

文章编号:1007-6492(2002)01-0066-04

网络实验室的设计与实现

李世收, 李 婷

(南京工业大学网络中心, 江苏 南京 210009)

摘 要: 介绍了一个高性能网络实验室的架构及其实现方法. 该实验室包含局域网、城域网、广域网、无线网及其互连, 同时包含 UNIX、Linux、WindowsNT 等不同的主机平台. 该实验室能模拟仿真各种网络环境, 支持各种路由及组播协议, 如 RIP、OSPF、IGRP、EIGRP、BGP4、DVMRP、ICMP、CGMP 等. 该实验室除了能够提供常规的 Internet 服务, 如 WWW、DNS、FTP、PROXY、EMAIL、DIAL 外, 还可以模拟 IP 电话、视频会议系统.

关键词: 网络实验室; 路由协议; 网络服务; 主机系统平台; 网络系统平台

中图分类号: U 415.12 **文献标识码:** A

计算机信息技术迅速发展, 其应用已经渗透到社会和经济生活的各个领域, 而信息技术的发展需要大量的高素质、有创造力的技术人才. 培养高水平的计算机网络和应用人才, 具有战略性意义. 而目前我们网络技术教学主要集中在理论教学上, 缺乏实践和实验条件, 往往教学缺乏系统、全面和综合性的实践环节, 不能满足社会对网络管理人才的需求. 建设一个能提供学习和研究开发需要的网络系统平台和主机系统平台的网络实验室, 对提高学生动手能力和创造力, 以及在计算机网络应用方面的竞争能力具有很大意义.

1 网络实验室建设概述

1.1 网络实验室建设的主要目标

网络实验室的建设旨在有限的资金条件下建立最为多样的网络环境, 在网络设备的选择上, 尽量考虑目前流行的多厂商网络设备、多种网络设备(交换机、路由器、接入服务器、防火墙、服务器等)互连的实验平台, 并具有支持多层交换等功能; 主机系统包括小型机、工作站、PC 服务器在内的多服务器平台, 并在其上建立包括 Solaris、Windows NT、Linux 操作系统平台; 在服务器上提供各种网络基本应用服务(DNS 服务器、WWW 服务、FTP 服务、代理服务、拨号上网服务、电子邮件服务、BBS 服务等), 建立各种数据库系统. 同时建立网络管理系统, 能够利用网络管理软件对整个网络实验室的网络系统进行网络流量、网络拓扑结

构及网络故障的分析和检测.

1.2 网络实验室系统的框架结构

网络实验室主要包含网络系统平台和主机系统平台两大部分, 两个部分可作为相互独立的模块进行建设. 但在实际应用中, 网络平台可作为系统平台的信息传输载体, 系统平台可作为网络平台的数据源和测试节点. 在构建整个系统时, 应合理配置和连接各个设备, 使整个系统接近现行实际中的计算机网络应用环境, 提供较好的实际的应用仿真. 具体的基本系统框架如图 1 所示.



图 1 网络实验室系统框架

Fig. 1 Network lab system framework

收稿日期:2001-10-11; 修订日期:2001-12-10

作者简介: 李世收(1964-)男, 山东省潍坊市人, 南京工业大学工程师, 主要从事高性能网络技术方面的研究.

2 网络实验室提供的功能

网络实验室应该考虑到多种技术的融合、多个平台的操作、多厂家设备的互连,可以提供仿真的网络设备配置环境,了解更多的系统,掌握更多设备的使用。

2.1 网络实验室的功能划分

实验室的实现分为网络系统平台和主机系统平台,两个部分可作为相互独立的模块进行建设。其中网络系统平台包括网络线路实验平台、网络设备组成的交换技术平台、路由技术实验平台、网络安全实验平台、网络管理实验平台。主机系统平台包括互连网技术实验平台、数据库技术实验平台、新媒体技术实验平台、高性能计算与数据处理平台及应用开发环境。

