

普通高等学校网络工程专业规划教材

计算机网络仿真技术

王建平 李怡菲 主编
陈伟 主审



清华大学出版社

普通高等学校网络工程专业规划教材

计算机网络仿真技术

王建平 李怡菲 主编
杜玉红 孙文新 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书是在 Packet Tracer 下构建计算机网络仿真的实训教程,全书分为 10 章,详细地阐述了基于 Packet Tracer 构建计算机网络仿真的基本过程。本书内容涵盖 Packet Tracer 计算机仿真概述、线缆和计算机的仿真、集线器及交换机的基本配置仿真、局域网及相关技术仿真、网络规划及路由器的配置仿真、常见路由协议的配置仿真、广域网及相关技术仿真、防火墙及相关技术仿真、常见服务器的配置仿真、无线网络技术的配置仿真。全书语言通俗易懂,体系结构完整,内容丰富翔实,图文并茂,突出了实用性。每章末尾附有相关实验习题,便于读者巩固知识点。

本书可以作为高等学校计算机及信息技术相关专业,网络工程相关课程的教学用书,也可以作为网络培训或工程技术人员的自学参考读物。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

计算机网络仿真技术/王建平,李怡菲主编. —北京:清华大学出版社,2013.1

普通高等学校网络工程专业规划教材

ISBN 978-7-302-30472-2

I. ①计… II. ①王… ②李… III. ①计算机网络—计算机仿真—高等学校—教材 IV. ①TP393.01

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 250865 号

责任编辑:袁勤勇 顾 冰

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.5

字 数:476 千字

版 次:2013 年 1 月第 1 版

印 次:2013 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:34.50 元

产品编号:046888-01

前 言

面向社会培养实用性人才战略计划成为当前高等教育教学改革的重要内容。2008年9月,教育部教高函〔2008〕21号^①文件中明确指出建设高等学校特色专业,要大力加强课程体系和教材建设,改革人才培养方案,强化实践教学。目前,国内很多高校都在开展复合型技能人才培养项目,实现校企联合、任务驱动等多种教学模式,给学生毕业就业创造了很好的条件。

为此,经过多方交流、探讨,我们制定了这套计算机网络实用工程系列教材的体系结构,组织了一批网络工程技术业内人士和长期在计算机网络工程一线教学的教师共同编写了本套教材。

本套计算机网络实用工程系列教材,以当前流行的网络工程技术为依托,结合市场上实用的系统平台、软硬件产品,采用任务驱动模式编写。教材组织中淘汰了已经过时的技术,精简理论教学内容,强化实践教学环节。

本书分为10章,详细地阐述了基于Packet Tracer构建计算机网络仿真的基本过程。内容涵盖Packet Tracer计算机仿真概述、线缆和计算机的仿真、集线器及交换机的基本配置仿真、局域网及相关技术仿真、网络规划及路由器的配置仿真、常见路由协议的配置仿真、广域网及相关技术仿真、防火墙及相关技术仿真、常见服务器的配置仿真以及无线网络技术的配置仿真。

全书语言通俗易懂,体系结构完整,内容丰富翔实,图文并茂,突出了实用性。每章末尾附有相关实验习题,便于读者巩固知识点。

本书由王建平、李怡菲任主编,杜玉红、孙文新任副主编,陈伟任主审。参加本书的编写人员有郭飞、史航、张燕和吴静莉。其中第1、2章由王建平和孙文新编写,第3~5章由郭飞和史航编写,第6~8章由李怡菲和张燕编写,第9、10章由杜玉红和吴静莉编写,全书由王建平统稿。

本书在编写过程中得到武汉理工大学、中原工学院和河南科技学院相关领

^① 教育部财政部关于批准第三批高等学校特色专业建设点的通知。

FOREWORD

导的大力支持,武汉理工大学自动化学院院长陈伟^①教授在百忙之中担任了本书的主审任务,并对全书的体系结构提出了宝贵意见,清华大学出版社的员工为本书的编辑出版做了大量工作,在此一并致以衷心的感谢。由于时间仓促,加之编者水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2012 年 10 月

