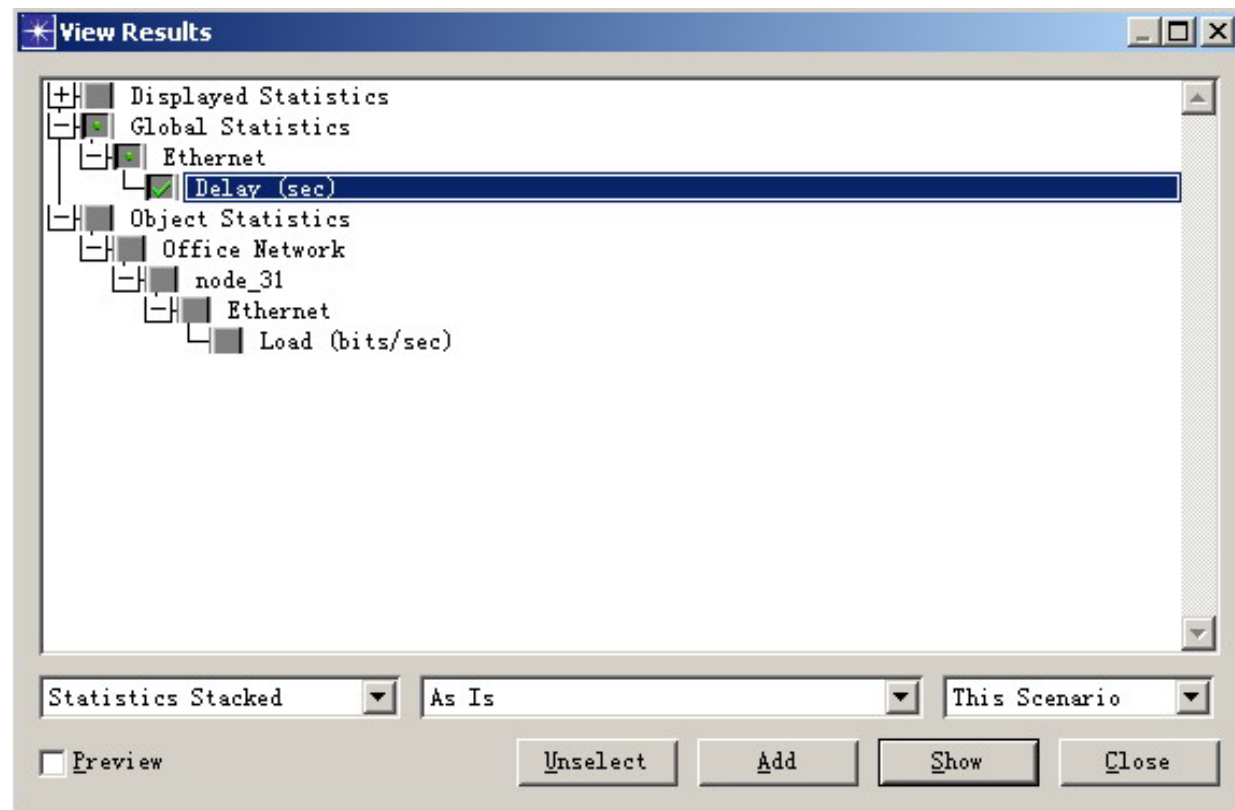
单击Close关闭仿真窗口。



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

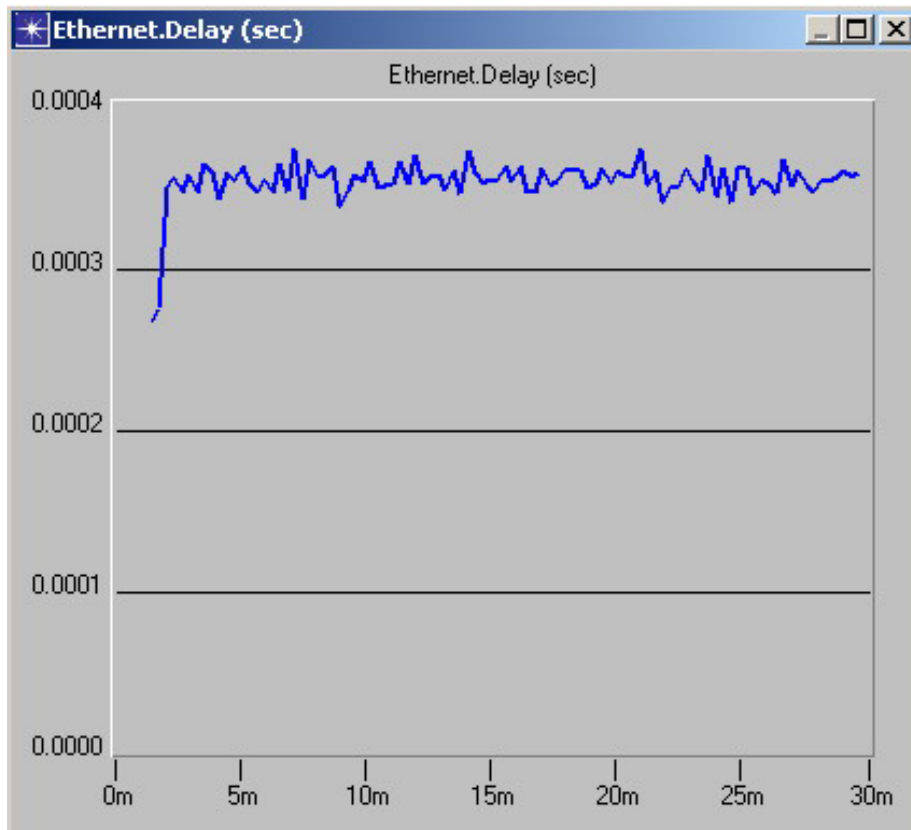
观看仿真结果：

在工作面板上单击右键，选择 View Results，出现如图所示的画面，分别选择要查看的结果，在后面一页两图分别显示得到的结果。

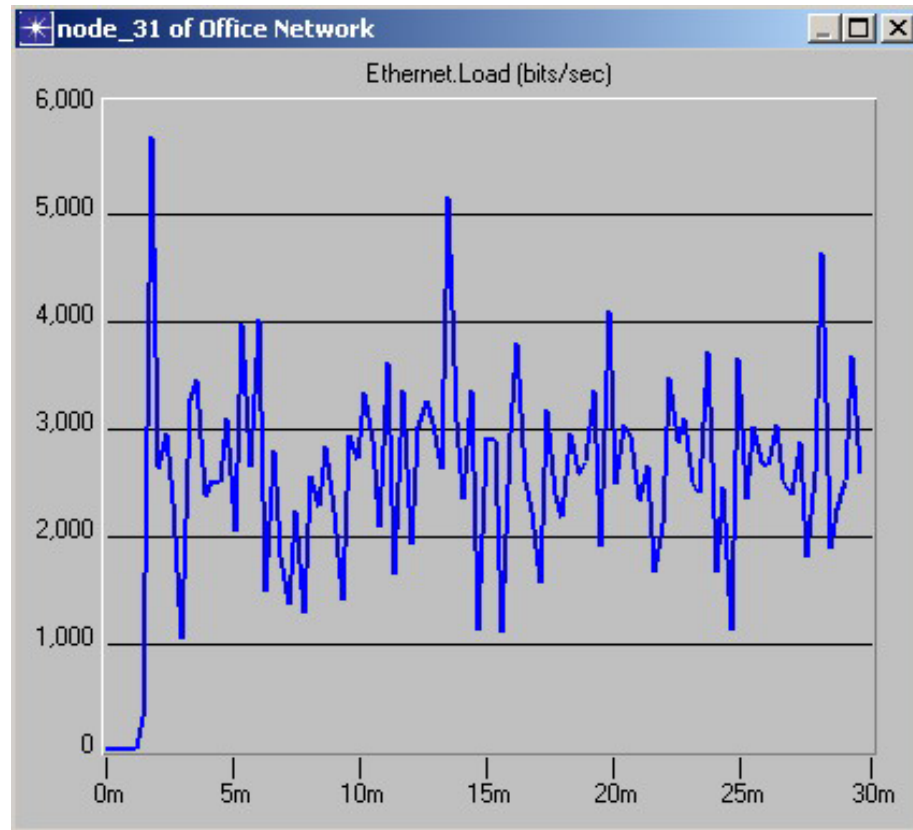


2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

