

基于 DynamipsGUI 的小型局域网仿真

王丽娜^{1,2} 马杰良¹ 夏景明¹

摘要

应用 DynamipsGUI 软件开展小型局域网的仿真,简化了网络的分析和设计.通过配置虚拟局域网中继协议和生成树协议,详细介绍了仿真实验的过程.在虚拟环境下,应用多类网络协议进行数据通信不仅有益于网络配置技术的学习,而且符合真实的网络.

关键词

DynamipsGUI; 虚拟局域网; 虚拟局域网中继协议; 生成树协议; 仿真通信

中图分类号 TP391.9

文献标志码 A

0 引言

在局域网中使用划分物理网段的手段进行网络结构的划分有一定的缺陷,在很大程度上限制了网络的灵活性.虚拟局域网(Virtual Local Area Network, VLAN)技术很好地解决了上述问题. VLAN 允许网络管理者将一个物理的局域网逻辑地划分成不同的广播域,由于 VLAN 是逻辑地而不是物理地划分,所以同一个 VLAN 内的各个工作站可以跨越多个局域网交换机.每个交换机端口只能被分配在一个 VLAN 上,同一个 VLAN 中的各端口将共享广播,而不在同一 VLAN 上的端口间不共享广播.虚拟局域网有助于控制流量、减少设备投资、简化网络管理、提高网络的安全性^[1].

当前,国内高等院校应用模拟器进行计算机网络的仿真实验成为主要研究方向^[2-5],尤其 VLAN 的仿真实验得到广泛地应用,而对于多个交换机上的 VLAN 管理仿真配置和冗余链路设置很少提及.真实的局域网中存在多个 VLAN 和多个交换机,对全网的 VLAN 统一管理和冗余链路设置很有必要性. VLAN 中继协议(VLAN Trunking Protocol, VTP)是在整个网络上维持 VLAN 配置的一致性的一种消息协议.它使用第 2 层中继帧在全网基础上管理 VLAN 的添加、删除和重命名,以及对全网的 VLAN 进行统一的管理.为了防止某一条链路出现的故障导致整个网络失效,多个交换机之间常存在冗余链路设置.当一个交换式网络为了冗余而出现回路时,广播帧会在回路上不停地兜圈子,导致带宽资源大量浪费,严重时网络会瘫痪,称为广播风暴.生成树协议(Spanning-Tree Protocol, STP)可以很好地消除回路,避免广播风暴.

本文应用 DanamipsGUI 软件提出了小型局域网的仿真方案,实现 VLAN 中继协议配置和生成树协议配置,并对结论进行了分析和验证.

1 VTP 的工作模式和 STP 的根桥及端口选择^[6]

1.1 VTP 工作模式

交换式网络中,多个交换机上创建 VLAN,需要先创建一个 VTP 的管理域,同一域中交换机能共享 VTP 信息,不同域中不能共享 VTP 信息,每个交换机只能加入 VTP 的一种工作模式. Catalyst 系列交换机配置为 VTP 工作模式包括服务器(server),客户机(client),透明

收稿日期 2010-09-26

资助项目 江苏省自然科学基金(BK2009410)

作者简介

王丽娜,女,博士生,主要研究方向为数据挖掘和计算机网络. wangllna@163.com

1 南京信息工程大学 电子与信息工程学院, 南京 210044

2 南京航空航天大学 计算机科学与技术学院, 南京 210016

(transparent) 3 种.

1) 服务器模式. 对于所有 Catalyst 交换机, 这是默认的模式. 在服务器模式下, 在管理域中可以创建、添加或删除 VLAN. 对交换机所做的任何改动都将通告到整个 VTP 域.

2) 客户机模式. 在客户机模式下, 交换机从 VTP 服务器接收信息, 也发送和接收更新. 不能创建、添加或删除 VLAN. 客户机模式常和服务器模式一起使用.

