

服务器虚拟化技术在计算机实验室的实践应用

罗 婕¹, 宁天桥²

(1. 华南理工大学南校区计算中心, 广东 广州 510006; 2. 华南理工大学广州汽车学院)

摘要: 利用服务器虚拟化技术可以非常经济地搭建出先进的实验教学平台。基于虚拟技术的实验平台能够以简单的方式模拟出各种IT环境,起到了支持各学科的实验教学的作用,符合计算机实验教学的发展趋势。文章在探讨多种服务器虚拟化产品特点的基础上,结合高校计算机实验中心的建设,给出了一个具有应用价值的、基于虚拟化技术的实验教学平台解决方案。

关键词: 虚拟化技术; 服务器虚拟化; x86平台; 计算机实验教学; Hypervisor; Citrix XenServer

Practical Application of Server Virtualization Technology in Computer Lab

LUO Jie¹, NING Tian-qiao²

(1. Computing Center of South Campus, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China;

2. Guangzhou Auto College, South China University of Technology)

Abstract: Using server virtualization technology, the advanced experiment teaching platform can be set up very economically. The experiment platform based on virtual technology can simulate a variety of IT environments in simple way to support the experiment teaching of various subjects, which corresponds with the development trend of computer experiment teaching. On the basis of discussing the features of various server virtualization products, combining with the construction of university computer experiment center, a solution of experiment teaching platform with application value and based on virtualization technology is given.

Key words: virtualization technology; server virtualization; x86 platform; computer experiment teaching; Hypervisor; Citrix XenServer

0 引言

随着我国大学教育从精英教育发展到大众教育的阶段,大学生的“就业难”问题也随之突出,其原因之一是大学毕业生普遍存在着动手能力不强、创新能力差、综合竞争能力不强、不能很快进入岗位角色等问题,缺乏满足企业实际工作需要的知识和技能。出现这些问题的根源在于高校的学科设置和教育模式偏离了社会发展的需要。

为解决上述问题,各类高校都大力倡导素质教育,纷纷通过调整专业、课程设置,使教学尽可能地与社会需求接轨,同时重视建设实验教学培训中心,全天候开放实验室,增加学生动手的机会,加强技能教学。

计算机技术、网络技术和信息技术是实践性极强、更新极快的学科,虽然高校IT设备的投入很大,但是实验室建好后很快又落后于技术的发展,无法满足高校教育的需要。针对当前存在的问题,我校计算机实验室综合多年的教学实践经验,在实验室建设中引入服务器虚拟化技术和产品,建立了新一代实验教学平台,由此,不仅提高了计算机实验室的服务能力和支撑水平,也提高了资金和设备的利用率,降低了设备管理和维护的工作量。

本文探讨了多种服务器虚拟化技术,并在此基础上介绍了基于Citrix XenServer产品的虚拟化教学实验平台的建设方案。

1 服务器虚拟化技术探讨

1.1 概念和起源

虚拟化的概念在20世纪60年代首次出现,利用它可以对稀有而昂贵的大型机硬件进行分区。后来虚拟化技术又在小

型机上得到了应用,把一台小型机虚拟成几台小型机使用。随着时间的推移,微型计算机和x86服务器已可提供更有效、更经济的方法来分配处理能力。因此到20世纪80年代,虚拟技术已不再被广泛使用。到了20世纪90年代,研究人员开始探索如何利用虚拟化技术解决与廉价硬件激增相关的一些问题,例如,利用率不足、管理成本不断攀升和易受攻击等,虚拟化技术再次得到了广泛认可。x86平台上虚拟化技术的出现,首次向人们展示了虚拟化技术应用的广阔前景,因为x86平台可以提供便宜的、高性能和高可靠的服务器群,可以将物理服务器虚拟化。

第一代的虚拟化产品通过一个Hypervisor或者是主机的架构提供服务器的分区能力。第二代的虚拟化技术增加了虚拟化的管理、生产力的规划、物理服务器到虚拟机的迁移以及其它的工具用于整合生产服务器。第三代虚拟架构(VI3)代表了下一代的虚拟化技术,该虚拟架构重新定义了一个新的IT标杆,它将工业标准服务器和存储虚拟化成了一个整体,聚合成一个动态的可集中管理的资源池,可使任何应用或操作系统保持持续优化和高可用状态。它使得企业有能力去转化、管理和优化他们的IT系统架构。

具体而言,最新一代的虚拟化技术——服务器虚拟化技术,通过将服务器物理资源抽象成逻辑资源,让一台服务器变成几台甚至上百台相互隔离的虚拟服务器,或者让几台服务器变成一台服务器,人们使用时感觉不再受限于物理上的界限,让CPU、内存、磁盘、I/O等硬件变成可以动态管理的“资源池”,从而提高资源的利用率,简化系统管理,实现服务器整合,让IT