网络延迟仿真结果

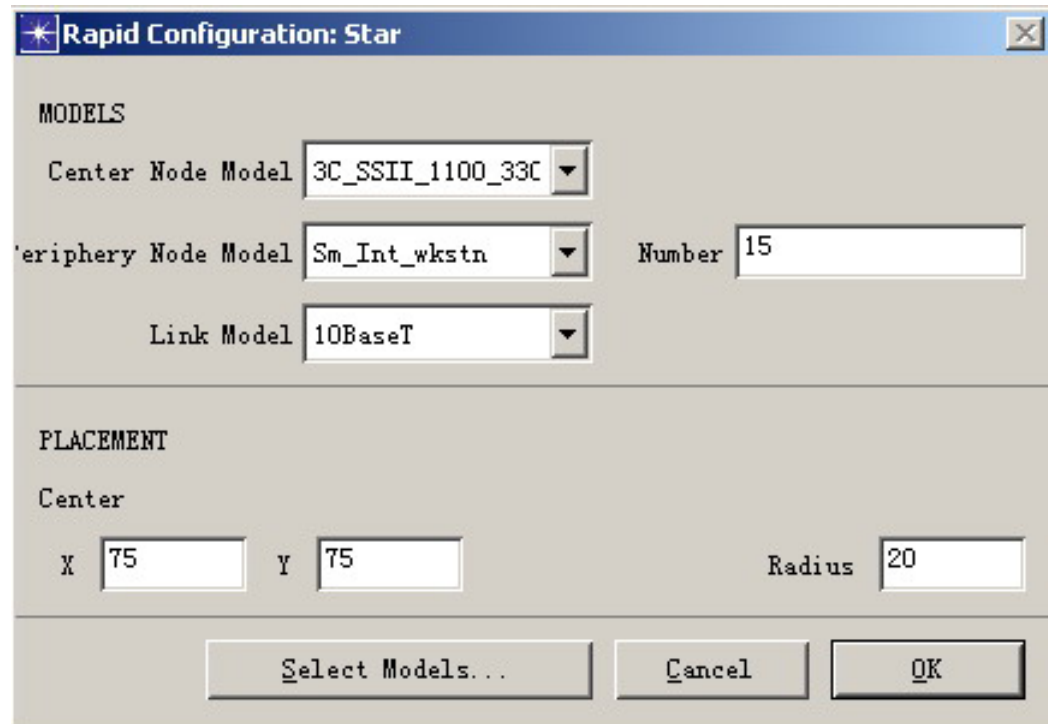


服务器负载仿真结果



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

在Scenarios菜单中选择Duplicate Scenario...复制Scenario，单击OK。然后在Topology菜单下选择Rapid Configuration后选择star（星型拓扑），单击OK并设置如图所示的参数。



The image shows a dialog box titled "Rapid Configuration: Star". It is divided into two main sections: "MODELS" and "PLACEMENT".

MODELS Section:

- Center Node Model:** A dropdown menu showing "3C_SSII_1100_33C".
- Periphery Node Model:** A dropdown menu showing "Sm_Int_wkstn".
- Link Model:** A dropdown menu showing "10BaseT".
- Number:** A text input field containing the value "15".

