

基于 WEB 的网络虚拟实验室的设计与实现

Designing and Implementation of Network Virtual Laboratory Based on WEB

肖军弼 朱连章 (石油大学(华东)计算机与通信工程学院 257061)

何正双 (江汉石油管理局钻井工程处 433121)

王 宇 曹绍华 (石油大学(华东)计算机与通信工程学院 257061)

摘要:为了满足大批学生同时在 Cisco 网络实验室上机进行实验的要求,我们开发了本套网络虚拟实验系统。该系统包括网络实验室简介、网络基本知识学习、Cisco 交换机和路由器模拟、自我测试和综合案例五个单元。所有的程序放到服务器上,学生可以从工作站上登录到服务器,下载实验教程到本地工作站做实验。虚拟网络实验系统下可完成大部分网络实验。大大减少使用人员占用实际网络设备的时间。

关键词:实验室 网络 Cisco 群集 路由器 交换机 WEB

1 项目背景及目标

2002 年 4 月份,石油大学(华东)“211 工程”计算机学科建设项目——计算机网络实验室,正式在计算机与通信工程学院建成。该实验室一次性投资 50 多万元人民币,配备的设备,包括了 CISCO 公司的二层交换机、三层交换机、路由器、防火墙等一系列的网络设备和可选配模块。为教师科研、学生实践及其实习提供了很好的平台。

网络实验室承担日常的实验、培训、科研任务。目前设备数量比较少,路由器只有五套,设备比较精密,而学生人数比较多,为了满足教学、实习的要求,针对实验室现有的各种设备,迫切需要开发基于 WEB 的网络虚拟实验室环境。鉴于目前的情况,我们申请了校级教学实验改革项目,开发研制《基于 WEB 的网络虚拟实验室》系统。

《基于 WEB 的网络虚拟实验室》系统主要用于解决网络实验室 Cisco 设备少与学生多之间的矛盾。该系统把网络基本知识学习、Cisco 交换机、路由器、防火墙的管理、设置等大部分操作内容制成模拟软件,装入服务器,学生从工作站上登录到服务器上,下载实验教程到本地工作站做实验。学生之间不会相互干扰,就像操作一套独立的设备一样。学生熟练后,再分组到真正的网络设备上进行实验。实践证明,在该虚拟网络实验系统下可完成大部分网络实验。大大减少了使用人员占用实际网络设备的时间。该项目的实施,必将有力地解决网络设备紧缺与学生人数众多之间的矛盾,使实验室设备的使用更加合理、有效。

2003 年 8 月份,思科网络技术学院正式在我校计算机学院成立。我们将思科公司网络技术学院的 E-Learning 教材放到该实验系统中,方便了学生的学习和使用,在我们学

校掀起了网络学习的热潮。

2 基于 WEB 的网络虚拟实验室的总体设计

基于 WEB 的网络虚拟实验室整体架构如图 1 所示。本系统是一套完整的网上电子教学系统,学生在该系统中可以利用这里的资源进行自我学习,自我测试,以及做仿真试验。

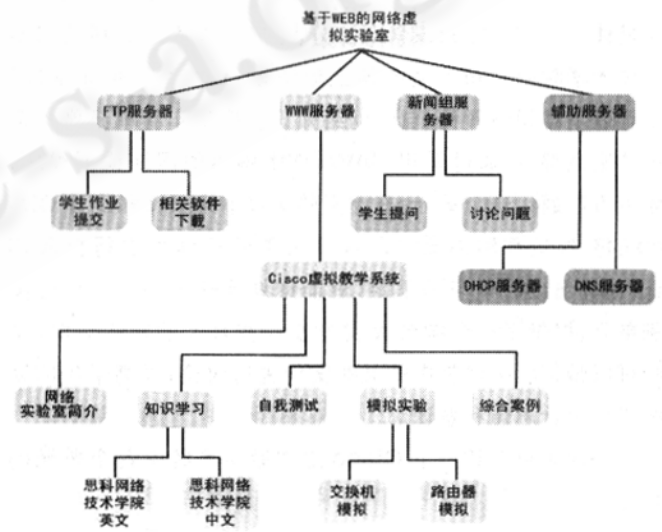


图 1 系统整体设计框架

在实施本套系统时,选用 Windows 2003 Server 作为基于 WEB 的网络实验室平台。在 Windows 2003 上启动了 5 种服务功能,包括:FTP 服务器,WWW 服务器,新闻组服务器,DNS 服务器和 DHCP 辅助服务器。