2.2 网络系统平台提供的主要功能

按网络系统所包含的内容划分,整个网络平台应包含网络线路的布设、网络设备的配置、网络安全系统、网络管理系统等几个方面。

首先,网络布线系统实验平台主要提供一个典型的园区网综合布线系统的模型,在此模型上可以进行实际的布线系统工程的设计。其次,网络设备的配置是整个网络系统平台的物质基础,对网络设备的配置要考虑到网络协议标准和网络设备的标准。由于目前国际互联网采用的是TCP/IP协议,所以应该从DARPA(美国国防部高级计划研究室)的四层结构(应用/处理层、网络服务层、网际层、网络接口层)出发来考虑网络平台应该涵盖的协议范围。①从网络接口层考虑:网络实验室的网络设备应该包含常用的物理介质及遵循不同协议的接口,可以提供一个了解各种接口和协议标准、了解各种传输协议和物理介质关系及其具体要求的网络环境。②从Internet网际层考虑:在网络层除了要考虑IP协议、IPX协议等基本协议外,还需要考虑到与网络层有关的其他一些协议,如ARP、RARP,各种路由冗余协议和路由协议,以及路由层VLAN协议。网络层应实现的功能有IP地址的定义、IP地址的划分、子网划分、虚拟网划分、各种路由协议的基本概念和配置方法,以及学会根据不同的网络情况配置相应的路由协议,了解RIP、OSPF等常用的动态路由协议的配置方法。③从网络服务层考虑:在服务层上提供的功能是为了帮助了解TCP协议、UDP协议等基本协议,了解TCP和UDP协议的通讯机制。④从应用/处理层上考虑:在应用/处理层上来看,它所

提供的功能应该能够帮助了解常用的应用系统所对应的网络层协议,以及结合主机系统了解常用的应用系统的网络接口的配置方法。

目前计算机网络发展的特点是规模日益扩大、复杂,异构性越来越高,一个网络往往由若干个大大小小的子网组成,集成了多种网络系统平台。网络管理对网络的发展有很大的影响,并已经成为现代信息网络中最重要的问题之一。通过网络实验室中网络环境的管理,能够提供一个对网络管理协议和网络管理平台的感性认识。由于采用的是多个厂家提供的设备产品,所以网络实验室的网络管理系统必须具备综合管理的能力。

2.3 网络实验室主机系统平台提供的主要功能

主机系统平台的主要功能分两个方面:从操作系统层来看,应包括Solaris、Windows NT和Linux。从具体的应用层面上来看,应该包括:基于Internet互联网系统的应用平台,如WWW、E-mail、DNS、FTP等;基于数据库技术的应用平台,如ORACLE、SYBASE、SQLserver等;基于新媒体技术的应用平台,如Voip、Realsystem、MediaServer;面向科研的高性能计算平台,如高性能计算机系统、并行处理系统等。

3 网络实验室的实现

针对网络实验室所要达到的功能,网络实验室的拓扑图设计如图2所示。

3.1 总体方案设计及实现方法

该设计考虑到要在网络实验室的环境和前提下达到上面提出的功能,设立A、B、C三个工作分区,模拟实现三个园区的网络环境,在每一个园区网中配置一台多层交换机作为中心交换机,三个园区通过路由器相连接。

设计网络实验室时,充分考虑到将来的发展,随着新技术、新产品的进步,我们可以在现在的设计中作出改进,以便适应新的需要:将ATM技术引入到网络实验室的环境中,实现如MPLS;采用MCU,开展交互式视频会议;开展增强IP业务,如移动IP。

整个网络实验室的设计要达到对网络的基本认识和对各种网络产品的了解,这就需要在网络实验室的环境中具备种类齐全的设备,并且功能繁多,适合作为网络实验室的教学以及实验需要。