^① 陈伟,男,1963年生,博士,教授、博士生导师,中国电子学会高级会员,教育部青年骨干教师资助计划项目获得者,交通部跨世纪青年骨干教师培养对象,IEEE武汉分会 Educational and Professional Activities Chair,交通部通信导航标准化技术委员会委员,中国航海学会通信导航学术委员会委员,中国航海学会内河船舶驾驶专业委员会委员。

目 录

第 1 章 计算机网络仿真概述	1
1.1 概述	1
1.1.1 计算机网络仿真的意义	1
1.1.2 常用计算机网络仿真软件	1
1.2 Packet Tracer 概述	3
1.2.1 Packet Tracer 的安装	3
1.2.2 Packet Tracer 的主要模块介绍	4
1.2.3 Packet Tracer 仿真文件的保存与拓扑打印	6
1.2.4 Packet Tracer 的两种使用模式	7
1.3 Packet Tracer 仿真的基本步骤与注意事项	10
1.3.1 Packet Tracer 仿真的基本步骤	10
1.3.2 Packet Tracer 仿真注意事项	11
实验习题	13
第 2 章 线缆和计算机的仿真	14
2.1 线缆仿真	14
2.1.1 双绞线的仿真	14
2.1.2 同轴电缆的仿真	15
2.1.3 光纤线缆的仿真	16
2.1.4 电话线的仿真	16
2.1.5 终端配置线的仿真	16
2.1.6 串口线的仿真	17
2.2 计算机仿真	17
2.2.1 计算机设备的添加	17
2.2.2 相关资源的仿真配置	20
2.2.3 桌面项	22
2.3 简单双机互联的仿真	26

CONTENTS

2.3.1 基于交叉双绞线的互联	26
2.3.2 基于光纤的互联	27
实验习题	27
第3章 集线器及交换机的基本配置仿真	28
3.1 Packet Tracer 中的集线器	28
3.2 交换机概述	28
3.2.1 交换机的类型	29
3.2.2 Packet Tracer 中的交换机	29
3.2.3 Packet Tracer 中交换机模块的添加	29
3.3 交换机的配置途径和配置模式仿真	30
3.3.1 Packet Tracer 下交换机的配置途径	30
3.3.2 Packet Tracer 下交换机的配置模式	36
3.4 基于会话方式的基本配置仿真	40
3.5 基于命令行的基本配置仿真	44
3.6 show 命令的基本使用	55
3.7 交换机的端口配置仿真	57
3.7.1 端口的基本配置仿真	57
3.7.2 端口聚合的配置仿真	60
实验习题	62
第4章 局域网及相关技术仿真	63
4.1 局域网概述	63
4.1.1 局域网的基本概念	63
4.1.2 局域网规划原则	65
4.1.3 局域网仿真的基本规划	66
4.2 Packet Tracer 下共享式局域网的仿真	66
4.3 交换式局域网的仿真	69
4.4 单交换机上 VLAN 的仿真	70
4.4.1 VLAN 的基本概念	70
4.4.2 基于端口的 VLAN 划分仿真	71

CONTENTS

4.5	跨交换机的 VLAN 仿真	75
4.5.1	原始配置方式仿真	75
4.5.2	VLAN Trunk 技术概述	78
4.5.3	VTP 技术及其仿真	78
4.5.4	配置 Trunk 和封装方法	80
4.5.5	Trunk 链路管理	81
4.5.6	VLAN Trunk 配置仿真	84
4.6	VLAN 间通信的仿真	87
4.6.1	基于三层交换机实现 VLAN 间通信	87
4.6.2	基于单臂路由实现 VLAN 间通信	92
4.7	生成树协议与基本仿真	94
4.7.1	生成树协议概述	94
4.7.2	生成树协议的基本配置仿真	96
4.7.3	VLAN 负载均衡的配置仿真	99
	实验习题	102
第 5 章	网络规划及路由器的配置仿真	104
5.1	网络规划概述	104
5.1.1	网络层次的规划	104
5.1.2	网络拓扑的规划	105
5.1.3	IP 地址规划	106
5.1.4	网络安全的规划	108
5.2	路由与路由器的基本概念	110
5.2.1	路由的基本概念	110
5.2.2	路由器的基本功能和工作原理	110
5.3	Packet Tracer 路由器的基本配置仿真	111
5.3.1	路由器的配置途径	111
5.3.2	路由器的基本配置仿真	117
	实验习题	124
第 6 章	常见路由协议的配置仿真	125
6.1	路由协议概述	125

