

基于 x86 的虚拟机技术现状、应用及展望

刘爱军, 耿国华

(西北大学 信息与科学技术学院, 陕西 西安 710069)

摘要: 阐述虚拟机的基本概念。就虚拟机技术的发展现状及主要应用领域展望虚拟化技术的发展前景。介绍虚拟技术的基本概念及基于 x86 的虚拟机技术分类、基本原理和发展现状。虚拟化技术在计算机领域中具有非常广泛的应用前景。虚拟化解决方案可以提高企业 IT 基础设施的资源虚拟化水平, 集中并共享资源, 有利于降低成本、优化利用率。虚拟化技术降低了 IT 基础结构总成本, 在 IT 行业具有十分广泛的应用领域, 以虚拟服务器技术为代表的普遍虚拟化时代将最终到来。

关键词: 虚拟机技术; 发展现状; 应用; 展望

中图分类号: TP393.01

文献标识码: A

文章编号: 1673-629X(2007)11-0250-04

x86 - Based Development, Application and Prospect of Virtual Machine Technology

LIU Ai-jun, GENG Guo-hua

(Department of Computer Science, Northwest University, Xi'an 710069, China)

Abstract: Set forth suppositional machine basic concept. Prospect the future with regard to development of suppositional machine technology current situation and main application field. Classification, basal principle and present situation introducing the basic concept supposing a technology and x86 - based suppositional machine technology. Virtualizing technique has the prospect applying very broadly in computer field. Virtualized the level resolving a scheme, being able to improve enterprise IT infrastructural facilities resource virtualization, the utilization ratio concentrating resource, cost, optimization beneficial to reducing and sharing. Virtualizing technique has reduced IT infrastructure total cost, IT industry have very broad application field. Take supposing the server technology as the virtualized common times representing with ultimate arrival.

Key words: virtual machine technology; present condition; application; prospect

0 引言

虚拟计算机技术是近两年来发展较快的技术之一, 已经受到了越来越多的企业和媒体的关注。然而, 从早期的概念的虚拟机出现, 到现代 x86 虚拟机的流行, 虚拟机技术已经有几十年的历史了。

所谓的虚拟化, 是指通过适当的基础设施建设, 从管理层面将资源的功能从资源的实体上分离出来, 从而达到更加灵活、专业、低成本地充分有效使用资源。在企业系统平台以及各种应用层面中, 服务器虚拟化、存储虚拟化、网络虚拟化、应用虚拟化和数据中心虚拟化等虚拟化解决方案, 可以提高企业 IT 基础设施的资

源虚拟化水平, 集中并共享资源, 从而实现降低成本、优化利用率的目的。

1 虚拟技术的发展现状

目前, 虚拟化已经成为 IT 业界最热门的技术之一。随着越来越多的 IT 厂商加入到虚拟化的潮流中来, 以及用户端逐渐认识到虚拟化技术对于企业 IT 系统的贡献, 虚拟化正逐渐从概念走向实用。计世资讯 (CCW Research) 分析认为, 虚拟化技术使传统的企业 IT 基础架构逐步向虚拟化的 IT 环境演变。

早在 20 世纪 70 年代, IBM 研究中心就在试验室里实现了其主机的镜像。40 多年来, 虚拟机一直在大型机和小型机中运行, 直到有一天, VMware 将 x86 虚拟机带到了人们的面前, 人们才真正意识到虚拟技术已经发展到这样的一个阶段。目前, 主流的 x86 虚拟机技术主要有以下几类。

收稿日期: 2007-04-13

基金项目: 陕西省教育厅专项科研基金资助项目 [05JK186]

作者简介: 刘爱军 (1971-), 男, 陕西渭南人, 商洛学院计算机科学系讲师, 西北大学硕士研究生, 从事计算机软件应用研究。商洛学院计算机科学系教师樊景博参与了该基金项目课题的研究工作。