我们知道,无论是网络应用软件还是网络设备,都存在着多种多样的选择。在主机厂商中有IBM、HP、SUN、FUJITSU等世界各国著名的主机产

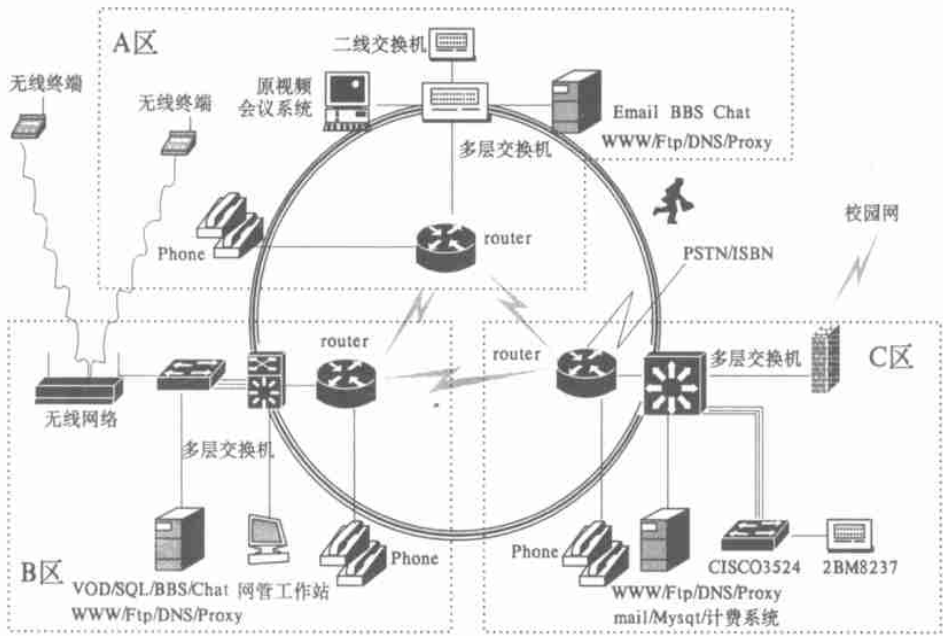


图 2 网络实验室拓扑图

Fig.2 Topology of the network lab

品提供选择;在网络交换和路由设备的选择范围有 CISCO INTEL ,NORTEL ,3COM 等网络厂商提供的主流产品;操作系统有 UNIX ,LINUX ,WINDOWS NT 等常用的操作平台;而在广域网的设计中完全可以通过路由器线路模拟广域网;网络主干可用双绞线、光纤等这写真实的网络环境中的主干所用到的介质;所搭建的网络环境有以太网、快速以太网、千兆以太网等.

前面提到在园区网的环境中实现多种网络互连方式,这就需要网络设计具有层次性,多种路由技术共存,以及线路备份.其具体思想是:网络设计按照业界流行的核心层—分布层—接入层的模型来设计;网络实验室的路由设备之间构成广域网的连接方式;由于各个区域中心交换机都为各种品牌的多层交换设备,可以物理地把三个区域连接起来,模拟城域网的连接方式;构成两套广域网,互相形成外线路的备份;接入方式中加入拨号访问服务器作为访问备份;在模拟广域网上,可以实验 RIP ,OSPF 等动态路由协议,另外,还可以模拟实现 BGP 路由协议等.

由于 A ,B ,C 三个区域均是按照独立的园区网络的形式来设计,在每个区域 WWW /DNS /FTP /E mail /Proxy /BBS /Chat 等 INTERNET 应用,并且使用不同的网络环境与操作系统平台.在路由器上,配有防火墙软件,结合校园网的防火墙硬件系统可以实验安全的策略与防范,另在某个区域内,使用计费与服务软件系统,用户在应用层实验在 U-

IX 安全与访问控制,拨号访问等安全措施.由于各个区域相对独立,广域网的应用可以模拟,例如 E-mail 等的应用.

网络实验室在上层应用上可做如下拓展:IP 语音电话、无线网络接入技术、远程教学与视频会议系统、网络管理、网络的用户服务与计费、基于园区网和广域网的 QOS、设计网站、制作网页、多媒体课件制作、应用系统的开发等.

3.2 网络设备平台的解决方案

根据网络实验室实现的设想,实验室的网络设备平台需要具备以下的设备内容:

- (1) 数据链路层交换机,支持 SNMP 网络管理 IEEE 802.1q 虚拟网划分协议.
- (2) 路由层交换机,支持 SNMP 网络管理协议 IEEE 802.1q 虚拟网划分协议,支持 ARP 静态地址映射,支持静态路由配置, RIP ,OSPF 等动态路由配置协议,支持基于应用端口的地址过滤.
- (3) 路由器,每台至少包含一个同步串行接口,支持 SNMP 网络管理协议 IEEE 802.1q 虚拟网划分协议,支持 ARP 地址静态映射,支持静态路由配置, RIP ,OSPF 等动态路由配置协议,支持基于应用端口的地址过滤功能,支持 NAT 地址转换功能.
- (4) 1 台拨号服务器,支持电话拨号上网服务;支持 PSTN ISDN ,专线等接入方式;支持 radius 拨号认证协议.