CONTENTS

6.2	静态路由协议的配置仿真	126
6.2.1	静态路由的基本概念	126
6.2.2	静态路由配置仿真	126
6.3	RIP 动态路由协议的配置仿真	130
6.3.1	RIP 协议概述	131
6.3.2	RIP 协议配置仿真	132
6.4	OSPF 动态路由协议的配置仿真	135
6.4.1	OSPF 协议概述	135
6.4.2	OSPF 单区域配置仿真	139
6.4.3	OSPF 多区域配置仿真	144
6.5	EIGRP 动态路由协议的仿真	149
6.5.1	EIGRP 协议概述	149
6.5.2	EIGRP 路由协议的配置仿真	151
6.6	BGP 动态路由协议的仿真	155
6.6.1	BGP 概述	155
6.6.2	BGP 路由协议的配置仿真	156
6.7	浮动静态路由协议的仿真	158
	实验习题	161
第 7 章	广域网及相关技术仿真	162
7.1	广域网概述	162
7.2	帧中继协议	162
7.2.1	帧中继的概述	162
7.2.2	帧中继的配置仿真	164
7.3	PPP 协议的配置仿真	172
7.3.1	PPP 协议概述	172
7.3.2	PPP 协议的配置仿真	173
7.4	HDLC 协议的配置仿真	178
7.4.1	HDLC 协议概述	178
7.4.2	HDLC 协议的配置仿真	179
7.5	PPPoE 协议的配置仿真	180

CONTENTS

7.5.1	PPPoE 协议概述	180
7.5.2	模拟 ADSL 拨号的 PPPoE 配置仿真	181
实验习题		186
第 8 章 防火墙及相关技术仿真		188
8.1	防火墙概述	188
8.1.1	防火墙的基本概念	188
8.1.2	防火墙的体系结构	189
8.2	访问控制列表的仿真	191
8.2.1	访问控制列表概述	191
8.2.2	标准 IP 访问列表的配置仿真	192
8.2.3	扩展 IP 访问列表的配置仿真	196
8.2.4	命名访问列表配置仿真	198
8.3	NAT 网络地址转换配置仿真	200
8.3.1	NAT 概述	200
8.3.2	静态 NAT 配置仿真	202
8.3.3	动态 NAT 配置仿真	204
8.3.4	端口 NAT 配置仿真	206
实验习题		209
第 9 章 常见服务器的配置仿真		210
9.1	服务器的基本概念	210
9.2	Web 服务器	211
9.2.1	Web 服务器的基本概念	211
9.2.2	Web 服务器的仿真配置实例	211
9.3	FTP 服务器	217
9.3.1	FTP 服务器的基本概念	217
9.3.2	FTP 服务器的仿真配置实例	217
9.4	DNS 服务器	223
9.4.1	DNS 服务器的基本概念	223
9.4.2	企业内部 DNS 服务器构建实例	224

CONTENTS

9.4.3	外部网络 DNS 服务器构建实例	229
9.5	E-mail 邮件服务器	236
9.5.1	邮件服务的基本概念	236
9.5.2	E-mail 邮件服务器的仿真配置实例	237
9.6	DHCP 服务器	243
9.6.1	DHCP 服务器的基本概念	243
9.6.2	企业内部 DHCP 服务器的仿真配置实例	244
9.6.3	基于子网的 DHCP 服务器的仿真配置实例	245
9.6.4	DHCP 服务器的中继配置	249
	实验习题	253
第 10 章	无线网络技术仿真	255
10.1	无线网络的基本概念	255
10.1.1	按范围划分的无线网络	255
10.1.2	无线网络相关技术标准	257
10.2	无线网络相关设备与仿真	259
10.2.1	无线网卡及其仿真	259
10.2.2	无线 AP	262
10.2.3	无线路由器	265
10.3	基于无线 AP 的局域网组网仿真	269
10.3.1	基于单个无线 AP 的局域网仿真	269
10.3.2	多无线 AP 网络的无线 VLAN 仿真	274
10.3.3	基于无线 AP+路由器连接到外部网络	280
10.4	基于无线路由器的网络仿真	285
10.4.1	无线路由器的基本配置	286
10.4.2	无线路由器的高级设置	289
10.4.3	无线路由器的 PPPoE 设置	292
10.5	Packet Tracer 中相关路由器的无线模块添加	294
	实验习题	299
	参考文献	301