1.1 虚拟硬件模式

虚拟硬件模式是最传统的虚拟计算机模式。最早的虚拟硬件模式源自 IBM 大型机的逻辑分区技术。这种技术的主要特点是,每一个虚拟机都是一台真正机器的完整拷贝,一个功能强大的主机可以被分割成许多虚拟机。目前,这一虚拟模式被业界广泛借鉴,包括 HP vPAR, VMware ESX Server 和 Microsoft 的 Virtual PC, Virtual Server 在内的虚拟技术都是这样的工作原理。

虚拟硬件模型在计算机、存储和网络硬件间建立了一个抽象的虚拟化平台,使得所有的硬件被统一到一个虚拟化层中。这样,在这个平台的顶部创建的虚拟机具有同样的硬件结构,提供了更好的可迁移性。在这种模型中,每个用户都可以在他们的虚拟机上运行程序、存储数据,甚至虚拟机崩溃也不会影响系统本身和其他的系统用户。所以,虚拟机模型不仅允许资源共享,而且实现了系统资源的保护。

虚拟硬件虚拟技术有两个显著特点:第一,无论哪款产品,都可以直接用系统处理器执行 CPU 指令,根本涉及不到虚拟层;第二,实现真正的分区隔离,每个分区只能占用一定的系统资源,包括磁盘 I/O 和网络带宽,并提高了系统的整体安全性。

另外,高端的虚拟服务器产品可以直接在硬件上运行虚拟机,而不需要宿主操作系统。并且,通过相关的管理软件,可以对每个虚拟机消耗的物理资源(网络带宽、磁盘 I/O 访问等)进行精确的控制。

目前,此类虚拟机的典型产品有 VMware 的 Workstation, GSX Server, ESX Server 和 Microsoft 的 Virtual PC、Virtual Server 以及 Parallels Workstation 等。以上的几种虚拟机软件都具有同样的特点:虚拟了 Intel x86 平台,可以同时运行多个操作系统和应用程序。通过使用虚拟化层,提供了硬件级的虚拟,即虚拟机为运行于虚拟机的操作系统映像提供了一整套虚拟的 Intel x86 兼容硬件。这套虚拟硬件虚拟了真正服务器所拥有的全部设备:主板芯片、CPU、内存、SCSI 和 IDE 磁盘设备、各种接口、显示和其他输入输出设备。并且,每个虚拟机都可以被独立地封装到一个文件中,可以实现虚拟机的灵活迁移^[1]。

1.2 操作系统虚拟化模式

虚拟操作系统模型为基于虚拟机运行的主机操作系统创建了一个虚拟层,用来虚拟主机的操作系统。在这个虚拟层之上,可以创建多个相互隔离的虚拟专用服务器(Virtual Private Server, VPS)。这些 VPS 可以最大化地共享硬件、软件许可证以及管理资源。对其用户和应用程序来讲,每一个 VPS 平台的运行和管

理都与一台独立主机完全相同,因为每一个 VPS 均可独立进行重启并拥有自己的 root 访问权限、用户、IP 地址、内存、过程、文件、应用程序、系统函数库以及配置文件。

操作系统虚拟化是针对生产应用和服务器的完美虚拟化解决方案。它解决了在单个物理服务器上部署多个生产应用服务和存储服务器的困难,通过操作系统虚拟化,上百个 VPS 可以在单个的物理服务器上正常运行。在应用服务部署完成之后,它们被集中于同一种操作系统以便于管理和维护,共享的操作系统提供了更为有效的服务器资源并且大大降低了处理损耗。但同时,这种集中于同一操作系统的特性也注定了该类虚拟机只能在同一台物理服务器上运行同一种虚拟的操作系统。虚拟操作系统模式虚拟化解决方案同样能够满足安全隔离、计算机资源的灵活性和控制、硬件抽象操作及最终高效、强大的管理功能,每一个 VPS 中的应用服务都是安全隔离的,且不受同一物理服务器上的其他 VPS 的影响。虚拟操作系统模型,目前以 SUN 公司的 Solaris Containers 和 SWsoft 公司的 Virtuozzo 软件为代表。

