

基于云平台的网络综合实验平台的设计

兰 飞, 王 真

(陆军工程大学指挥控制工程学院, 江苏 南京 210007)

摘 要:为解决网络综合实验建设中所面临的设备投资大、实验内容不完善、实验环境构建困难等问题,本文研究如何以云平台和仿真软件为核心构建网络综合实验平台,通过集成网络管理软件,网络仿真软件构建一套可满足网络应用与维护、网络设备配置、网络管理、网络工程设计等多种实验要求的综合性网络实践实验平台。采用此平台能够开展网络课程教学综合实践,在综合实验上取得的教学效果达到了网络课程教学目标,并且降低了实验课程建设及实验室维护成本。

关键词:虚拟化技术;网络综合实验;实验教学平台;VMware

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A

Design of Network Comprehensive Experimental Platform Based on Cloud Platform

LAN Fei, WANG Zhen

(College of Command and Control, Army Engineering University of PLA, Nanjing 210007, China)

Abstract: In order to solve the problems of large investment, imperfect experiment content and difficult construction of experimental environment in the construction of network comprehensive experiment, this paper studies how to build a network comprehensive experimental platform with cloud platform and simulation software as the core. By integrating network management software with network simulation software, a comprehensive network practice and experiment platform, aiming for network application and maintenance, network equipment configuration, network management, network engineering design and so on, is built to meet the requirements of experimental teaching related to computer network and to decrease costs of experimental courses and laboratory maintenance.

Keywords: virtualization technology; network comprehensive experiment; experimental teaching platform; VMware

1 引言(Introduction)

网络综合实践旨在计算机网络的理论知识和实践知识的结合,构建和维护计算机网络的知识技能,在对于学员掌握计算机网络基础理论和过程。对于熟悉网络构建和管理的技术和方法是一个重要的检测。通过综合实践,使学员在掌握网络工程专业的理论知识和实践知识的前提下,能够完成从网络设备的选型、配置、设计、施工、组建到测试、管理、维护、应用、开发等一系列贯穿网络工程全过程所有实验任务。

网络工程专业课程具有联系性和实践性,在实践过程中,课程实践教学不能是单一孤立存在,仅仅依靠单一课程或者单一知识点为中心构建实践教学体系,实践教学体会相互独立,难以形成目标统一的有机整体。网络综合实践是网络工程专业课程群为基础,把网络工程专业课程群中每门课的实验合理的编排在一起,形成一个有机的整体。网络综合实践不是课程群所有实验的总和,而是对这些实验进行分析和比较,精简相同的实验,剔除难度较大和不易实现的实验,然后对实验进行融合分解,对资源进行优化,增加共享性,把它们集中在一个实验环境中,形成新的综合实验体系,使其更符合学员的实际情况。因此,网络综合实践对学

员的网络工程能力和培养具有重要的作用和意义^[1]。

2 网络综合实验课现状及遇到的问题(Current situation and problems of network comprehensive experiment course)

2.1 课程现状

网络工程实验室现有10个实验台,每个实验台包含六台联想PC,两台华为S5700二层交换机,一台华为S5700三层交换机,一台华为AR2000路由器。每个PC安装Windows 7和Windows 2003 Server系统,PC上安装双网卡。

现有的实验环境拓扑结构如图1所示。

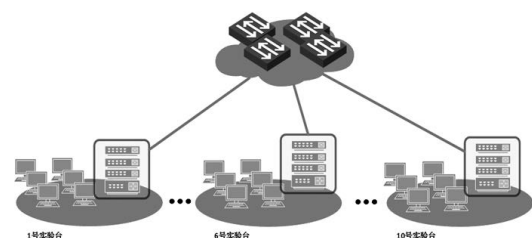


图1 网络实验台拓扑结构

Fig.1 Topology of network experiment platform

网络工程专业实践教学分为课程实践教学和专业综合实践两大部分。课程实践系列提供操作系统、计算机网络、网络管理、网络编程、网络工程设计等网络工程专业的课程实验。实验室前期规划的目的是支撑各个网络类课程实验。

在设计实验台时,在每个实验台上安装了小型机柜,在机柜内安装交换机和路由器,通过综合布线,将实验台PC网卡接口全部延伸至配线架上。学员在进行网络工程课程组网实验时,不用搬动设备,只需在机柜的配线架上使用跳线进行操作即可实现设备之间连接。