第1章 计算机网络仿真概述

本章主要讲述如下知识点：

- 计算机网络仿真的基本概念和常见软件；
- Packet Tracer 的安装和相关模块；
- Packet Tracer 仿真文件的保存和打印；
- Packet Tracer 的使用模式；
- Packet Tracer 的仿真步骤；
- Packet Tracer 的仿真注意事项。

1.1 概述

仿真是指通过相关的软件,基于某种方法构建模型实现对实际系统进行实验性研究的过程。

1.1.1 计算机网络仿真的意义

仿真是进行实际系统操控前最真实而有效的模拟过程。由于计算机网络的复杂性,在单纯的实验室环境下要构建能模拟相关实际网络系统基本上是不可行的。一方面,实际网络的复杂性在当前的实验性环境下不能立即构建完成,实验设备和成本等都达不到要求。计算机网络的组网是一项系统工程,并且变化多样,为此要构建所有实际的网络模型或者环境来供学习是不可能的。另一方面,计算机网络对设备和技术的需求是多样性的,为此,要在构建实际的网络之前进行有效的网络仿真是保证实际网络构建的前提。

作为实际计算机网络课程,要为学生提供可靠、真实而较为廉价的实验环境,基于计算机网络仿真环境是最为有效的手段。基于计算机网络的仿真可以减少实验资源的投资,在当前计算机环境下构建灵活多样的计算机网络模型。

1.1.2 常用计算机网络仿真软件

计算机网络仿真软件主要分为性能协议分析类仿真软件和网络应用仿真类软件。

1. 性能和协议分析类仿真软件

该领域的仿真类软件主要实现网络的容量、性能等定量分析,用于实现相关网络协议和性能的测试。常见的软件包括如下几个。

(1) OPNET

OPNET 是一个网络仿真软件,它能够准确地分析复杂网络的性能和行为,在网络模型中的任意位置都可以插入标准的或用户指定的探头,以采集网络数据和进行统计。通过探头得到的仿真输出可采用图形化显示,数字方式观察或输出到第三方的软件包去。OPNET 由 ItDecisionGuru、Modeler 和 Modeler/Radio 三个模块嵌套组成。OPNET 能够为网络的

规划设计提供可靠的定量依据,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。

(2) NS2

NS2(Network Simulator version 2)是由 UC Berkeley 开发的一种面向对象的网络仿真器。NS2 可以用于仿真各种不同的 IP 网,已经实现的一些仿真包括网络传输协议 TCP 和 UDP;业务源流量产生器 FTP、Telnet、Web CBR 和 VBR;路由队列管理机制,如 DroPacket Tracerail、RED 和 CBQ;路由算法如 Dijkstra 等。NS2 也为进行局域网的仿真而实现了多播以及一些 MAC 子层协议。

(3) MATLAB

MATLAB 是矩阵实验室(Matrix Laboratory)的简称,是美国 MathWorks 公司出品的商业数学软件,用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境。采用 MATLAB 可以实现通信系统设计的仿真过程,通过 MATLAB 强大的编程功能可以构建相关的协议分析库来进行计算机网络相关协议和性能的测试仿真过程。

2. 网络应用仿真类软件

计算机网络应用类仿真软件指的是用于实现相关网络模拟的应用配置类仿真系统。目前常见的设备厂商都提供对应的计算机网络应用仿真类软件。这些软件提供了较为真实的实际网络设备模拟配置仿真环境,为实现实际网络组网提供了便利条件。