其中 SWsoft 的 Virtuozzo 是这一领域的成熟产品。Virtuozzo 完全支持前面所述的服务器应用情景,它是唯一一款能同时支持 Linux 和 Windows 平台的 VPS(虚拟专用服务器)产品。Virtuozzo 管理工具对 Windows 和 Linux 是通用的,使得对同时管理两种操作系统的工作更加简便易行。

1.3 半虚拟化技术模式——硬件虚拟机的特例 Xen

Xen 是一款半虚拟化(paravirtualizing)VMM(虚拟机监视器, Virtual Machine Monitor),这表示,为了调用系统管理程序,要有选择地修改操作系统,然而却不需要修改操作系统上运行的应用程序。Xen 是一种特殊的虚拟硬件虚拟机,具有虚拟硬件虚拟机的大部分特性,其最大的不同点在于, Xen 需要修改操作系统内核^[2]。

目前, Xen 3.0 以前版本只支持在 Linux 系统之上实现的 Linux 虚拟机。不过,其新的版本将支持 Intel 公司的硬件虚拟技术 Intel-VT, 这一个关键技术将可以用以解决 Xen 在虚拟化 Windows 系统方面的困难。

在众多的虚拟计算机软件中, VMware 仍然是虚拟技术领域的领袖,在产品的成熟度方面它比 Xen-Source 公司的 Xen 还是有着很明显的优势。但是很多的业内人士认为,由于开源(open source)的原因, Xen 的实力将会越来越强。目前,开源领域的巨头 Red Hat 公司以及 Novell 公司都已经开始将该技术整合进入它们于 Red Hat Enterprise Linux 以及 Novell, SuSE Linux

Enterprise Server 系统^[3]。

2 虚拟机技术的应用

服务器作为企业计算平台的核心,虚拟服务器技术正是虚拟化技术的代表,其虚拟化技术的应用,无疑将在企业 IT 基础架构向虚拟化环境的转变中起到关键作用。自 2005 年以来,虚拟化技术已成为服务器的主流趋势:AMD 和 Intel 均把虚拟化技术作为自己产品的亮点;软件方面有 VMware、微软的 Virtual PC 和基于 Linux 的 Xen 虚拟机;服务器方面,IBM 推出了由操作系统、系统技术和系统服务三部分组成的服务器虚拟引擎;HP 推出的 VSE(virtual server environment,即虚拟服务器环境)。虚拟化技术在 IT 行业的应用主要体现在以下几个方面。

2.1 研发与测试

提起虚拟化技术的应用,人们首先想到的就是研发测试环境,因为研发和测试人员需要使用许多不同的操作系统环境,如果每一种平台都使用物理服务器,这将会对准备测试环境带来相当大的困难。一个小小的测试改变都需要重装若干这样的测试用服务器,准备这样的测试环境几乎不可能,因此虚拟化技术无疑是最佳的选择。通过在一台物理服务器上实现多个操作系统,或者实现成百上千个虚拟的服务器,虚拟服务器技术的应用极大地降低了研发和测试的成本。快速的服务器备份/恢复、开通和重装为研发和测试人员提供了尽善尽美的测试环境。

2.2 服务器合并

很多企业用户都不得不面对这样的尴尬:每实施一项应用就要买一台计算机,随着应用的增加,一般要购买很多不易变更的资源;完成不同任务的服务器越来越多,管理变得越来越复杂;同时服务器利用率却很低,仅为 15%~20%,造成资源的极大浪费。因此,将各种不同的服务器整合在一起的方案受到了用户的欢迎,但是整合在一起的服务器如何分配资源,并保证每一个应用的正常运行呢?服务器从小变大是一个问题,而将大块计算资源分成小块也是一个问题。虚拟服务器技术的出现轻松地解决了服务器合并的问题,从而受到更多企业用户的青睐。