在此基础上,实验平台能够实现“分类模式”实验。既对验证性、设计性和综合性三类实验的支撑。依照“基本实践—专业实践—综合实践”的梯度模式,《计算机网络原理》课程实验室属于网络专业基本实践阶段,在此阶段的实验多数为验证性实验,实验目的在于让学员理解相关知识点的原理。实验的直观结果能够让学员对抽象的网络协议有更为深刻的理解。采用Cisco Packet Tracer软件作为辅助学习工具,能够模拟分组交换过程,对ARP协议进行分析,还能够验证子网掩码对选路的影响。Cisco Packet Tracer图形化界面使得实验操作更加简便,模拟报文分发传输的动态效果都使得实验效果更加直观,更容易让学员理解抽象而复杂的网络原理。

专业实践阶段提供多个网络工程专业课程实践。在这个阶段的实验包括网络编程、网络管理和网络工程设计课程实验。实验平台PC上安装多操作系统,用来满足不同课程实验所需的基本环境。同时,PC机上安装双网卡,此举目的在于在Windows Server 2003下能够将PC扩展为路由器使用;配合实验台机柜里面的网络设备,能够完成小型网络搭建,掌握网络设备配置方法,熟悉设备命令行。在Windows Server 2003环境下能够过配置与操作,学员能够完成邮件服务器配置实验,掌握并服务器运行及维护的方法。

网络编程课程实验让学员掌握网络数据库系统集成和Web应用开发的设计、调试、维护运行和管理的初步能力。

综合实践阶段的实施在方式上较之前的两个阶段有一定区别,综合实验作为多级组合的实践,在很大程度上使用了实验室和实验设备,最大利用了实践教学资源,发挥了实践效能。综合实践目的在于提升学员创新和实践动手能力。

2.2 遇到的问题

随着课程实践阶段升级,实验性质逐步发生改变,由验证性实验转变为综合性实验,实验也由简单到复杂,单一课程实验转变成多个课程实验集合,随之而来的问题就是,现有的实验环境使得网络综合实验很难实现真正的“综合”。若要学员全面掌握网络构建与应用的内容,需要涉及组网、网络设备配置、操作系统及应用部署,还需要对网络进行监测管理。目前的实验台,能够支撑单个网络类课程的实验实施,但如果想实现多个网络类课程的综合实践,现有的实验平台就显得力不从心,不足之处体现在以下几个方面。

(1)实验设备短缺,建设需进一步完善

网络工程专业课程内容涉及知识点众多,与知识点相关的实验数量也众多,需要大量设备。例如,交换机、路由器、防火墙等。相同类型设备又有不同型号,设备数量多,购置网络设备需要投入较高的资金。目前实验室配备的网络

设备品牌较为单一,学员只能掌握某一系列产品配置和使用方法,具有一定局限性,教学效果不理想。

(2)实验形式简单,实验效果不佳

网络工程专业课实验自主性实验权重较低,缺少设计性和综合性实验。目前大部分实验是验证性实验,学员按照实验要求完成实验。由于实验步骤都是提前安排好的,实验过程和结果存在单一性。使得学员的主观能动性得不到发挥,对某些设备的工作原理了解不深。

(3)实验环境不能满足综合实验要求。由于多门实践课程共用一台主机,容易发生实验环境冲突。为了防止多个课程实验环境冲突。采取安装桌面版虚拟化软件,在实验主机上创建虚拟机,然后在虚拟机中部署自己的实验环境,此做法降低了实验室PC出现系统故障的几率。

由于这种桌面版虚拟化软件需要将本机的CPU和内存资源分配给虚拟机用,在实验主机性能本身就不高的情况下,虚拟化后的系统明显性能不足^[2]。

在实施网络工程实验,使用实验台进行组网实验,经常性插拔跳线,会损坏配线架上的接口和网线,由此带来的故障会影响实验预期效果。

在实验室的PC机上安装模拟器eNsp和GNS3,会发现PC机运行缓慢,模拟器内能够开启的网络设备数量有限。原因在于仿真软件对主机性能要求较高,PC机较低的硬件配置限制了模拟器中网络设备数量,从而不能完成较大规模的组网实验。

3 解决的思路(Solutions)