对业务的变化更具适应力。

1.2 解决的问题

现在的服务器主机群,除一部分用于大型数据处理的小型机外,大部分是由PC服务器主机构成,并随着用户需求的不断增加,PC服务器的数量也在不停地增加。但是,终端用户还是觉得访问速度慢(而此时网络流量实际很少),利用率极低。所以如此,部分原因是服务器资源没有整合,造成资源分配的不合理。有些系统在设计当初是没有问题的,但是,运行一段时间后数据量增加,使得系统变得很慢。为此,需要将这些资源(主要是CPU、内存)作为一个共享池,对相应的应用进行统一调配,重新动态分配资源。这就是基础架构的虚拟化。

在具体实现中,为了实现数据的集中存储、集中备份,以及充分利用虚拟架构中虚拟机可动态在线从一台物理服务器迁移到虚拟服务器上的特性等,需要利用光纤存储阵列产品与冗余的光纤交换机(或者iSCSI存储设备)组成标准的SAN集中存储架构,由虚拟架构套件生产出来的虚拟机的封装文件都存放在SAN存储阵列上。通过共享的SAN存储架构,可以最大化地发挥虚拟架构的优势,在线地迁移正在运行的虚拟机,进行动态的资源管理和集中的基于虚拟机快照技术的LAN Free的整合备份等,而且可为以后的容灾打下基础。

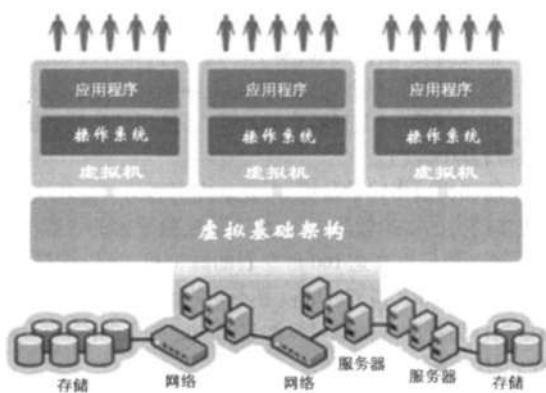


图1 虚拟基础架构

1.3 服务器虚拟化产品介绍

在典型的分层架构中,提供平台虚拟化的层称为 Hypervisor (有时称为虚拟机管理程序或VMM)。来宾操作系统称为虚拟机(VM),对这些VM而言,硬件是专门针对它们虚拟化的。

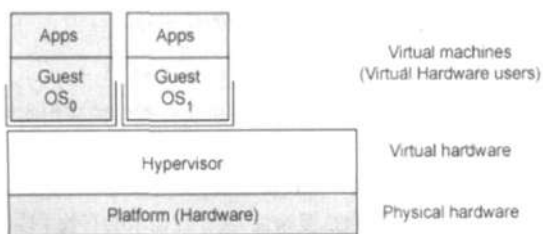


图2 显示常用硬件虚拟化的简单分层架构

1.3.1 Hypervisor 的分类

Hypervisor可以划分为两大类:直接运行在物理硬件之上的Type 1 Hypervisor和运行在另一个操作系统(如运行在物理硬件之上的各种Windows)中的Type 2 Hypervisor。

表1 两种类型的Hypervisor比较及其产品实例

Type 1	裸机 Hypervisor	所谓的虚拟化操作系统就是一个轻量级的操作系统;该操作系统处理资源调度、子机监控和硬件控制。	效率最高	产品:Vmware ESX; Citrix XenServer和 Microsoft Hyper-V
Type 2	操作系统级 Hypervisor	运行在标准操作系统(如微软Windows 或者 Linux)平台之上的Hypervisor版本。该管理程序控制资源共享,但仅仅基于操作系统所提供的资源。	运行于资源消耗层	产品:Vmware Server; Vmware Workstation; Microsoft Virtual Server 和Parallels Workstation

在Type 1中,Hypervisor是一个存在于操作系统下面的软件层,直接位于硬件之上。这种模型保证虚拟机最大可能地提高性能,并且可以使得它们以在真实机上运行的速度运行。Hypervisor不需要自己驱动,利用支持虚拟化的处理器,例如启动了AMD-V或者Intel VT的处理器。这使得Hypervisor可以做得非常小并且效率很高。由于上述特点,Type 1 Hypervisor在生产及企业级应用中被普遍采用,目前主流的服务器虚拟化平台产品都采用这种技术。