3) 透明模式. 在透明模式下, 交换机不参与 VTP 域的工作, 可以创建、添加或删除 VLAN, 只在本地交换机上有效, 可以转发 VTP 通告.

1.2 STP 的根桥和端口选择

STP 是美国数字设备公司(DEC) 开发的一个网桥到网桥的协议, 目的是维持一个无回路的网络. 构建一个生成树的过程: 首先选择一个根网桥, 且每个网络只能有一个根网桥; 其次每个非根网桥上只能有一个根端口; 再者每一个网段只能有一个指定端口.

1) 根网桥(root bridge): 先比较交换机的优先级, 优先级最低的交换机成为根网桥. 如果所有交换机的优先级都相同, 则比较它们的 MAC 地址, 因为 MAC 地址具有唯一性, 因此能够保证只选出一个最小桥 ID 的交换机作为根网桥.

2) 根端口(root port): 非根网桥经由根端口到达根网桥的路径的代价是最低的, 其中路径代价常用链路带宽衡量, 带宽越大, 路径代价越小. 例如 10 M 的链路代价为 100, 而 100 M 的链路代价为 19. 如果路径代价相等, 则比较它们的端口 ID, 端口 ID 最低的则为根端口. 根端口通常处于转发状态(FWD, Forwarding).

3) 指定端口(designated port): 选在到根网桥的路径代价最低的交换机上. 如果物理网段直接连在根网桥上, 则根网桥上的端口为指定端口, 指定端口通常处于转发状态.

4) 阻塞端口(blocked port): 除了指定端口和根端口以外, 其他所有的端口都是阻塞端口, 阻塞端口通常处于阻塞状态(BLK, Blocking), 不转发数据.

2 DynamipsGUI 软件简介

Dynamips 路由模拟器模拟了 Cisco 路由的硬件环境, 加载相应的 IOS(Internet Operate System) 镜像文件, 通过真正运行 IOS 实现对 Cisco 路由器的模

拟, 同时加载 NM-16ESW 模块还可以做交换的实验, 可以得到一个模拟的 Cisco 实验环境^[7].

Dynamips 通过网卡和虚拟出来的设备相连, 就像是在 VMWare 中真实的主机和虚拟系统互相连接一样. 要让网卡和虚拟设备进行连接, 必须获取网卡参数, 需要安装 WinPcap(Windows Packet Capture), 它是 windows 平台下一个免费公共的网络访问系统, 开发 WinPcap 目的在于为 win32 应用程序提供访问网络底层的能力^[8].

基于 Dynamips 内核开发的软件 DynamipsGUI, 这个模拟器图形前端软件支持 9 台 PC 联合进行路由交换模拟, 支持路由器 44 台, 交换机 44 台, 适应超大型环境模拟. 模拟好的硬件设备需通过终端设备软件 SecureCRT 等进行访问和实现操作^[9].

3 仿真实验

利用 DynamipsGUI, 加载 IOSc3640-js-mz. 124-10. bin, 同时加载 NM-16ESW 模块, 生成 2 个模拟交换机的 .bat 文件, 双击运行, 构建 2 台交换机互连的小型虚拟网络, 网络拓扑结构如图 1 所示. Switch1 为服务器模式, Switch2 为客户机模式, 两者之间有 2 条链路连接, 实现冗余方案, 这样 2 台交换机的 FO/14 端口互连, 以及 FO/15 端口之间互连. 在 2 台交换机之间产生回路, 采用基于不同的 VLAN 构建生成树避免回路.