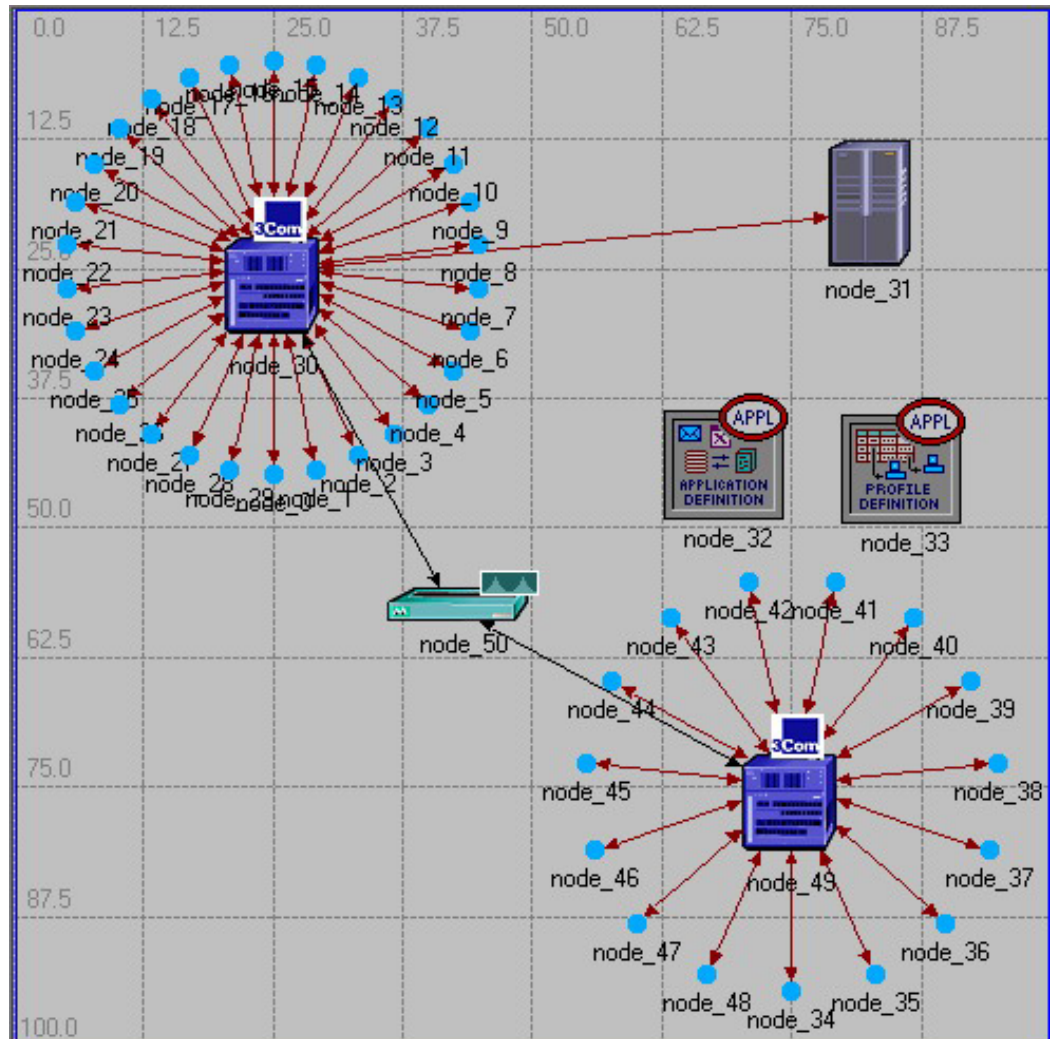
PLACEMENT Section:

- Center:** A sub-section with three input fields:
 - X:** A text input field containing "75".
 - Y:** A text input field containing "75".
 - Radius:** A text input field containing "20".

Buttons: At the bottom of the dialog, there are three buttons: "Select Models...", "Cancel", and "OK".