2.3 灾难恢复

很多人可能觉得灾难恢复和虚拟服务器技术无关,但灾难恢复解决方案是一个非常常见的虚拟化服务器部署方案。许多组织发现允许实时访问和提供冗余系统(如 SAN)的灾难恢复方案是极其昂贵的,但某些虚拟化技术本身就提供了备份/恢复和迁移的功能。某些虚拟化服务器技术能够实现几乎零宕机实时迁

移,且无需存储局域网(SAN)的支持,从而将任何由系统故障等灾难性事件带来的威胁降低到最小化。此外,由于虚拟化服务器可以被激活、重起且可在限定的时间内创建重要服务器,所以虚拟化服务器在短时间内快速成为经济高效且具有更高管理性能的灾难恢复解决方案之一。

2.4 基础设施管理

人们设想未来所有的资源都透明地运行在各种各样的物理平台上,资源的管理都将按逻辑方式进行,完全实现资源的自动化分配。这需要深层次的数据中心虚拟化、自动化,这显然必须提供大量的虚拟化技术和自动化工具。

服务器虚拟化正是为这样的目的而设计,它实现了软件和硬件的隔离,还实现了不同虚拟服务器之间的隔离,辅以大量自动化的自助工具,为服务器的管理提供了完美的解决方案。

这两种隔离不仅提高了虚拟服务器的安全性,同时也减少了服务器计划更新升级的宕机时间,由于实现了软硬件的隔离,硬件的更新对虚拟服务器根本不会带来任何影响,如果需要更换服务器或升级底层操作系统,用户只需要进行简单的迁移工作,仅需几秒钟,这个虚拟服务器就可以立即工作,不会为终端用户带来任何影响。同时,虚拟服务器技术提供了丰富的管理工具允许终端用户参与虚拟化服务器的重起、重装、迁移和备份/灾难恢复等管理维护工作,从而极大地降低了对客服技术人员的需求,降低了客服人员所需的成本。

2.5 高级虚拟主机

虚拟主机技术的出现,使得在互联网上建立站点的资金门槛大大降低。可以说,正是这样的虚拟技术构筑起了互联网的大厦。但随着互联网的普及,客户常常抱怨虚拟主机作了过多限制,稳定性不好,资源很难保证。尤其是安全性不好,服务经常出故障,很难满足现有客户的需求。现在的虚拟主机用户对虚拟主机服务也提出了更高的要求,用户需要安全、稳定的环境,甚至是对部分资源的控制权。

2.6 基于虚拟机技术的网络应用

通过虚拟机技术将一台 Workstation 配置成由若干台虚拟机组成的局域网,并在它上面开发测试各种网络应用无疑为网络爱好者和经费相对紧张的高校和研究机构提供了很好的实验环境。

另外,服务器的安全性也是现在最热门的话题。在虚拟机技术的帮助下,一个虚拟机无法直接访问另一个虚拟机上的资源,就如同各自运行在不同的物理机器上,这使得一个应用的安全漏洞不会影响另一个

应用。此外通过在 VMM 层对它上面的虚拟机资源访问施加安全认证可以有效地实施整体安全认证,例如通过 VMM 对属于特定用户群的虚拟机的网络访问实施限制等^[4]。

3 虚拟机技术展望

虚拟化代表着这样一个巨大趋势,就是把物理资源转变为逻辑上可以管理的资源,打破了物理结构之间的壁垒。在未来,所有的资源都透明地运行在各种各样的物理平台上,资源的管理都将按逻辑方式进行,完全实现资源的自动化分配,而虚拟化技术成为实现这一理想的唯一工具。

虽然虚拟化的概念和实施最早来源于大型服务器主机,但随着以英特尔和 VMware、微软等为代表的软硬件厂商将虚拟化技术引入 x86 平台,一个崭新的虚拟化时代即将到来。著名的市场调研和分析机构 Gartner 认为未来十年内,虚拟化将是 PC 行业所面临的最具革命性的一种技术。

虚拟化技术是企业 IT 基础设施建设和管理上的一个重大进步,虚拟化技术降低了 IT 基础结构总成本,并为企业 IT 用户提供了更好的服务水平,显著提高了 IT 资源灵活性且极大地降低了 IT 基础设施的复杂性。