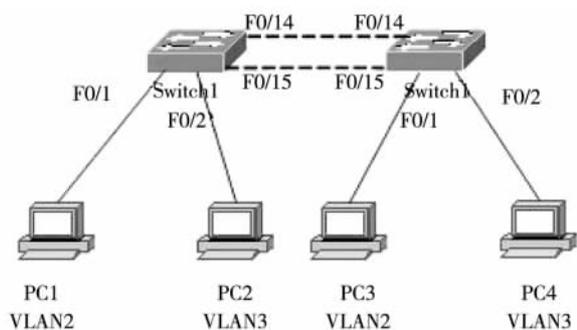


图 1 虚拟网络拓扑结构

Fig. 1 Virtual network topology

3.1 实验运行界面

启用 SecureCRT5.1, 使用 Telnet 方式, 远程登录到 2 个交换机设备上对其进行配置, 实验命令可在操作界面上展现.

3.2 IP 地址设置

PC1 和 PC3 在 VLAN 2 内, 处于同一个广播域, 所以具有同一个网关地址 192.168.2.1. PC2 和 PC4

在 VLAN 3 内,也具有同一个网关地址 192.168.3.1. IP 地址配置如表 1 所示.

表 1 终端 IP 地址分配

Table 1 Terminal IP addresses distribution

终端	IP 地址	默认网关
PC1	192.168.2.2	192.168.2.1
PC2	192.168.3.2	192.168.3.1
PC3	192.168.2.3	192.168.2.1
PC4	192.168.3.3	192.168.3.1

3.3 配置命令

1) Switch1 的配置

登录到 Switch1 的 VLAN 数据库中,创建管理域为 nuist,工作模式为 server,创建 VLAN 2 和 VLAN 3,管理整个网络的 VLAN 的一致性.将端口 F 0/1 和端口 F 0/2 分别加入 VLAN 2 和 VLAN 3,将端口 F 0/14 和端口 F 0/15 都定义为 tag vlan 模式.利用生成树协议命令,设置 Switch1 的优先级为 4096,生成 VLAN 2 的生成树;设置 Switch1 的优先级为 8192,生成 VLAN 3 的生成树.

```
Switch1 > enable ! 从用户模式进入特权模式
```

```
Switch1#vlan database ! 进入 VLAN 数据库
```

```
Switch1(vlan) #vtp domain nuist ! 配置 VTP 域名为 nuist
```

```
Switch1(vlan) #vtp server ! 配置 VTP 工作模式为 server
```

```
Switch1(vlan) #vlan 2 ! 创建 VLAN 2
```

```
Switch1(vlan) #vlan 3 ! 创建 VLAN 3
```

```
Switch1(vlan) #exit ! 退出 VLAN 数据库
```

```
Switch1#configure terminal ! 进入全局模式
```

```
Switch1(config) #interface FastEthernet 0/1 ! 进入快速以太端口 F0/1
```

```
Switch1(config-if) #switchport access vlan 2 ! 将端口 F0/1 划分到 VLAN 2 中
```

```
Switch1(config-if) #exit ! 退出端口
```

```
Switch1(config) #interface FastEthernet 0/2 ! 进入快速以太端口 F0/2
```

```
Switch1(config-if) #switchport access vlan 3 ! 将端口 F0/2 划分到 VLAN 3 中
```

```
Switch1(config-if) #exit ! 退出端口
```

```
Switch1(config) #interface FastEthernet 0/14 ! 进入快速以太端口 F0/14
```

```
Switch1(config-if) #switchport mode trunk ! 将端口 F0/14 定义为 tag vlan 模式
```

```
Switch1(config-if) #exit ! 退出端口
```

```
Switch1(config) #interface FastEthernet 0/15 ! 进入快速以太端口 F0/15
```

```
Switch1(config-if) #switchport mode trunk ! 将端口 F0/14 定义为 tag vlan 模式
```

```
Switch1(config-if) #exit ! 退出端口
```

```
Switch1(config) #spanning-tree vlan 2 priority 4096 ! 创建 VLAN 2 的生成树,Switch1 的优先级为 4096
```

```
Switch1(config) #spanning-tree vlan 3 priority 8192 ! 创建 VLAN 3 的生成树,Switch1 的优先级为 8192
```