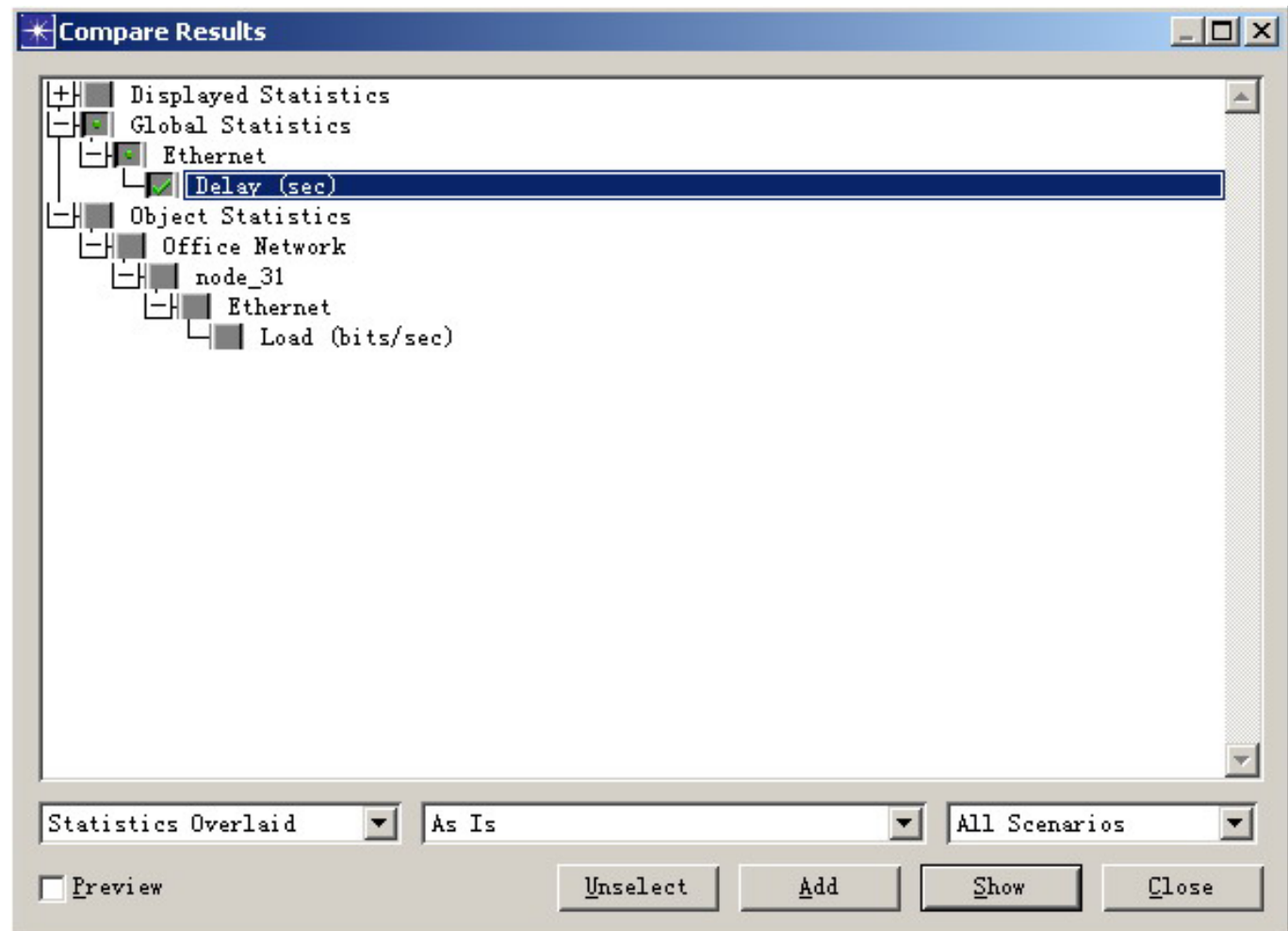
2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

在Object Palette面板
上选择
CS_2514_1s_e2_s12路
由器，并将两个网络的
交换机和路由器用
10BaseT连接起来，连
接后如图所示：



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

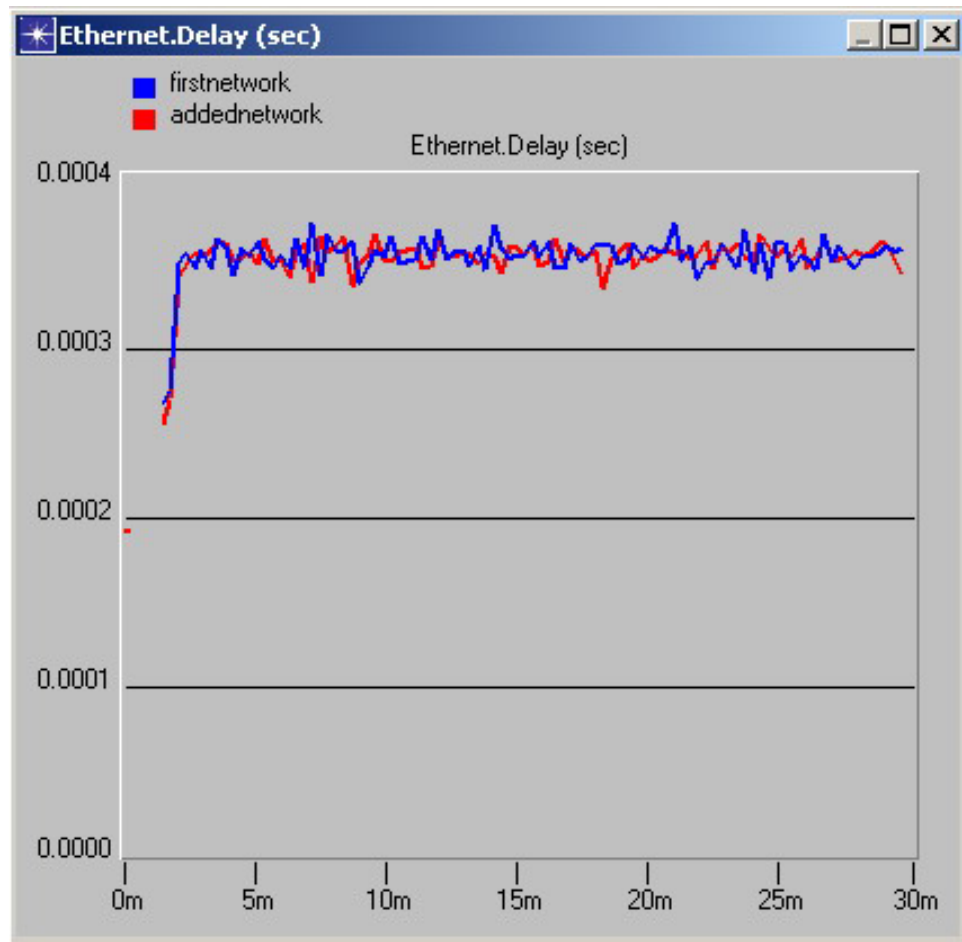
用前面讲过的方法运行仿真。仿真过后关闭仿真窗体。在工作面板上单击右键，在弹出菜单上选择 **Compare Results**。弹出如图所示窗体：