在服务器领域,虚拟化可以带来更高的部件及系统级利用率,带来具有透明负载均衡、动态迁移、故障自动隔离、系统自动重构的高可靠服务器应用环境,以及更为简洁、统一的服务器资源分配管理模式。

在工作站环境中,虚拟化可以在单个工作站中整合多种环境,让开发人员在同一平台上的各个分区中托管一个连续叠合的软件堆栈(其中包括生产版本)。这可以提高硬件的使用率并简化整个产品周期的管理工作。

虚拟化除了可以为台式机带来类似数据中心的灵活性和响应能力外,还可以结合 iAMT(主动管理)技

术对 PC 实施远端控制,在不影响终端用户工作的情况下运行安全和管理服务,甚至通过独立的分区来过滤网络流量,防止病毒或者恶意代码到达用户终端。

双核处理器及 64 位平台支持功能为虚拟化技术提供了一个更加稳定可靠的平台基础,也使英特尔硬件辅助虚拟化(VT)技术的优势得到进一步的巩固。从处理器、芯片组、内存、基本 BIOS、存储设备到显卡,下一步将实现把 I/O 设备映射到系统的虚拟机;这意味着一个更广泛部署的硬件虚拟化技术——实现包括计算、存储、I/O 处理在内的整个计算平台的虚拟化^[5]。虚拟机技术正日益受到 IT 业界的重视,尤其是 VMware 已经被 80% 以上的全球财富 100 (Fortune 100)企业或组织所采纳,随着 Microsoft 下一代操作系统对虚拟化技术支持的到来,虚拟机必将得到全面的应用^[6]。届时,整个计算机资源得到更充分的管理和利用,系统的性能、可靠性、安全性和可管理性也将实现质的飞跃。

参考文献:

- [1] 董耀祖,周正伟.基于 x86 构架的系统虚拟机技术与应用[J].计算机工程,2006(7):71-73.
- [2] Barham Dragovic B, Fraser K. Xen and the Art of Virtualization[C]//Proceedings of the 19th ACM Symposium on Operating Systems Principles. Bolton Landing, N USA: Virtual Machine Monitors, 2003:164-177.
- [3] VMware. 通过 VMware 虚拟化软件降低服务器成本[EB/OL]. 天极网. 2007-04-03. <http://searchsmallbizit.techtarget.com.cn/whitepaperssu/166/3151166.shtml>.
- [4] 杨天识.虚拟机常见应用简介[EB/OL]. 赛迪网. 2007-03-28. <http://www.xuniji.com/xunihua/view.asp?id=64>.
- [5] Intel Corporation. Intel Virtualization Technology for IA-32 Processors (VT-x) Preliminary Specification [EB/OL]. 2005. <http://developer.intel.com>.
- [6] 张丽喆.英特尔 VT 技术开创普遍虚拟化计算时代[EB/OL]. 2006-06-03. 天极网.

(上接第 249 页)

参考文献:

- [1] 史威福特 L.S. 客户关系管理加速利润和优势提升[M]. 杨东龙译. 北京: 中国经济出版社, 2001.
- [2] 朱爱群. 客户关系管理与数据挖掘[M]. 北京: 中国财经出版社, 2001.
- [3] 范爱萍. 数据挖掘在 CRM 中的应用研究[J]. 软件导刊, 2005(15):20-23.
- [4] 谢尧. 制造业中 CRM 的阶段实施和数据挖掘[J]. 计算机系统应用, 2005(10):58-61.

- [5] 朱明. 数据挖掘[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002.
- [6] 王珊. 数据仓库技术与联机分析处理[M]. 北京: 科学技术出版社, 1998.
- [7] 陈京民. 数据仓库与数据挖掘技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2002.
- [8] 何荣勤. CRM 原理·设计·实践[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [9] 万志华, 徐忠健. 数据挖掘在 CRM 中的应用[J]. 计算机工程与设计, 2004, 25:2324-2326.