2) Switch2 的配置

登录到交换机 Switch2 的 VLAN 数据库中,创建管理域为 nuist,工作模式为 client,因为 client 模式下不能创建任何 VLAN,但是可以接收 Switch1 的 VTP 通告,接受关于 VLAN 2 和 VLAN 3 的配置.将端口 F 0/14 和端口 F 0/15 都定义为 tagvlan 模式,将端口 F 0/1 和端口 F 0/2 分别加入 VLAN 2 和 VLAN 3.配置命令和 Switch1 上的配置相同,这里省略 4 个端口配置.利用生成树协议命令,设置 Switch2 的优先级为 8192,生成 VLAN 2 的生成树;设置 Switch2 的优先级为 4096,生成 VLAN 3 的生成树.

```
Switch2 > enable ! 从用户模式进入特权模式
```

```
Switch2#vlan database ! 进入 VLAN 数据库
```

```
Switch2(vlan) #vtp domain nuist ! 配置 VTP 域名为 nuist
```

```
Switch2(vlan) #vtp client ! 配置 VTP 工作模式为 client
```

```
Switch2(vlan) #exit ! 退出 VLAN 数据库
```

```
Switch2#configure terminal ! 进入全局模式
```

```
Switch2(config) #spanning-tree vlan 2 priority 8192 ! 创建 VLAN 2 的生成树,Switch2 的优先级为 8192
```

```
Switch2(config) #spanning-tree vlan 3 priority 4096 ! 创建 VLAN 3 的生成树,Switch2 的优先级为 4096
```

3.4 VTP 信息的查看

默认时所有的交换机设置为 VTP 服务器模式,实验中 Switch1 为服务器模式,Switch2 为客户机模式.以 Switch2 为例分析 VTP 信息.在特权模式下,输入 show vtp status.如图 2 所示.

该命令主要显示了 VTP 版本是 Version 2,支持最多 VLAN 的配置数量是 256 个,目前的 VLAN 数是 7 个,VTP 工作模式为客户机,VTP 域名为 nuist,修剪模式未使用.

3.5 STP 信息的查看

实验以 VLAN 构建生成树.以 VLAN 2 为例,在 Switch1 和 Switch2 上分别查看 STP 的配置.在特权模式下,输入 show spanning-tree vlan 2 brief.如图 3 和 4 所示.

