

学校编码: 10384

密级 _____

学号: X2007221032

厦 门 大 学

工 程 硕 士 学 位 论 文

虚拟化工程应用及效益分析

Virtualization Engineering and Benefit Analysis

郑海斌

指导教师姓名: 吴锦林教授

专业名称: 计算机技术

论文提交日期: 2011年3月

论文答辩日期:

学位授予日期:

答辩委员会主席: _____

评阅人: _____

2011年3月

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

声明人(签名):

年 月 日

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，
于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

摘要

节约成本和提高效能是许多企业 IT 部门面临的难题。随着虚拟化技术的流行,很多企业开始考虑是否将其应用到本企业的数据中心,以获得理想的经济效益。那么服务器虚拟化方案是否适合所有的企业,是否一定会带来成本节约呢?答案并没有那么简单。

本文通过一个虚拟化工程案例,分析了企业分散独立的服务器与存储架构所带来的弊端,阐述了虚拟化方案是如何帮助企业解决当前架构存在的问题的,并详细说明了虚拟化实现的全过程,最后还对结果进行了效益分析。从而得出以下结论:并非所有的服务器都适合虚拟化。只有通过虚拟化评估符合一定条件的服务器,才适合采用虚拟化技术;并非所有的企业都会从虚拟化技术中获益。只有企业数据中心的可虚拟化服务器达到一定数量后,虚拟化方案才会有比较可观的效益。

关键词: 虚拟化 虚拟机 成本

Abstract

Many enterprises' IT departments are facing problems of cost savings and improving performance. With the popularity of virtualization technologies, many companies began to consider whether to apply it to the corporate data center to obtain the desired economic benefits. Is Server virtualization solution suitable for all businesses? Whether will it bring about cost savings or not? The answer is not so simple.

By a case of virtual engineering, this paper analyzes the drawbacks of the decentralized enterprise server and storage architecture, describes how virtualization solution to help enterprises solve the problems of the current structure, details the entire process of virtualization and has a benefit analysis of the results. There following conclusions from this article. One is that not all of the servers suitable for virtualization, only those servers who pass through the assessment of virtualization and meet certain conditions are suitable for virtualization. One is that not all businesses will benefit from virtualization, only when enterprise data centers can achieve a certain number of virtualized servers, the virtualization program will have considerable benefits compared.

Keywords: Virtualization Virtual Machine Cost

中文目录

摘要	I
Abstract	II
中文目录	III
Table of Contents	V
第一章 引言	1
第二章 背景知识	3
2.1 虚拟化介绍	3
2.2 VMware vSphere 简介及其架构	10
2.3 本章小结	30
第三章 VMware 数据中心虚拟化工程应用	32
3.1 项目背景	32
3.2 现状分析	32
3.2.1 生产系统服务器状况	32
3.2.2 性能统计数据	33
3.2.3 存在的弊端	33
3.3 解决方案	35
3.3.1 服务器整合解决方案	35
3.3.2 存储整合解决方案	35
3.3.3 方案结构图	36
3.3.4 方案配置	36
3.3.5 方案优势	37
3.4 项目实施	41
3.4.1 实施计划	41

3.4.2 设计规范	43
3.4.3 SAN 存储部署.....	45
3.4.4 VMWARE VSPHERE4.0 部署.....	52
3.4.5 配置虚拟架构	57
3.4.6 虚拟机创建和迁移	62
3.4.7 测试阶段	63
3.5 项目特色	70
3.6 效益分析	70
3.6.1 计算方式	68
3.6.2 成本数据	68
3.6.3 数据分析	69
3.7 本章小结	70
第四章 结论和展望	72
参考文献	74
致 谢	75

Table of Contents

Abstract.....	I
Abstract in English	II
Contents in Chinese	III
Table of Contents	V
Chapter 1 Introductions.....	1
Chapter 2 Background Knowledge.....	3
2.1 Virtualization Introductions	3
2.2 VMware vSphere Simple Introductions and Infrastrutes	10
2.3 Summary	30
Chapter 3 VMWare Data Center Application Virtualization.....	32
3.1 Projects Introductions.....	32
3.2 Analysis Current System.....	32
3.2.1 Status of Products System Server	32
3.2.2 Performance Data of Statistics.....	33
3.2.3 Existing Drawbacks	33
3.3 Solutions.....	35
3.3.1 Solutions of Server Consolidation	35
3.3.2 Solutions of Storage Consolidation	35
3.3.3 Structure Diagram of Solution	36
3.3.4 Configuration of Solution	36
3.3.5 Advantage of Solution	37
3.4 Implementation of Projects	41
3.4.1 Implementation Planning	41