面向应用的计算机网络仿真类软件种类非常丰富,目前此类仿真软件主要以 Cisco 公司和 H3C 公司的产品为原型进行开发设计,这两个公司均设置有相关的网络认证项目。为此,部分教育类公司也参与设计了相关的仿真类软件,供参加认证类考试的学生使用。目前较为流行的软件包括如下几个。

(1) Router Visio

Router Visio 是华为公司出品的功能强大的网络设备仿真软件,基于该软件可以构建较为完善的华为网络仿真环境。该软件可以供参加 H3C 认证考试的学生使用,也可供使用华为网络设备的管理人员使用。

(2) Packet Tracer

Packet Tracer 是 Cisco 公司开发的功能强大的计算机网络仿真软件,它提供了线缆、交换机、路由器、计算机、服务器及相关的无线网络设备等非常全面的 Cisco 网络仿真设备。基于该模拟器可以构建较为全面的 Cisco 网络模型,它提供了非常真实的 Cisco 网络仿真环境。Cisco 的 CCNA、CCNP 相关认证考试项目可以基于该软件进行模拟。本书所有的内容都是围绕 Cisco 的 Packet Tracer 展开的。

(3) Dynamips

Dynamips 是由法国 UTC 大学 Christophe Fillot 开发的基于虚拟化技术的网络设备模拟器(Emulator),用于模拟 Cisco 的路由器。该模拟器支持 Cisco 的 3600 系列(包括 3620、3640、3660)、3700 系列(包括 3725、3745)和 2600 系列(包括 2610、2650XM、2691)路由器平台。和其他的仿真软件不同的是,Dynamips 使用真实的 Cisco IOS 操作系统,使得用户可以更加真实而灵活地掌握实际 Cisco 网络设备的配置和使用。

(4) Boson NetSim

Boson NetSim 是 Boson 公司推出的一款 Cisco 路由器、交换机模拟软件,主要用于模

拟 Cisco 的路由器和部分交换机。Boson NetSim 的命令和最新的 Cisco 的 IOS 保持一致。

1.2 Packet Tracer 概述

Cisco 是全球知名的网络设备厂商,基于 Cisco 公司的 Packet Tracer 可实现 Cisco 设备的真实仿真过程,这为构建计算机网络提供了便利。

1.2.1 Packet Tracer 的安装

Packet Tracer 的安装非常简单,双击安装文件,弹出如图 1-1 所示的窗口,按照软件安装向导的提示向下进行即可完成安装过程。



图 1-1 Packet Tracer 安装向导

安装完成后,运行的软件主界面如图 1-2 所示。

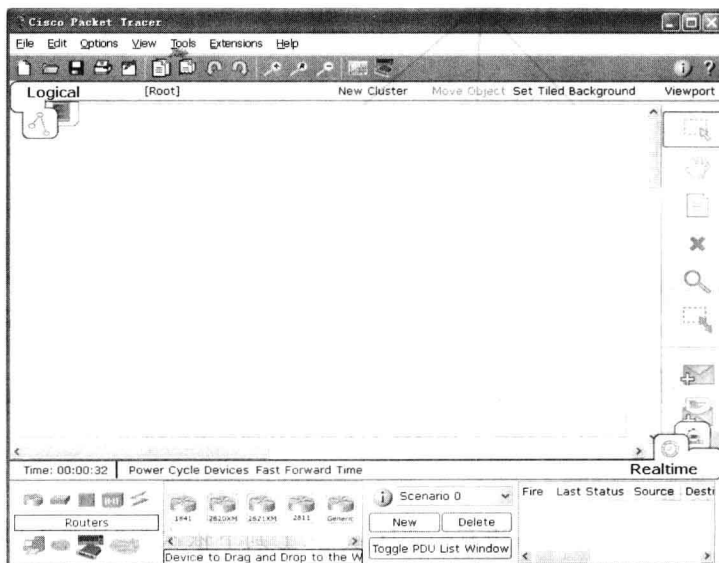


图 1-2 Packet Tracer 主界面

1.2.2 Packet Tracer 的主要模块介绍

打开如图 1-2 所示的 Packet Tracer 主界面后,可以看到 Packet Tracer 主要由如下几个模块构成。

1. 设备模块

在 Packet Tracer 主模块的左下角有一个如图 1-3 所示的区域,这个区域标示的是可以采用 Packet Tracer 进行计算机网络仿真的所有设备。在 Packet Tracer 中可以仿真使用的设备分为路由器、交换机、集线器,无线设备、线缆、终端设备、WAN 广域网模拟设备和多连接设备。每种设备按照型号又分为很多子类型,可供用户使用。用户只需要单击相应的设备类型,选择实际需要的型号将其拖入 Packet Tracer 的设计区域即可。