从图 3 和 4 中看出,首先 VLAN 2 的生成树以

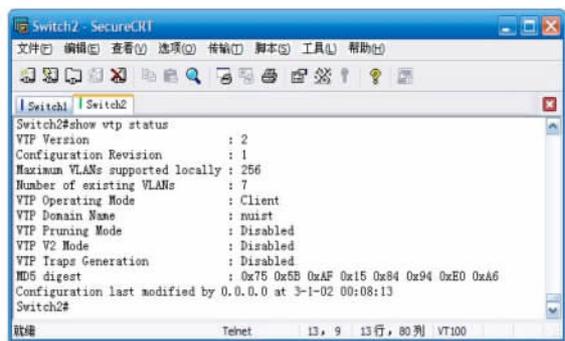


图2 Switch2的VTP信息
Fig.2 VTP information of Switch2

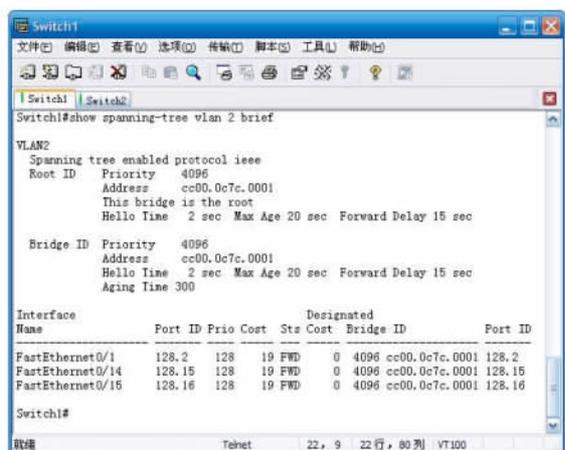


图3 Switch1上VLAN 2的STP信息
Fig.3 STP information of VLAN 2 on Switch1

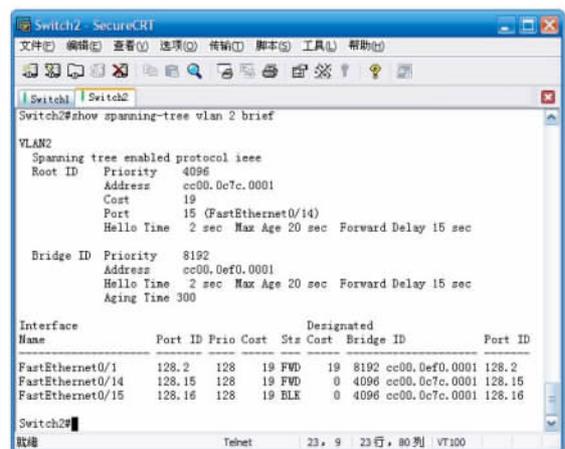


图4 Switch2上VLAN 2的STP信息
Fig.4 STP information of VLAN 2 on Switch2

Switch1为根桥,因为Switch1的优先级为4096,Switch2的优先级为8192,所以优先级最小的成为根桥;其次Switch2到根桥Switch1的路径代价cost都

是19(图4中FastEthernet 0/14和FastEthernet 0/15),说明均是100M的链路,如果链路代价都相同,选择端口ID最小的做为根端口,其中端口FastEthernet 0/14的ID是128.15,小于端口FastEthernet 0/15的ID128.16,所以Switch2上FastEthernet 0/14为根端口;再者每条链路均直接连到根桥Switch1上,所以Switch1上的FastEthernet0/14和FastEthernet0/15都是指定端口,最后剩余端口为Switch2的端口FastEthernet 0/15,其为阻塞端口.这样,VLAN2的生成树构建完成.同理,可以分析以Switch2为根桥的VLAN 3的生成树.

3.6 结论验证

选用DynamipsGUI软件自带的VPCS(Virtual PC Simulator)配置4台虚拟终端IP地址,其中VPCS 1、VPCS 2、VPCS 3和VPCS 4分别表示终端PC1、PC2、PC3和PC4.同一个VLAN内的PC能进行通信,不同VLAN内的PC不能进行通信.由于PC1和PC3在VLAN 2内,它们之间能够相互通信,而PC2和PC4在VLAN 3内,它们之间也能够相互通信.如果测试PC1到PC2和PC3的连通性,则到PC2是ping不通的,到PC3是可以ping通的.测试结果如图5所示.

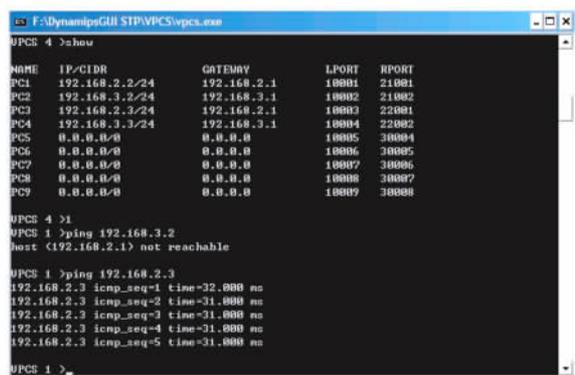


图5 PC1到PC2和PC3的ping命令测试
Fig.5 Ping command test from PC1 to PC2 and PC3

4 结束语

应用仿真软件进行计算机网络的仿真,可以降低网络设备的投资成本,同时对于实际操作中如连线等的繁琐细节可以忽略,提高了学习的效率.通过加载相应路由器的IOS,DynamipsGUI可以模拟真实路由设备,加载交换模块NM-46ESW,可以较好地完成交换实验配置.通过VPCS测试了虚拟网络终端间的通信,验证了目标,表明所组建的虚拟网络是可行的.