鉴于上述不足,根据网络工程专业课程实验内容需求,立足现有实验环境。决定利用仿真软件和桌面虚拟化技术构建一个适合目前网络综合实验的实践平台。

3.1 仿真软件的应用

采用仿真软件一方面能够弥补因配线架接口频发插拔造成的损坏,而影响实验效果,另一方面模拟器中提供的网络设备能够填补人均网络设备少这方面不足,让每位学员都能够对网络设备进行操作配置。

多数网络仿真软件是仿真网络设备,常见的有Boson NetSim、Cisco Packet Tracer、GNS3、eNsp等。前两种是模拟设备命令,方便对设备操作指令的学习;后面两种是在计算机中虚拟出网络设备并安装相应的操作系统,模拟真实路由器和交换机等网络设备的行为。

早期在实施网络工程设计课程实验时,采用的模拟器是CISCO公司研发的Packet Tracer软件。在教学实验中,这种软件可以直接使用图形用户界面上的拖拽方式实现网络拓扑的建立,并可以根据网络中数据包的行进与处理过程,观察网络的运行进程。这种软件在网络实验教学中有良好的教学效果,但也存在局限性。与Packet Tracer相比,GNS3与eNsp的优势有两点。

(1)GNS3与eNsp支持虚拟网络设备中更多的参数与命令。Packet Tracer软件涵盖了所有与学习思科认证CCNA有关的各种网络设备。因此,它很难实现真实设备的所有功能,致使其自身不能支持部分参数和命令。

(2)GNS3与eNsp能做到与真实网络相关联。用户在使用Packet Tracer时,都是在封闭的环境中使用相关的虚拟设备和

网络协议,没有与外界真实环境相关联^[3]。

3.2 利用云平台完善实验环境

目前,市面上已经有很多成熟的解决方案来实现桌面虚拟化^[4-8],其中商业软件有微软的Hyper-V、VMware公司的Horizon及Citrix的XenDesktop,开源的软件有KVM、Xen和VirtualBox。针对上述解决方案,我们从硬件兼容性、部署难易程度、虚拟机性能高低、系统稳定性、技术支持的时效性,以及后期维护的便捷性等方面进行了对比分析,最终采用VMware的Horizon来构建实验教学平台。VMware Horizon桌面虚拟化软件架构^[9]。如图2所示,它包含三个模块:最底层的是负责硬件虚拟化的vSphere, vSphere的主要组件为ESXi,它部署于物理硬件之上实现裸机虚拟化,将物理资源抽象为多个虚拟主机。底层之上是核心基础设施,由vCenter Server、数据库(Database)、Active Directory域服务组成,主要负责对部署了ESXi的物理机及抽象后的虚拟机进行集中管理。最后是Horizon View,其作用是在vSphere的支持下,实现虚拟桌面架构(Virtual Desktop Infrastructure, VDI),它由vCenterAccess Point、View连接服务器(View Connection Serve)、View Composer和View客户端组成,其中View连接服务器通过vCenterAccessPoint连接到vCenter,实现对虚拟桌面的高级管理功能,包括虚拟桌面池管理、虚拟桌面配置、桌面连接代理等。View Compose提供虚拟机桌面的链接克隆功能,可基于父映像快速创建桌面映像。View客户提供终端用户访问虚拟桌面的功能^[2]。

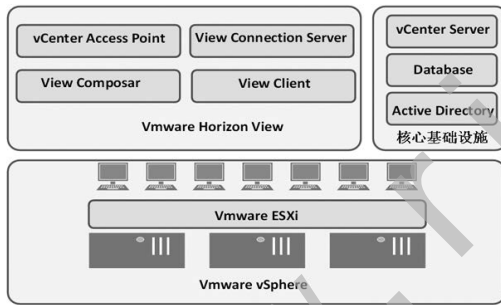


图2 VMware桌面虚拟化软件逻辑架构

Fig.2 VMware desktop virtualization software logic architecture

4 基于云平台的网络工程综合实验教学平台设计 (Design of comprehensive experimental teaching platform for network engineering based on cloud platform)

4.1 网络综合实验平台设计

针对实验室设备现状,通过搭建云平台,利用虚拟化、云平台技术结合仿真软件来建设网络综合实验平台,实现网络综合实践教学实验平台。利用已有实验室的硬件设备和云平台构建实验平台,拓展并且增强实验能力和灾备能力。构建一个云服务中心,对于桌面来讲,所有服务器都是透明的。在服务器群集上运行虚拟机,每个虚拟机上安装满足实验的应用软件和模拟器。只要物理服务器的资源足够就能为虚拟机提供满足各类应用的运行环境。