1.3.2 产品简介

市场上基于Type 1 Hypervisor的主流服务器虚拟化平台(产品)主要有:

VMware Infrastructure 3.5、微软 Windows Server 2008 Hyper-V和Citrix XenServer 5.5等。

表2 基于Hypervisor的主流服务器虚拟化平台软件

平台产品	VMware Infrastructure 3.5	Windows Server 2008 Hyper-V	Citrix XenServer 5.0
供应商	VMware	微软	思杰
支持的来宾操作系统	Windows, MAC, Linux 及其他操作系统	主要是Windows系列及SUSE Linux	Windows和Linux
管理工具	vCenter Server vMotion vCenter Converter vCenter Infrastructure	System Center VM Manager	内置在收费版本中
支持的平台	最大支持32 CPU(内核), 虚拟机最大支持4CPU; 支持的最大内存256GB; 同时支持32、64位平台	最大支持16-24 CPU(内核), 虚拟机CPU最大支持8CPU; 支持的最大内存1024GB; 仅支持64位平台	最大支持32 CPU(内核), 虚拟机CPU最大支持8CPU; 支持的最大内存128GB; 仅64位平台
优点	预制设备方面的选择最广泛 来宾操作系统支持方面的选择最广泛	Hyper-V是Windows Server 2008 64位版本内置的部分 来宾Windows虚拟机的许可费经济实惠	开源解决方案 Xen Essentials还能管理Hyper-V 支持32个CPU 总体解决方案内置了P2V迁移功能
缺点	价格昂贵	管理工具有限	没有预制的硬件设备

2 实验教学平台建设实例

为了让学生掌握实用的IT技巧,我校在培育计算机人才时非常重视实验教学。开展实验教学离不开由各种硬件装备构成的实验平台。由于教学资金有限,在打造实验教学平台时不仅要斟酌先进性的问题,还要统筹如何让有限的资金发挥出最大的价值。基于AMD强大的多核计算技术,我们仅利用一台服务器和一套虚拟化软件,就以低投入搭建出了一个先进的实验教学平台。该平台不仅能够以简单的方法模仿出各种IT环境,高效地支撑各学科的实验教学,而且能够有效地支撑科研工作的开展。该平台的建成使我们的实验教学在实践和理论上都向前迈进了一大步。

2.1 需求

要求新的平台能够搭建数量更多、复杂度更高的实验环境,能够支持更多门类的实验教学工作。平台技术要开放、结构要简单,要能够稳定可靠地模拟并运行多种计算系统和网络系统,要有非常好的兼容性,能够提供先进的系统管理方案,能

够被轻松地部署、维护和管理。

2.2 解决方案

经过对大量资料和技术方案的调研,我们最终决定采用服务器虚拟化技术来建设新一代的强大、灵活、高效的计算机实验教学平台。

采用虚拟化技术,可以有效保证学生的基础学习需要,每人都可获得一台虚拟服务器。采用虚拟化技术可以提升老师的教学平台,搭建不同的网络环境,从而为学生提供更多的了解网络的机会。

运用虚拟技术的一个关键是必需拥有性能强大的服务器。为了确保虚拟的实验教学平台能够顺利建成,我们对服务器的选型提出了三点具体要求。

(1) 拥有先进的计算机架构,具备强大的处理能力

服务器无论是在主板设计上,还是在处理器、内存、硬盘和网卡等重要部件上,都必需采用先进技术;必须支持多路多核处理器,并且所采用的处理器必须在硬件层面上高度支持虚拟技术,确保可以提供强大的并行数据处理能力,能够在根本上支持虚拟体系的高效运转。

(2) 支持64位计算,易于升级

内存不足将严重影响虚拟体系的性能,并会直接限制虚拟机的数量。为了能够尽可能地扩大内存的空间,处理器必须支持64位带宽的计算,能够突破传统的4GB内存限制,可以做到轻松升级,可以让服务器安排更多的虚拟机,让每台虚拟机可以处理更多的事务。

(3) 价廉物美,长期拥有成本低

为了充足利用教学资金,必须选用性价比高的服务器。由于多路服务器的整体价格在很大水平上是由处理器的价钱决定的,因此我们要求尽可能选用那些性能强大、价格经济、运行稳固、能耗低的处理器,这样不仅可以降低原始采购的成本,而且能够降低长期的拥有成本。

按照上述原则,我们最终引入基于AMD四核皓龙™处理器的戴尔PE R905服务器,以及Citrix的XenServer5.5虚拟化软件打造新一代的实验教学平台。

软硬件配置:在服务器的硬件配置上,我们为戴尔PE R905服务器配备了4颗AMD四核皓龙™处理器、64GB内存和5块400GB的SAS硬盘;在软件方面,我们采取了开源的Citrix公司免费的XenServer5.5服务器虚拟化软件。