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

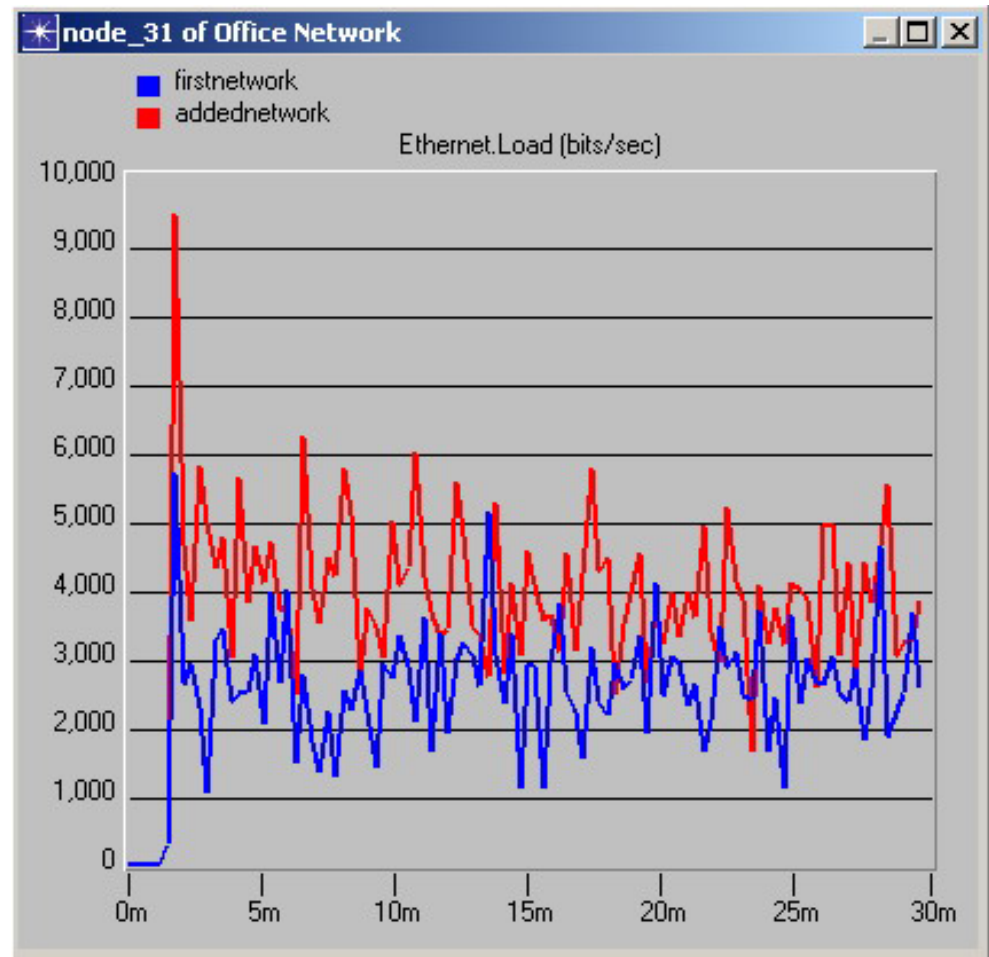
分别选择上图中的Delay和Load，并单击show，显示增加15个节点的局域网前后的网络延迟和服务器负载的仿真结果对比图：