3.4.2 Designing Rules	43
3.4.3 Implementation of SAN Storage.....	45
3.4.4 Implementation of VMware vSphere4.0.....	52
3.4.5 Configuring Virtual Frame	57
3.4.6 Designing Rules	62
3.4.7 Implementation of SAN Storage.....	63
3.5 Project Features	67
3.6 Benefit Analysis.....	68
3.6.1 Ways of Calculating.....	68
3.6.2 Data of Costing	68
3.6.3 Data Analysis	69
3.7 Summary	70
Chapter 4 Conclusion and Outlook	72
Reference	74
Acknowledgements	75

第一章 引言

当今企业的IT部门面临多方面的挑战，其中以下两个方面尤为重要：

(1) 节约成本

在当前严峻的经济环境下，由于预算减少，企业往往希望 IT 部门能够事半功倍。面对成本、资源和时间这三重压力，如何确保：既能不断创新，又能达成自身的服务级别协议 (SLA) 要求呢？

(2) 提高效率

对于今天的 IT 部门而言，能源消耗是一个非常关键的问题。仅在美国，数据中心在 2006 年就消耗了 45 亿美元的电力。行业分析机构 Gartner¹ 预计，未来 5 年，大部分企业数据中心花在能源（电力和散热）上的费用将与花在硬件基础架构上的费用一样多。

现在大多数服务器和桌面在开启后仅有 5-15% 的时间处于使用状态，而大多数 x86 硬件在空闲状态下仍需消耗正常工作负载所需电量的 60-90%。

分析公司 IDC³ 表示，以美国为例，未利用的服务器容量约相当于：

- 1,400 亿美元
- 3 年的硬件供应量
- 20 多万台服务器。

按照每台服务器每年排放 4吨二氧化碳 (CO₂) 计算，这些未利用的服务器每年将排放 80 多万吨 CO₂。这一数字不仅高于泰国全国的年排放量，甚至还超过了南美洲所有国家/地区一年总排放量的一半。[3]

利用 VMware 虚拟化，能立即实现可量化的成本节约，同时确保真正的业务灵活性，即具备针对不断变化的市场环境作出快速响应的能力。

VMware 官方资料显示：通过虚拟化将能源成本和能源消耗量降低多达 80%。VMware 虚拟化具有高级资源和内存管理功能，可实现 15:1 甚至更高的整合率，因而可将硬件利用率提高到多达 85%。使用 VMware 虚拟化，可以极大地减少能耗，同时又不会降低可靠性或服务级别。

本文从企业实际需求出发，结合VMWare虚拟化应用工程案例，论述回答了以下几个问题：

- 1) 当前企业数据中心架构存在哪些弊端？
- 2) 针对这些弊端VMWare虚拟化方案是如何解决的？
- 3) 该方案如何实现？
- 4) 该方案实现后有何效果特色？
- 5) 该方案如何满足企业对节约成本和提高效能的需求？

厦门大学博硕士论文摘要库

第二章 背景知识

2.1 虚拟化介绍

一 什么是虚拟化

对于不同的人来说，虚拟化可能意味着不同的东西，这就要取决于他们所从事的工作领域的环境。对于程序员来说，由于担心是否有可用内存存放自己的程序指令和数据，于是出现了虚拟内存。为了更好地时分共享（Time-sharing）昂贵的大型机系统，出现了虚拟服务器。然而，虚拟化技术的内涵远远不止虚拟内存和虚拟服务器。目前，已经有了网络虚拟化，微处理器虚拟化，文件虚拟化和存储虚拟化等技术，虚拟化以各种形式已经有几十年的历史了。

如果在一个更广泛的环境中或从更高级的抽象（如任务负载虚拟化和信息虚拟化）来思考虚拟化技术，虚拟化技术就变成了一个非常强大的概念，可以为最终用户，应用程序和企业提供很多优点。

抽象来说，虚拟化是资源的逻辑表示，它不受物理限制的约束。具体来说，虚拟化技术的实现形式是在系统中加入一个虚拟化层，虚拟化层将下层的资源抽象成另一形式的资源，提供给上层使用。通过空间上的分割和时间上的分时，以及模拟，虚拟化可以将一份资源抽象成多份。反过来，虚拟化也可以将多份资源抽象成一份。