网络虚拟实验室系统完全由 HTML 和 JAVA Applet 编写。WWW 服务器采用 IIS6.0 架设,向学生提供 WEB 访问服务。FTP 服务器为下列资料提供存储的场所,老师向学生分发学习时使用的软件和资料,以及学生向老师提交的作业。新闻组服务器为学生和老师提供了讨论问题的场所。两个辅助服务器 DHCP 服务器和 DNS 服务器,分别负责为学生机自动提供 IP 地址分配以及解析名称请求。

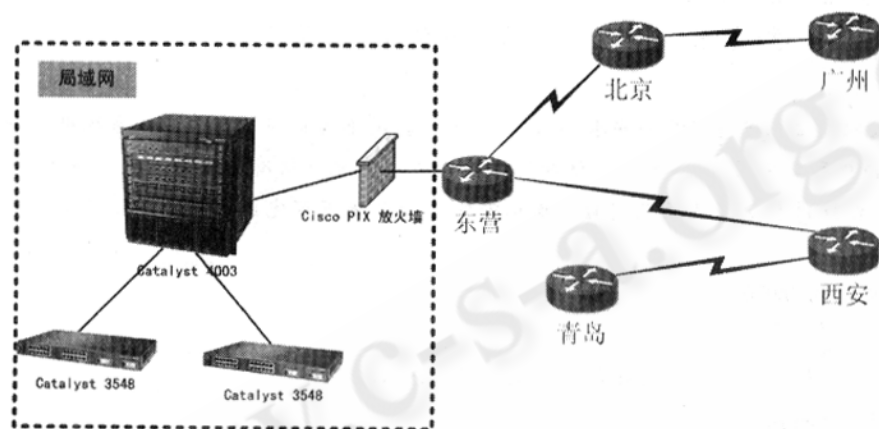


图 2 综合实验网络拓扑图

Cisco 虚拟教学系统大致分为五个单元:网络实验室简介,知识学习,模拟试验,自我测试和综合案例。网络实验室介绍部分,将对 Cisco 网络实验室的所有设备的功能和性能作具体的介绍。在知识学习部分,给学生提供了思科公司网络技术学院中文和英文的网上教学软件,在这个单元里,学生可以下载网络教程,自学网络知识。模拟实验单元是本系统的重点部分,通过采用 JAVA 技术编写的网络模拟程序,学生可以通过这个单元,在虚拟的环境下进行操作和配置 Cisco 的交换机和路由器。自我测试单元让学生进行自我测试,估测出自己学习的不足,进而继续强化学习。在综合案例单元,提供了一个综合大实验及一些真实的网络环境,老师可以带领学生对其中的某些案例进行讨论,提高学生的网络工程设计思想和意识。

下面重点介绍一下 Cisco 虚拟教学系统中各个单元的功能。

2.1 网络实验室简介单元

本单元中将对 Cisco 网络实验室的所有设备作具体的介绍,配有各种设备的数码照片和文字性说明。具体包括 Cisco Router 2600 路由器,Cisco Catalyst 3548 交换机,Cisco Catalyst 4003 交换机以及 Cisco PIX 515 防火墙的介绍。对于每一个接触实验室的学生来说,首先他将会在本单元了解计算机与通信工程学院网络实验室以及其中的设

备。

2.2 知识学习单元

在知识学习部分,我们将 Cisco 公司对网络技术学院发行的教学软件整合到 Cisco 虚拟教学系统中。具体包括思科网络技术学院第一到第四学期的课程。通过本单元,学生可以从最基本的网络知识开始学习,按照思科公司设计的网络框架,自学网络知识,充分的了解网络,掌握关于网络设