2.3 教学使用情况

基于PE R905服务器的强大计算能力,我们运用XenServer服务器虚拟化软件将PE R905服务器虚拟成多个基本应用平台,这些基本应用平台的数量和性能可以依据教学需要随时变更。虚拟的应用平台在实验教学中主要有以下三方面作用。

第一,基本练习。利用新的教学实验平台的强大能力,教师在实验课中可依据学生的数量多少划分出相应的虚拟机,并给每个学生都分配一台虚拟化的服务器,让学生在如上实践所学的各种计算机基础知识,比如安装Unix、Linux、Solaris和Windows等操作系统,进行应用软件的配置和优化等等。

第二,高级应用。利用虚拟系统可以自由分割、随便组合的特点,教师在实验课中可将不同的系统,包括DNS系统、网站

系统、防火墙系统和安全证书等安装在相互独立的虚拟机中,再组合成一个功能齐全的网络应用环境,让学生以身临其境的方法,深入探寻IT网络的运作规律。

第三,开辟视野。教师可以因材施教,给学习得比较深入的学生分配多个虚拟机,让他们将自己编写的各种程序放在不同的操作系统平台上调试,或在虚拟的异构平台上模仿各种应用和网络服务,使他们实践能力和视野得到进一步的提高和扩展。

新一代的计算机实验教学虚拟化平台的构造示意图如图3所示。

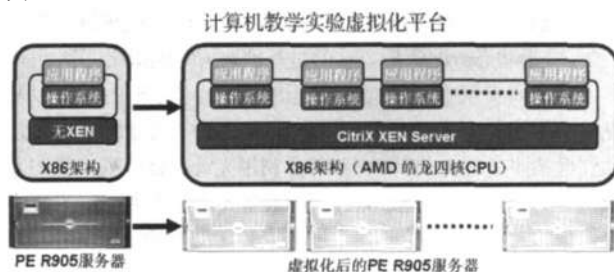


图3 计算机实验教学虚拟化平台的构造

3 虚拟化实验教学平台的优势

教学实践应用证明,基于虚拟技术的实验教学平台相对于传统的实验教学平台具有明显的优势,包括:

(1) 稳定高效,结构简单,易于部署、维护和管理;虚拟操作近乎是‘傻瓜’式的,只需在图形界面上圈圈点点就能完成非常复杂的工作。在平台上开展实验教学,系统维护和管理的工作量可以减轻80%以上。

(2) 能够快速搭建数量更多、复杂度更高的实验环境,能够支持更多门类的实验教学工作;现有的实验平台的资源可以支持同时建立和启用高达100台左右的虚拟机,可以支持DOS、Unix、Linux、Solaris和Windows等不同的操作系统。上百台各种类型操作系统的虚拟机可以构建出功能齐全的网络环境,满足更高层次的教学实践需求。

(3) 提高效率,大幅降低建设成本。只需一台服务器和一套免费的虚拟化软件,可为学校极大地节约成本。相较传统的基于多物理服务器的平台建设方式,这种虚拟化解决方案最少能够节省50%~60%的建设成本。

(4) 延长了硬件平台的使用寿命。硬件平台虚拟化之后,要支持更新的操作系统只需要升级虚拟化软件即可,无需对硬件平台进行更新,这样就延长了系统的使用寿命。

4 结束语

服务器虚拟化技术在我校计算机实验教学的应用实践证明,在购置高性能服务器的基础上,采用虚拟化技术建设虚拟化的实验教学平台是既节约设备经费,又能够满足计算机实验教学对实验环境的多样性、复杂性、实验性需求的有效手段。

尽管由于投入有限(如我们没有建设SAN存储),目前的平台尚无法充分发挥服务器虚拟化技术的所有优点,虚拟化平台的性能还有待进一步提高,但随着虚拟化技术的日臻完善,虚拟化的理念和虚拟化的解决方案必将在实验教学平台的建设

(下转第48页)

机建立连接和数据交换。

3 实验辅助平台设计与实现

实验辅助平台的设计分客户端和服务端两部分。客户端主要为:申请与服务器的连接,向服务器发送计算请求,处理服务器发回的计算结果和其他信息等。服务器端主要为:接受客户端的连接请求,接收并处理客户端的信息,向客户端发送计算结果和应答信息等。