首先在PC上安装VMware虚拟机,虚拟机上安装Windows 7系统,并在该系统内安装eNsp和GNS3模拟器,同时安装eSight软件。安装完成后,在VMware内生成模板,部

署在云平台上,能够通过实验室PC上登录该虚拟机,在虚拟机上实施网络综合实验。

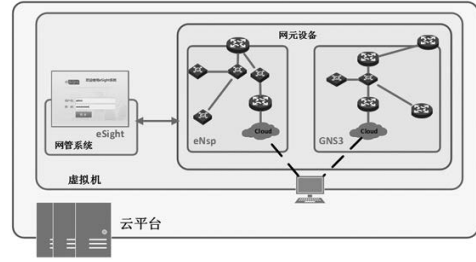


图3 综合实验平台架构

Fig.3 Comprehensive experimental platform architecture

4.2 综合实践实验内容规划

网络综合实践主要具有的特点为:(1)实践性,通过实践才能升华所学习的理论知识;(2)综合性,综合实践包含网络管理、结构化布线、网络安全、Web应用等知识内容。

通过网络综合实验方式让学员对网络有全方位的理解和认知,学员能从网络设计规划阶段递进到网络设备配置阶段来实施搭建网络,完成组网之后再通过网管软件或者应用展开网络应用实验。在此过程中,安全配置贯穿始终。



图4 网络专业实践教学层次模式

Fig.4 Network professional practice teaching mode

综合实践上注重将实验内容和实验环境灵活组合。着重将三性实验进行结合,加强自主实验的权重,在实践环节安排上层次性、结构性、联系性^[10]。

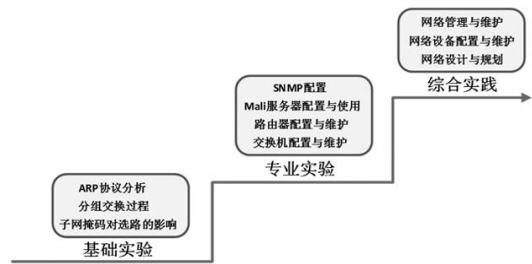


图5 网络工程专业实践教学梯度递进模式

Fig.5 Gradient teaching mode of practice teaching in network engineering specialty

在网络设计规划实验阶段,使用模拟器中的绘图与注释工具,直观地呈现出所创建网络拓扑的结构。能够完成IP地址的规划,路由协议的规划等网络实践内容。

eNsp和GNS3软件具有极高的仿真度,能够使用真实设备中的操作系统,完成许多与路由器交换机配置有关的实验。在网络设备配置与维护阶段,模拟器eNsp和GNS3提供了数量和类型较为丰富的网络设备。能够在模拟器中完成较大规模

组网需求。并且还能进行防火墙配置与测试,访问控制设计等网络安全实验实践。

通过在模拟器中进行配置,实现不同厂商网络设备之间互联。在GNS3中添加路由器和cloud设备,并与虚拟网卡相连。将两台设备用连接线连接起来。采用类似的操作,在eNsp中添加交换机和cloud设备,并与虚拟网卡相连。将两台设备用连接线连接起通过交换机配置选项将交换机接口与虚拟网卡接口绑定。

通过以上的配置,GNS3和eNsp已经被桥接起来了。在此环境下可以仿真网络中不同网络厂商设备共存的场景,创造了更为真实更为理想的模拟网络环境,通过对华为与思科设备的操作,对比体会网络中不同网络厂商的网络设备配置的指导思想,培养学员的实践应变能力。满足了网络技术学习更深层次的需求。

还能通过与本机网卡桥接实现虚拟设备与实际网络互联,可以将连接的软件设备功能应用到模拟器网络中去。通过eNsp选择网络设备,搭建网络,使用Cloud与本地主机进行映射,开启本地主机上eSight网管软件,将模拟器中的网络设备进行SNMP配置,将模拟器中的网络设备作为网元设备,能够对网元设备进行监控,实现对网络进行管理和维护。

5 结论(Conclusion)