计、网络排错、网络实施等一系列的网络基本技能。在这里,作为网络界的先驱,Cisco 公司所设计的教程,70% 的内容是一般性、通用性的网络知识,只有 30% 的内容涉及到具体的 Cisco 网络产品。也即学生所学到的网络知识可以应用于所有公司的产品中。

2.3 虚拟试验单元

在设计过程中,如何构建一个真实的网络实验环境是很难解决的问题,因为实现一个真实的路由器,交换机实验环境,不仅要在实验界面上尽量靠近真实的实验环境,而且要求在进行实验具体操作时,有相应的不同反应,并不仅仅只是在完成正确的操作时,会有反应,而进行了错误操作时,却没有相应的反应。所以,设计是本着以下原则编写的:尽量贴近真实的实验环境,难度适中的实验内容,内容丰富而不枯燥,以提高学生实际的动手能力,建立起对网络的学习兴趣。开始的时候,安排的实验也是很简单的实验,往往只用一台实验设备,随着实验的深入,难度也将加深,实验涉及到的设备也不断增加,而到了最后的实验部分,实验的难度变得很高,使用的设备也非常多,常常是多台设备一起完成实验。最后的实验环境。达到 CCNA 备考的水平,即 5 台以上的路由器,2 台以上的交换机,自己设计设备各个接口的 IP 地址,对整个网络实施路由技术,使得整个网络能够正常工作。通过本单元学生可以虚拟的接触到各种试验设备,等学生熟悉了各种设备和操作后,再转到真实的设备上进行实验。这样就可以避免新手直接接触真实设备操作而带来的设备故障,大大提高设备的使用率。

2.4 考试测试单元

我们的虚拟实验室系统还提供了考试测试单元,本单元中所有的试题都按照章节分类,学生在知识学习单元自学完相应的知识并且在虚拟实验室单元做完相应的试验后就可以到本单元进行测试。考试测试模拟真实的认证考试场景,学生在这里将充分认识到自己的不足,并在相应的单元弥补

这些缺陷。

2.5 综合案例单元

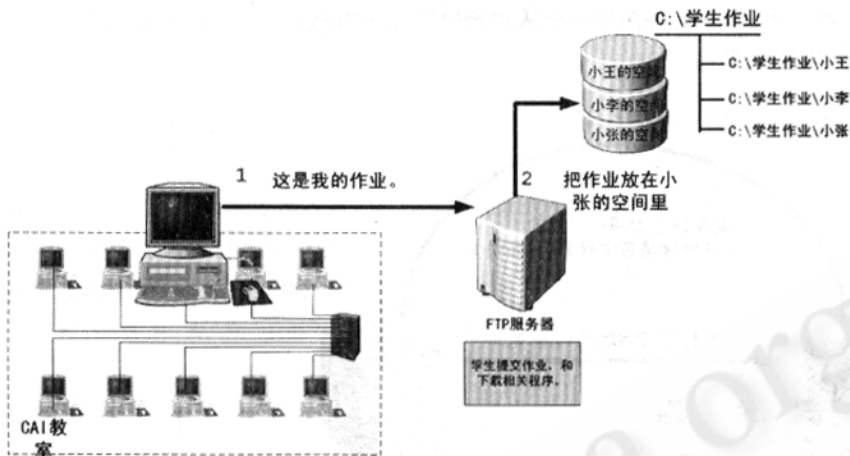


图 3 FTP 服务器的实现

为了充分利用所有的设备,我们结合实验室所有的网络实验设备设计了一个综合性的大实验。本实验使用了 5 台 Cisco Router 2610,1 台 Cisco PIX fireWall,1 台 Cisco Catalyst 4003,2 台 Cisco Catalyst 3548。