从网络实验室拓扑中可以看到, A ,B ,C 3 个

园区网各成系统,所以网络配置分开考虑,各不相同.A 区:服务器(Linux 系统) + 路由交换机 + 链路交换机 + 路由器(提供语音支持);B 区:服务器(NT 系统) + 路由交换机 + 路由器(提供语音支持) + 无线网桥 + 链路交换机;C 区:服务器(So-laris 系统) + 路由交换机 + 链路交换机 + 路由器(ISDN 模块).通过对三个园区网的分别选用设备可以实现多厂商、多服务平台的环境.

3.3 主机系统平台的解决

网络实验室的主机系统平台旨在基于不同的操作系统,实现多种服务功能.Internet 系统平台的建设的主要内容是 WWW 服务,WWW 网站设计中,交互式网页的实现需要高性能的网站服务器以及大量的后台软件支撑.

另一种和 WWW 服务紧密结合服务是数据库平台的建设.一个完整的数据库系统涉及到网络系统、服务器主机系统、数据库软件系统、安全防护系统、应用开发工具等方面的内容.由于数据库对系统安全和可靠性都有极高的要求,因此在搭建数据库平台时,应该尽量考虑到网络连接的冗余链路、服务器系统集群和高可靠性的设计、常用数据库软件(如 Oracle、Sybase、SQL Server 等)的安装、配置、管理等操作以及常用开发工具的使用.此外主机系统平台提供的 VOD 系统平台可以更清楚的体现流媒体技术的意义.

4 结束语

通过网络实验室的建设,可以提供一个全新的网络平台,学员可以在网络实验室学习掌握网络基础知识和网络总体架构,通过动手配置路由器、网络交换机设备,建设主机系统,掌握网络互

连方面知识,掌握不同操作系统的使用,能够配置网络基本应用服务(DNS 服务器、FTP 服务、WWW 服务、代理服务及邮件服务)及拨号服务器;掌握数据库的基本概念及其使用,具有建设小型数据库应用系统的能力;了解网络安全基本知识和安全策略,能够设置防火墙的基本安全策略;掌握网络管理的基本概念和基础知识,能够利用网络管理软件分析网络拓扑结构和网络故障;了解多媒体应用系统构架及其应用,进行一些多媒体应用系统的建设(如 VoD 等);掌握系统管理基本概念,能够采用管理软件对系统作进一步的分析和优化;了解如何对网络结构、系统性能及应用环境进行综合分析,直到优化系统网络及应用的能力;了解常用的通信介质(三类、五类、超五类 UTP,同轴电缆,光纤)及其特性,了解常用介质转换设备.了解网络广播、多播的概念及应用.建立基于 IP 网络的网络教学支撑平台与远程教学平台.

由此可见,网络实验室的建设对于培养高水平的网络技术人才来说是一项重要的举措.同时,网络实验室也成为个教学与科研开发的重要基地.

参考文献

[1] SPURGEON C E(美). 以太网技术入门与实现 [M]. 张 健,译.北京:机械工业出版社,1998.
[2] HUTEMA Christian. 因特网路由技术 [M]. 陶文星,译.北京:清华大学出版社,1998.
[3] SACKETT Geotge C(美). Gisco 路由器手册 [M]. 前导工作室,译.北京:机械工业出版社,2000.72—78.
[4] 伍必涵,施项君,钱燕鸣.运用 ATM 高速网技术建立多媒体 CAI 课堂 [J]. 中山大学学报论丛,1997,(3): 3—5.

Network Lab Design and Implementation

Li Shi shou , Li Ting

(Network Center , Nanjing University of Technology , Nanjing 210009,China)

Abstract : The framework of a high performance network lab as well as its implementation is introduced in this paper . LAN , MAN , WAN , Wireless Network and their interconnecting are included in the lab . Meanwhile , many operating systems such as : UNIX , LINUX , WINDOWSNT are equipped to the lab . Many different network circumstances can be emulated . A lot of route protocols and multicast protocols including RIP 1 & H , OSPF , IGRP , EIGRP , BGP 4 , DVMRP , IGMP , CGMP etc . are supported for these network devices . Further more , these lab settings can provide normal internet services : WWW , DNS , FTP , PROXY , EMAIL , DIAL . VOIP and videoconference also can be realized in these lab settings .

Key words : network lab ; route protocol ; network service ; host system plat ; networking system platform