在网络课程实验教学中引入基于虚拟化的vSphere云操作系统与仿真软件,一方面可以节约普通模拟实验需要的资源,摆脱了硬件的局限,实验环境可靠性和灵活性都得以提高。另一方面,基于此方案构建的实验平台使得实验环境得到拓展。在网络应用层面引入网管软件,使得网络综合实践内容得到完善,各类网络工程专业课程实验内容紧密结合起来,也使学员增加了对计算机网络技术的直观认识,网络实验综合效果得以体现,令学员在更高仿真度的模拟环境中更感性的把握其中蕴含的知识内容,提高学生自主学习能力。

(上接第62页)

联网技术的发展和普及,利用新技术服务于学习教育已经势在必行^[1]。移动学习可以随时随地地学习,学习者能在任何地点、任何时间,以任何方式学习任何内容,更能符合社会各层次各领域学习者进行终身学习。本文提出微信公众平台下移动学习模型的研究思想,对发展我国终身教育技术有一定的推动意义,由于微信公众平台本身的局限性,对移动学习应用也带来一些不方便,例如对视频上传大小的限制等。

参考文献(References)

- [1] 李璽,皮賽奇.基于活动理论的成人移动学习设计研究[J].成人教育,2018(8):1-4.
- [2] 罗霄,蒋玉石.移动学习在学历继续教育中的应用现状与展望[J].中国远程教育,2018(6):68-74.
- [3] 张晓君,顾玥.基于知识图谱的我国移动学习研究进展可视化分析[J].中国成人教育,2018(8):9-14.
- [4] 刘兴红,徐良珊.基于微信公众平台的微课程设计开发与开发[J].湖北师范大学学报(自然科学版),2018(38):93-99.
- [5] 田玉琴.微信公众平台下成人移动学习空间构建[J].学习论

参考文献(References)

- [1] 范建坤,伍柯.地方本科院校计算机网络综合实验探索研究[J].科教导刊,2017(05):62-63.
- [2] 王真,陈卫卫,吴永芬.基于虚拟化技术的计算机实验教学平台的设计与实现[J].软件工程,2017,20(07):5-8.
- [3] 石燕.GNS3研究在计算机网络技术中的应用[J].数字技术与应用,2015(7):92.
- [4] 闫格.基于云计算架构的高校实验室设计与实施[J].闽南师范大学学报(自然版),2011,24(3):25-29.
- [5] 修长虹,梁建坤,辛艳.虚拟化技术综述[J].网络安全技术与应用,2016(5):18-19.
- [6] 由继红.虚拟实验室研究概述[J].生命科学仪器,2014(Z1):34-37.
- [7] 赵刚.基于VMware vSphere的虚拟化架构的研究与实现[D].中国地质大学(北京),2013.
- [8] 梁琨,谈姝辰,金海燕.计算机虚拟仿真实验教学中心建设与实践[J].教育教学论坛,2017(3):267-268.
- [9] VMware,Inc.VMWARE HORIZON 7 ENTERPRISE EDITION REFERENCE ARCHITECTURE [EB/OL].<http://blogs.vmware.com/euc/2016/07/horizon-7-reference-architecture-validated-integration-designenterprise-edition.html>,2017.
- [10] 兰飞,胡超,王娜.网络工程设计课程实践教学方法研究[J].计算机教育,2011(19):88-90.

作者简介:

兰飞(1982-),男,硕士,讲师.研究领域:网络工程,网络测量,网络管理.

王真(1982-),男,硕士,讲师.研究领域:云计算,服务计算.

坛,2018(9):21-23.

- [6] 廖春华.新媒体环境下移动学习系统设计研究[J].智能计算机与应用,2018(8):158-164.
- [7] 颜磊,祁冰.基于Android平台的移动学习系统大数据挖掘技术研究[J].现代电子技术,2017(40):142-149.
- [8] 范新民.手机移动学习安全防护策略分析研究与实践[J].福建师范大学学报(自然科学版),2018(34):11-16.
- [9] 王梨清,李红美.基于微信公众平台的移动学习资源设计、开发及应用[J].现代教育技术,2018(28):67-73.
- [10] 汪涛.成人教育背景下微信公众平台学习资源评价指标体系研究[J].职教论坛,2018(4):95-102.
- [11] 王书玲,王小军.基于微服务的移动学习平台构建研究[J].中国成人教育,2018(2):18-22.

作者简介:

张志强(1978-),男,硕士,副教授.研究领域:信息教育,互联网技术.