3.1 客户端程序设计

客户端主要功能是向服务器端上传学生的实验数据文件,从服务器上下载实验要求相关的文件。在客户端界面创建的 Winsock 控件有两个,一个命名 Winsock1 为控制信号端,用来传输命令,一个命名 Winsock2 为数据信号端,用来传输文件类数据。主要代码如下:

```
Winsock1.Protocol=sckTCPProtocol '控制信号
Winsock1.RemoteHost=serverip '服务器IP地址
Winsock1.RemotePort=8000
Winsock2.Protocol=sckTCPProtocol '文件类字节数据信号
Winsock2.RemotePort=8001
Winsock1.Connect
```

我们可在通用模块中分别定义 op_format()、op_format_file()、op_file_format() 等三个共有函数将客户端需要传送的数据定义成一定的格式,结合数据传送函数 transmit_file(), 使用对应的 winsock2 进行文件传送。其主要代码如下:

```
Public Sub transmit_file(fname As String)
'使用对应的 winsock2 进行文件传送
Dim BytDate() As Byte
Dim FileName As String
Dim FreeF As Integer
Dim byteLofFile As Long
Dim lngFile As Long
Dim i As Long
FileName=op.userdir & "\" & op.FileName '取得文件名及路径
byteLofFile=FileLen(FileName)
lngFile=byteLofFile\1024 '取得文件长度
FreeF=FreeFile
If lngFile>0 Then
For i=0 To lngFile-1
ReDim BytDate(1023) As Byte '初始化数组
Open FileName For Binary As #1 '打开文件
Get #FreeF, i*1024+1, BytDate '将文件写入数组
Close #FreeF '关闭文件
Winsock2.SendData BytDate '发送
DoEvents
```

(上接第46页)

中发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] 王春海.虚拟机深入应用实践[M].中国铁道出版社,2009.
- [2] 石磊,邹德清,金海.Xen虚拟化技术[M].华中科技大学出版社,2009.
- [3] 英特尔开源软件技术中心,复旦大学并行处理研究所.系统虚拟化—

Next i

```
End If '接下来发送最后一个数据块,一般没有1024字节大
If byteLofFile=lngFile*1024 <> 0 Then
byteLofFile=byteLofFile+lngFile*1024-1
ReDim BytDate(byteLofFile)As Byte '初始化数组
Open FileName For Binary As #1 '打开文件
Get #FreeF, lngFile*1024+1, BytDate '将文件写入数组
Close #FreeF '关闭文件
Winsock2.SendData BytDate '发送
```

3.2 服务器端程序设计

为了实现与多个客户端通信,在服务器上创建两个名为 Winsock1, Winsock2 的 Winsock 控件数组。其中 Winsock1(0) 用于监听用户端,另一个名为 Winsock2(0),用来传输文件类数据。主要代码如下:

```
Winsock1(0).Protocol=sckTCPProtocol '控制信号
Winsock1(0).LocalPort=8000
Winsock1(0).Listen
Winsock2(0).Protocol=sckTCPProtocol '文件类字节数据传输信号
Winsock2(0).LocalPort=8001
Winsock2(0).Listen
```


调用 Listen 方法,当客户计算机需要连接时,就会发生 ConnectionRequest 事件。为了完成连接,可调用 ConnectionRequest 事件内的 Accept 方法。

当连接建立好以后,为了发送数据,可调用 SendData 方法。最后通过调用 DataArrival 事件中的 GetData 方法就可以在服务器和客户机之间进行文件数据的上传和下载。

4 结束语

在 VB 环境下利用 Winsock 控件,开发一种基于 TCP 协议的服务器和客户机应用程序,能够实现服务器端与客户端之间数据信息及文件的传输。利用本文所描述的实验辅助平台,可以很方便地管理学生的实验数据。本实验辅助平台具有一定的通用性。

参考文献:

- [1] 张松,陈志刚,金亮.开放实验室管理系统设计方案比较及实现[J].计算机工程与应用,2004.3:230~232
- [2] 廖志英,董安邦.基于 C/S 和 B/S 混合结构的管理信息系统运行模式[J].计算机工程与应用,2002.2:184~185
- [3] 龚海燕.基于 C/S 模式的网络远程监控系统[D].南京航空航天大学,2003.
- [4] 赵考政.基于 C/S 结构的网络通信原理的实现[J].计算机与现代化,2007.8:103~105
- [5] 卡志毅.Visual Basic 网络程序设计[M].人民邮电出版社,2003. 

原理与实现[M].清华大学出版社,2009.

- [4] M. Tim Jones. 剖析 Linux Hypervisor[EB/OL].http://www.ibm.com/developerworks/cn/linux/1-hypervisor/index.html,2009.6.29.
- [5] Citrix.Technical and commercial comparison of Citrix XenServer and VMware[EB/OL].http://www.citrix.com,2009.8.12. 