网络延迟对比图



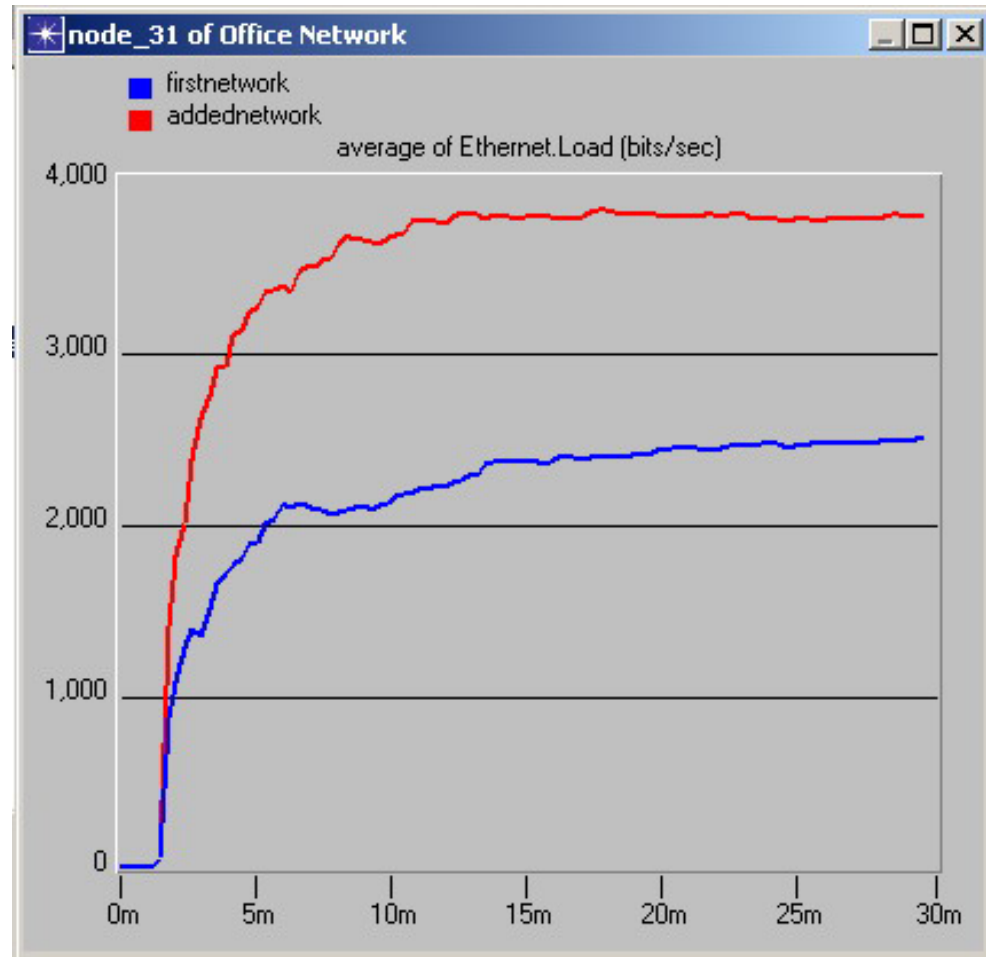
2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

服务器负载前后对比图。



2.3 小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

也可以选择average
（平均）负载来观察结果。

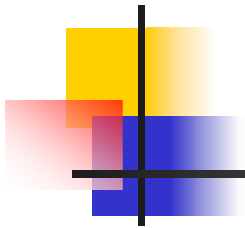




2.3小型内部网络性能分析（项目编辑器应用）

结论：

- 由上面两图可以看出，在网络延迟方面，增加小局域网前后，网络延迟没有明显的变化。
- 对于服务器负载来说有了明显的增加，但是并不是急剧的增加，因此可以推断，增加小的局域网后，网络还是稳定的。



谢谢!