总的来说，虚拟化可以把一个纷繁复杂，无计划性的世界改造成一个似乎是为人们的特定需求而度身订造的世界。

系统虚拟化是虚拟化技术中的一种，其抽象的粒度是整个计算机。

二 系统虚拟化

系统虚拟化是指将一台物理计算机系统虚拟化为一台或多台虚拟计算机系统。

现代计算机系统是一个庞大的整体，整个系统的复杂性不言而喻。因而，计算机系统被分成了多个自下而上的层次。图2.1所示的是一种常见的计算机系统中的抽象层。每一层次都向上一层呈现一个抽象，并且每一层只需要知道下层抽象的接口，而不需要了解其内部运作机制。

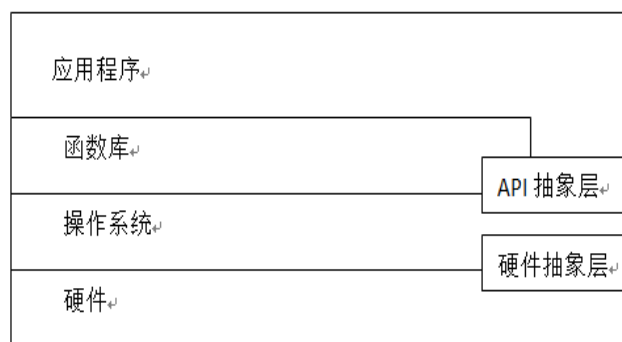


图 2.1 计算机系统的各个抽象层

每个虚拟计算机系统（简称虚拟机）都拥有自己的虚拟硬件（如CPU，内存和设备等），来提供一个独立的虚拟机执行环境。通过虚拟化层的模拟，虚拟机中的操作系统认为自己仍然是独占一个系统在运行。每个虚拟机中的操作系统可以完全不同，并且它们的执行环境是完全独立的。这个虚拟化层被称为虚拟机监控器（Virtual Machine Monitor, VMM）。

从本质上说，虚拟计算机系统和物理计算机系统可以是两个完全不同ISA（Instruction Set Architecture，指令集架构）的系统。例如，可以在一个x86的物理计算机上运行一个安腾的虚拟计算机。但是，不同的ISA使得虚拟机的每一条指令都需要在物理机上模拟执行，从而造成性能上的极大下降。当然，相同体系结构的系统虚拟化通常会有比较好的性能，VMM实现起来也会比较简单。虚拟机的大部分指令可以在处理器上直接运行，只有那些需要虚拟化的指令才会由VMM进行处理。

三 虚拟机的三个典型特征

一般来说，虚拟环境由三个部分组成：硬件，VMM和虚拟机，如图2.2所示。

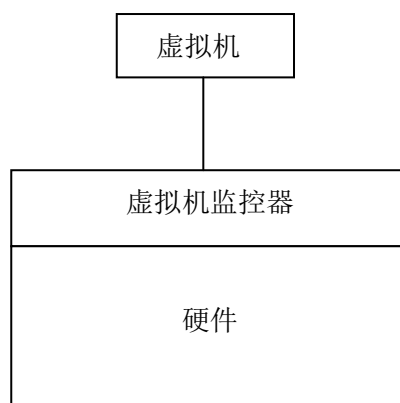


图 2.2 虚拟机环境的组成

虚拟机可以看作是物理机的一种高效隔离的复制，上面的定义里蕴涵了三层含义（同质、高效和资源受控），这也是一个虚拟机所具有的三个典型特征。

（一）同质是指虚拟机的运行环境和物理机的环境在本质上需要是相同的，但是在表现上能够有一些差异。例如，虚拟机所看到的处理器个数可以和物理机上实际的处理器个数不同，处理器主频也可以与物理机的不同，但是物理机上和虚拟机中看到的处理器必须是同一种基本类型的。

（二）高效是指虚拟机中运行的软件需要接近在物理机上直接运行的性能。为了做到这一点，软件在虚拟机中运行时，大多数的指令需要直接在硬件上执行，只有少量指令需要经过VMM处理或模拟。