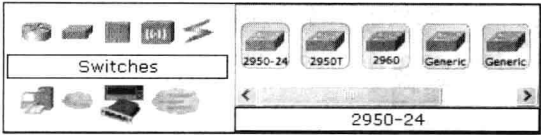


图 1-3 Packet Tracer 设备选区

注意：在 Packet Tracer 中,模拟不同的网络可能使用的设备型号不同,另外部分设备是固定的,不能进行相关硬件模块的添加和卸载。而部分设备可以进行相关硬件模块的添加和卸载过程。图 1-4 是采用一台 2950 交换机和三台 PC 实现简单局域网的一个模型。

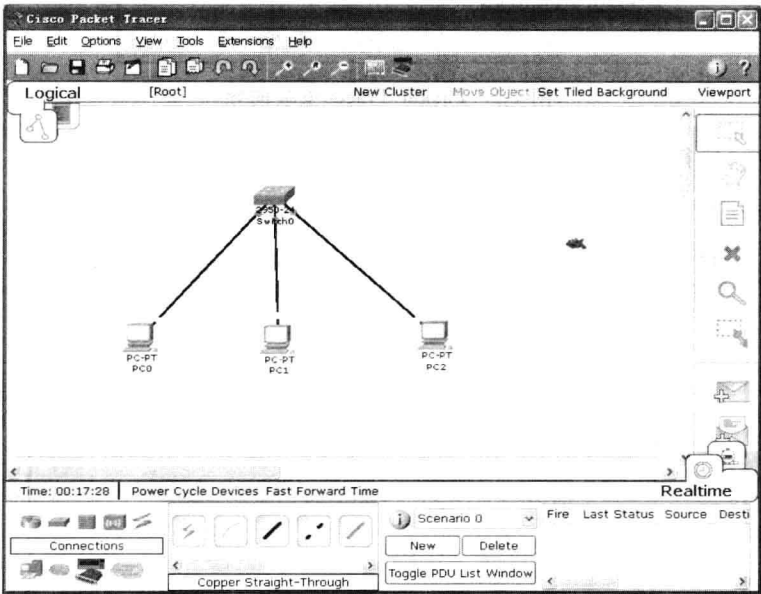


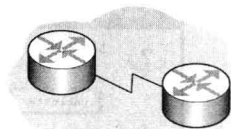
图 1-4 基于 Packet Tracer 设计的网络拓扑

2. 设备编辑区域

在 Packet Tracer 主窗口的右边有一个区域,从上到下依次为“选择”、“移动”、“标注批注信息”、“删除”和“核查”等几个相关的按钮。

(1) “选择”按钮.

“选择”按钮可以实现将构建的网络中的多个区域移入一个簇的过程,这主要用于在大规模网络中将区域显示缩小的过程。例如,可以把图 1-4 所示的拓扑采用选择按钮全选,单击 Packet Tracer 主窗口上的 New Cluster 命令按钮即可将上面的拓扑组合为如图 1-5 所示的显示。这对于大型网络中实现拓扑区域的缩小是非常有效的。



Cluster0

图 1-5 基于簇的显示

(2) “标注批注信息”按钮.