参考文献

References

- [1] Todd Lammle. CCNA 学习指南 [M]. 程代伟, 译. 6 版. 北京: 电子工业出版社 2008: 454-468
Todd Lammle. CCNA: Cisco certified network associate study guide [M]. 6th ed. Publishing House of Electronics Industry 2008: 454-468
- [2] 薛琴. 基于 Packet Tracer 的计算机网络仿真实验教学 [J]. 实验室研究与探索 2010 29(2): 57-59
XUE Qin. Simulation experimental teaching of computer network based on Packet Tracer [J]. Research and Exploration in Laboratory 2010 29(2): 57-59
- [3] 刘文杰, 林乐春, 李凤岐, 等. VLAN 技术在校园网实验中的应用 [J]. 实验技术与管理 2009 26(3): 85-87
LIU Wenjie, LIN Lechun, LI Fengqi, et al. The application of VLAN technique in campus network experiment [J]. Experimental Technology and Management, 2009, 26(3): 85-87
- [4] 程勇军. 利用模拟软件改进中高职网络实验教学的探讨 [J]. 广州广播电视大学学报 2008 8(2): 52-55
CHENG Yongjun. Discussions on ways to improve network experimental teaching by using simulation software in the middle and higher vocational school [J]. Journal of Guangzhou Radio & TV University 2008 8(2): 52-55
- [5] 袁展. 基于 Boson NetSim 的小型网络虚拟实现 [J]. 现代电子技术 2007 30(7): 89-91
YUAN Zhan. Implication of miniature virtual network based on Boson Netsim [J]. Modern Electronics Technique 2007 30(7): 89-91
- [6] 肖帅领, 龚西河. 网络工程与实施 [M]. 北京: 中国林业出版社 2006: 170-187
XIAO Shuailing, DOU Xihe. Networks project implementation [M]. Beijing: China Forestry Publishing House, 2006: 170-187
- [7] Anuzelli G. Dynamips/Dynagen tutorial [EB/OL]. [2010-08-26]. http://dynagen.org/tutorial.htm#_toc193247991
- [8] 陈辉, 周自立. 网络安全实验中关于网络监听的实现 [J]. 实验室研究与探索 2009 28(5): 72-74
CHEN Hui, ZHOU Zili. Realization of the network monitoring in experiment of the network security [J]. Research and Exploration in Laboratory 2009 28(5): 72-74
- [9] 姚远. 基于 IPv6 校园网的过渡技术研究及实现 [D]. 武汉: 武汉理工大学信息工程学院 2009: 22-26
YAO Yuan. The technique research and realization of campus network transition from Ipv4 to Ipv6 [D]. Wuhan: School of Information Engineering, Wuhan University of Technology 2009: 22-26

Simulation of miniature local area network based on DynamipsGUI

WANG Lina^{1,2} MA Jieliang¹ XIA Jingming¹

1 School of Electronic and Information Engineering, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 School of Computer Science and Technology, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing 210016

Abstract Currently local area network is one of the most prevalent networks. There are multiple virtual local networks and many switches in real local area network, thus it is necessary to implement uniform virtual local area network management and redundant link setting. Trunking protocol is applied to realize the consistency of virtual local area network configuration in view of uniform management. Setting redundant links will bring about loops and broadcast storm, so spanning tree protocol is applied to avoid loops for smooth communication. Simulation can be used for configuring network protocol and realizing communication under lack of experiment funds. DynamipsGUI was applied to simulate miniature local area network, which simplified the network analysis and design. The simulation process was detailed through the configuration of virtual local area network trunking protocol and spanning tree protocol. In virtual environment application of multiple network protocols is helpful to network configuration learning, and accords with the real network environment as well.

Key words DynamipsGUI; VLAN; VTP; STP; simulation communication