（三）资源受控是指VMM需要对系统资源有完全控制能力和管理权限，包括资源的分配，监控和回收。

给定一个系统，其对应的体系结构是否可虚拟化，就要看能否在该系统上虚拟化出具备上面三种特征的虚拟机。

四 VMM的功能和组成

VMM的主要功能是基于物理资源创建相应的虚拟资源，组成虚拟机，为客户机操作系统提供虚拟的平台。

所以，VMM基本上可以分为两个部分：虚拟环境的管理和物理资源的管理。

（一）虚拟环境的管理

1. 虚拟资源

通过截获客户机操作系统对处理器，内存和外设等资源的访问，来构建一个虚拟环境。为此，VMM需要提供如下基本模块：

- (1) 处理器虚拟化模块。为虚拟机提供虚拟处理器
- (2) 内存虚拟化模块。为虚拟机提供虚拟内存
- (3) 设备虚拟化模块。为虚拟机提供虚拟I/O设备

2. 虚拟环境的调度

VMM可以同时构建多个虚拟环境，从而允许多个客户机操作系统并发执行，那么随之而来VMM必须实现一套策略来有效地调度。

VMM的调度程序和操作系统的调度程序类似。与操作系统一样，VMM的调度策略可以有多种，例如平均分配时间片来进行调度，或者按照虚拟机的权重来分配时间片进行调度等。

3. 虚拟机间通信机制

与操作系统中的进程间通信机制类似，虚拟环境下也存在虚拟机间通信机制。虚拟机间通信机制从实现上来说可以多种多样。通常VMM实现虚拟机间的通信机制，并向虚拟机提供相应的API，另外也提供虚拟机与VMM之间交互的API。

4. 虚拟化环境的管理接口

可管理性是用户挑选虚拟化产品的重要指标之一。

(二) 物理资源的管理

与操作系统一样，VMM本身也承担了全部或者部分物理资源管理的角色。

1. 处理器的管理

包括系统启动时检测并获取所有的处理器；对每个处理器进行初始化，如设置运行模式、设置页表、设置中断处理函数等；将所有的处理器纳入调度序列，由调度程序对处理器进行调度。

2. 内存的管理

包括系统启动时VMM检测并且获得所有内存；对获得的内存进行初始化，包括并设置页表等；提供内存分配的接口，以便VMM的其它模块能够获得/释放内存；给虚拟机分配内存，并且维护虚拟机物理地址与实际物理地址的映射关系，以供VMM的其他模块查询使用。

3. 中断的管理

VMM负责初始化并设置中断相关的资源，如处理器中断向量表、Local APIC和中断控制器（I/O APIC、8259 PIC）。当中断发生后，VMM是接收者，它会根据中断的来源，或者直接处理，或者转发到相关特权虚拟机来处理。

4. 系统时间的维护

VMM拥有和时间相关的硬件资源，因此，VMM负责维护系统时间，并且向各虚拟机提供虚拟化的时间。

5. 设备管理

在Hypervisor模型下，所有的外设都属于VMM，因此，VMM需要包含所有设备的驱动程序来管理这些设备。

在混合模型下，大部分的外部设备属于特权客户操作系统，由特权客户操作系统的驱动程序来管理这些外设。VMM也拥有少部分的设备，如用于调试的串口，因此也需要包含这些设备的驱动程序。

（三）其他模块

除了前面介绍的基本功能外，VMM还包括以下功能模块：软件定时器、多处理器同步原语、调试手段、性能采集与分析工具、安全机制、电源管理。

五 VMM的分类

（一）按虚拟平台分类

根据VMM所提供的虚拟平台类型可以将VMM分成两类：第一类VMM虚拟的是现实存在的平台，并且在客户操作系统看来，虚拟的平台和现实的平台是一样的，客户机操作系统察觉不到是运行在一个虚拟平台上。这样的虚拟平台可以运行现有的操作系统，无须对操作系统进行任何修改，因此这种方式被称为完全虚拟化（Full Virtualization）。第二类VMM虚拟的平台是现实中不存在的，而是经过VMM重新定义的，这样的虚拟平台需要对所运行的客户机操作系统进行或多或少的修改使之适应虚拟环境，因此客户机操作系统知道其运行在虚拟平台上，并且会去主动适应。这种方式被称为类虚拟化（Para Virtualization）。一个VMM可以既提供完全虚拟化的虚拟平台，又提供类虚拟化的虚拟平台。

（二）按VMM实现结构分类

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库