“标注批注信息”按钮可以方便地进行批注信息的添加。在网络构建中牵扯到多个网络设备及其相关端口的配置,为此可以采用该按钮在拓扑的对应位置批注相关的配置信息,以便后面进行相关设备的配置。另外,在将网络设备拖入 Packet Tracer 主窗口后,软件默认的将为设备提供名称,建议用户也修改该名称为指定的值,这样在后面网络配置中能清晰地识别设备。

图 1-6 构建的是一个相对较为复杂的基于 Coaxial(同轴电缆)线缆实现基于有线电视上网的网络拓扑,在这样的网络中,批注每个核心网络设备的相关配置信息就非常关键。

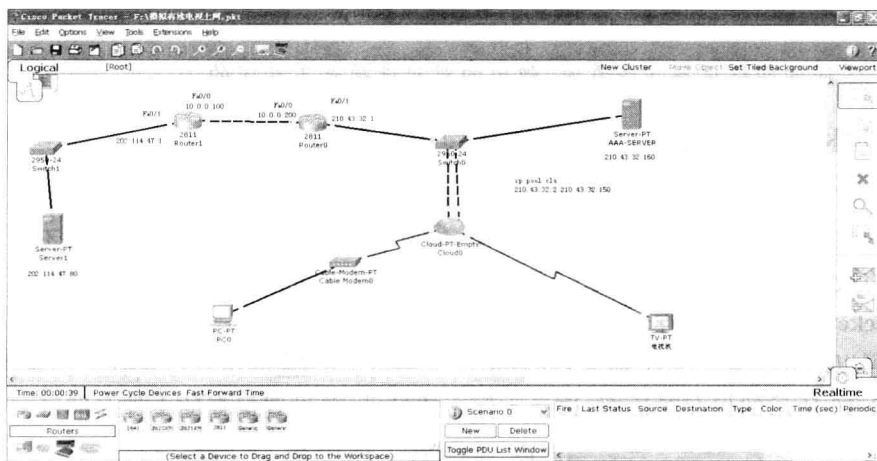


图 1-6 带标注的网络拓扑图

(3) “删除”按钮.

“删除”按钮可以将构建的网络中错误的设备或者线缆删除,或者将相关错误的批注信息删除。要进行删除时,单击“删除”按钮,移动到对应的设备、线缆或者批注信息上即可实现删除过程。另外,采用该按钮也可以删除采用“选择”按钮和“构建新簇”命令创建的新簇的过程。

把“删除”按钮移动到构建的簇上单击,弹出如图 1-7 所示的提示窗口,单击 Uncluster 按钮即可将设置组合的簇信息删除,还原原来的网络设备样式。单击 Delete Cluster 按钮将直接删除对应的簇设备。

(4) “核查”按钮.

“核查”按钮可以用于实现对相关设备的配置的查看过程。这将极大地方便用户查询网络设备的配置。例如在配置好的路由器上单击“核查”按钮,即可弹出如图 1-8 所示的菜单。

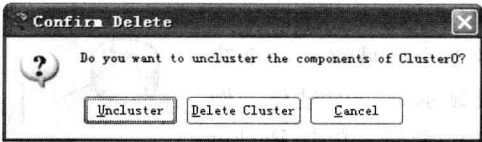


图 1-7 确认删除对话框

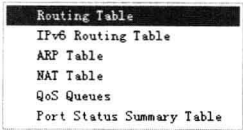


图 1-8 检查菜单

选择 Routing Table 命令即可弹出如图 1-9 所示的窗口,在该窗口中用户即可查看该路由器的相关路由表信息。

Type	Network	Port	Next Hop IP	Metric
C	10.0.0.0/8	FastEthernet0/0	---	0/0
C	210.43.32.0/24	FastEthernet0/1	---	0/0
R	130.0.0.0/16	FastEthernet0/0	10.0.0.100	120/1

图 1-9 查看路由表信息

注意：不同的网络设备在查看时,弹出的对应选项是不相同的。

1.2.3 Packet Tracer 仿真文件的保存与拓扑打印

Packet Tracer 仿真过程中必须要注意保存,尤其是在构建规模较大的网络时,必须注意不定时地保存过程。在大规模网络配置中,有时候容易出现运行错误,如果不注意保存,在出错后将会丢失所有的配置信息。Packet Tracer 默认保存的配置文件为.pkt 文件类型。

1. Packet Tracer 的保存

用户可以选择 File→Save 命令,或者单击工具栏上的按钮进行保存。初次保存时将弹出如图 1-10 所示的保存对话框,选择要保存的目录,并设置保存的文件名即可。



图 1-10 选择存储仿真文件对话框