学生分组做此实验,每一组在老师的带领和监督下完成以下实验目标:企业网内部 Catalyst 4003 作企业 VLAN 路由;2 台 Catalyst 3548 上划分 6 个 VLAN;在 Cisco PIX Firewall 上禁止任何外部用户访问内部网;在 5 台 Cisco Router 2610 上作 OSPF 路由。自己设计和规划各个设备接口的网络地址和子网掩码。

本试验完全按照真实的网络环境设计,当学生能独立完成本试验后,将会获得莫大的成就感。因为他已经完全掌握了基于 Cisco 的互联网设备进行网络设计和网络配置的能力。

在综合案例单元,结合东营市校园网工程,呈现给学生的是三个真实的案例(具体的网络拓扑图及网络方案从略)。另外,我们还从思科公司的经典案例中,精选了许多极具挑战性的实验,让学生们通过讨论或者大作业的形式来完成从设计、架构到配置的整体企业网络解决方案。通过本单元,学生们将在虚拟的环境下成为一个网络设计师,亲自去尝试设计和实现企业网络。

3 基于 WEB 的网络虚拟实验室的实现

3.1 设 WEB 服务

虚拟实验室系统采用通用的 HTML 语言编写,可以放在任何一台 WEB 服务器上。在这里我们选择 Microsoft Windows IIS 6.0 充当虚拟实验室的 WEB 环境平台。

无论站点是在 Intranet 或 Internet 上,提供内容的原则是相同的。将 Web 文件放置在服务器的目录中,以便用户可以通过使用 Web 浏览器建立 HTTP 连接并查看这些文件。

3.2 架设 FTP 服务器

我们使用 FTP 作为学生提交作业或者下载老师发布的软件的地方。我们在服务器上为每个学生新建一个目录来专门存放给学生的作业,作为每个学生来说,他登陆到 FTP 上就能看到自己存放作业的目录以及一个用来存放公共应用程序的 public 目录。

3.3 架设 NNTP 服务器

新闻组便于公司内部的用户相互讨论或者与公司外部的用户讨论各种话题。无论是启用部门新闻组还是提供各种 Internet 新闻组,新闻组的设置原理都是相同的。我们在网络实验室内架设一台新闻组服务器,用于学生

将不懂的问题提交给老师,以及学生之间互相讨论问题。我们在新闻组上开辟两块讨论区。一块讨论区用于学生和和老师之间交流,另外一块讨论区用于学生与学生之间交流。

3.4 架设 DNS 系统辅助服务器

为了方便学生使用网络虚拟实验室系统,所有的服务我们均使用名称指代。如访问虚拟实验室,学生只需要敲入 www.netlab.com。进入问题讨论区,学生只需要敲入 news.netlab.com。学生提交作业,只需要敲入 ftp.netlab.com。而不是敲入相应的 IP 地址。这一切都是由 DNS 服务来实现的。

3.5 架设 DHCP 系统辅助服务器

为了方便学生使用这套网络虚拟实验室系统,我们在整个系统中添加了 DHCP 功能,由 DHCP 服务器自动给学生的计算机分配 IP 地址。学生使用的计算机只要一连接到我们的网络中,通过使用默认的自动分配,会获得一个合法的 IP 地址,这样学生就能直接连接到我们的整套系统中来,减少了手动分配 IP 地址的麻烦。

3.6 扩展系统的可伸缩性

基于 WEB 的网络虚拟实验室采用大量的多媒体文件包括音频和视频文件。用户在访问系统时,需要占用很多的服务器资源用于提供数据的传输和处理。为了保证整体系统在很多人同时使用时,仍然能保证高性能。我们采用了 Windows 2003 群集技术来扩展它的可伸缩性。使用 Windows 2003 群集技术将多个服务器整合在一起共同为用户提供服务。

作为网络负载均衡来说,微软从 Windows NT Server

Enterprise Edition 时就有负载均衡了,当时被称为 WLBS,在 Windows 2000 和 Windows 2003 中,微软在 WLBS 的基础上,重写了部分源代码后,将 WLBS 正式更名为 NLB Network Load Balancing 网络负载均衡技术,又称为负载分担,这两个名词是可以互换的。实现这项技术不

需要额外的添加任何软件和硬件,对于中小企业来说,使用 NLB 来构造高可用性的服务器负载均衡解决方案无疑是一种经济可行的解决方案。在本系统中使用 Windows 2003 群集技术来实现系统的可伸缩性。

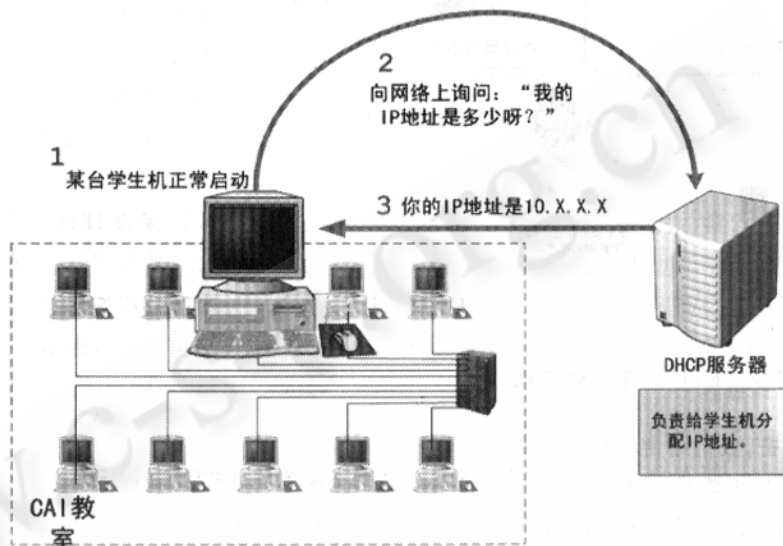


图 4 学生机自动从 DHCP 服务器获得 IP 地址

4 结束语

通过历时半年多的团队努力,我们终于成功地开发出了《基于 WEB 的网络虚拟实验室》系统,在本系统中融合了大量的技术,从 JAVA, ASP, HTML 编程,到基于 Windows 2003 的各个服务: DHCP, DNS, WEB, FTP, NNTP; 从使用 Cisco 专有知识编写的 Cisco 网络实验手册和企业解决方案,到利用 Cisco 网络实验室的全部设备编写的综合大实验。

通过在 2000 级学生,《计算机网络》课程的配套试验,及暑假网络综合实习中的应用情况来看,该系统的整体效果不错。但也存在一些问题,有待于在今后的工作中继续改进,使之更加完善。

网络虚拟实验室项目的实施,有效地解决了实验室 Cisco 设备少与实验学生多之间的矛盾。通过该实验室的系统学习,学生将具有设计、规划、调试、配置从局域网到广域网的各种网络设备的网络工程实践能力。为今后的学习和工作打下良好的基础。

网络实验采用传统实验方式,学生完成同等规模的实验大概需要 30 套(一个标准班)的 Cisco 设备,即使分组进行,

也至少需要 6 套。我们采用虚拟网络实验系统,使用一套设备就达到同等的效果。减少了设备,节省了资金。同时,降低了设备维护的人员数量以及维护费用。我们将在今后的工作中,继续研究和探索,提高实验室的管理和应用水平。

参考文献

- 1 Thomas M. Thomas, II 等, Cisco 网络互联设备[M], 机械工业出版社, 2001.8.
- 2 Microsoft. Windows 2003 Help. USA: Microsoft Press, 2003.4.
- 3 徐晓峰, Microsoft Windows 2000 Server 网络高级应用, 人民邮电出版社, 2002.1.
- 4 Cisco System 公司著,《思科网络技术学院教程》, 人民邮电出版社, 2002 年 6 月.
- 5 Gary Heap Lynn Manyne.《CCNA 实验指南》, 人民邮电出版社, 2002 年 6 月.
- 6 <http://cisco.netacad.net>, 思科网络技术学院学习网站.