

虚拟存储技术的研究与比较

付云生 王开云

(中国工程物理研究院计算机应用研究所 绵阳 621900)

摘要 首先介绍了虚拟存储技术的概念和优点,随后详述了虚拟存储技术的3种实现方法及其优缺点,包括基于主机端的虚拟存储技术、基于存储设备的虚拟存储技术和基于网络的虚拟存储技术,并通过对所描述的虚拟存储技术进行比较和分析,得出了不同用户根据应用场景如何选择虚拟存储方式的结论。

关键词 虚拟存储,存储区域网络(SAN),对称/非对称

中图分类号 TP302.1 **文献标识码** A

Research and Comparison of Virtual Storage Technology

FU Yun-sheng WANG Kai-yun

(Institute of Computer Application, China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900, China)

Abstract We introduced the conception and advantages of virtual storage technology, three implementation approaches of virtual storage were detailed which is called host-based, storage device-based and network-based. According to the comparison and analysis of virtual storage described above, we gave the conclusion that users with different demands should choose the appropriate approach of virtual storage depending on the application scenario.

Keywords Virtual storage, Storage area network(SAN), Symmetrical/Asymmetrical

1 引言

近几年,伴随着信息科技的发展,互联网中信息和数据增长迅速,传统的存储模式和方法已经渐渐不能满足这些数据的存储需求。而虚拟存储技术可以在满足海量数据存储需求和提高存储空间利用率的同时,屏蔽异构操作环境带来的兼容性问题,实现自动与智能化的存储管理^[3]。因此虚拟存储技术在解决存储容量和存储效率等问题时体现的作用越来越大,也因此受到越来越多的关注。

本文主要介绍了虚拟存储技术的概念、优点及实施,通过对虚拟存储技术进行对比和分析,对其应用进行了分析和总结。

2 虚拟存储技术

虚拟存储是指一种将不同类型的存储物理媒介和不同层面的存储子系统通过软硬件技术转换到统一的用户存储应用中的技术^[7]。实际上虚拟存储是逻辑存储,是一种可以智能地、有效地管理存储数据的方式,它克服了传统数据存储过程的局限性,能够更加充分地利用异构平台的海量存储空间和高效的数据传输能力,从而为用户提供一个容量大、数据传输性能高的存储系统。

在实际应用中,相比于传统存储方式,虚拟存储技术在数据存储、管理和安全等诸多方面表现出了很强的优势,如下所述。

1) 虚拟存储技术可以提高存储系统的设备使用率以及系统整体的访问带宽。

虚拟存储技术很好地解决了目前用户所面临的数据存储效率低和存储空间浪费的问题,磁盘利用率可从传统存储系统的30%~70%提升到70%~90%。通常情况下,虚拟存储系统可以达到动态的负载平衡,通过指定的策略或机制将每一次数据访问需要的带宽合理地分配到各个存储模块上,从而极大地提高了系统的整体访问带宽^[3]。

2) 虚拟存储技术可以简化存储管理,降低存储系统及管理、运行及维护过程中的成本。

在虚拟存储环境下,无论后端物理存储设备是什么,存储系统识别的都是该设备的逻辑镜像。即使物理存储结构发生变化,也不会改变逻辑镜像,使得系统管理员无需关心后端存储设备的改变,只需专注于管理逻辑存储空间。所有的管理操作都比从前的存储设备更加容易,使得存储管理变得轻松简单^[8]。

3) 虚拟存储技术增强了存储系统的灵活性、可用性及扩展性。

虚拟存储技术屏蔽了大量异构设备的差异,能够实现存储资源的重配置和动态部署,可在不影响用户操作的前提下对物理存储资源进行改变、删除或升级,从而满足了用户业务动态变化的需求,提高系统的灵活性及可用性^[3]。

4) 虚拟存储技术提高了存储系统的安全性和可靠性。

虚拟存储技术可通过制定和应用数据安全访问策略对数

本文受中国工程物理研究院科学技术发展基金(2009B0403049)和国家“九七三”重点基础研究发展规划项目基金(2010CB328104)资助。

付云生(1986—),男,硕士生,主要研究方向为软件开发技术与方法,E-mail: fuyunsheng1943@gmail.com;王开云(1964—),男,研究员,主要研究方向为网络与信息安全。

据和服务进行可控和安全的访问,避免数据被越权访问或受到恶意攻击。虚拟存储系统可以在不中断正常存储服务的前提下实现对存储容量和存储服务的扩展、添加和更替存储设备,并且通过采用高效的故障预测、故障检测、故障隔离和故障恢复技术来保证系统的高可靠性。

3 虚拟存储技术的实施方式

3.1 基于主机端的虚拟存储

基于主机端的虚拟存储是一种相对简单的实现形式,主要依赖于代理和管理软件。通过在服务器上安装虚拟存储管理软件,将存储镜像映射到外围物理存储设备上,主机端除了在逻辑上分配数据外,对外围存储设备不再有其他控制。这种方式的主要优点是:可以在不需要硬件设备支持的条件下实现多样的存储管理,并能够提高存储系统的可管理性、安全性和可靠性,所以实现成本很低。但难以克服的缺点是:平台依赖性太重,扩展性差,且兼容性不好,给主机带来的开销较大,调度工作会影响服务器的应用性能。其存储模型如图 1 所示。

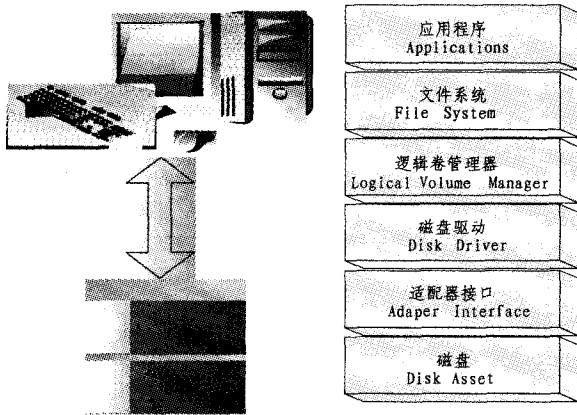


图 1 基于主机端的虚拟存储模型

3.2 基于存储设备的虚拟存储

与其他虚拟存储技术相比,基于存储设备的虚拟存储是较为常用的一种虚拟存储方式。它通过在阵列控制器上将一个存储阵列划分为多个存储空间以供不同的主机进行访问来实现存储管理。这种虚拟存储的物理存储设备通过大规模的 RAID 子存储系统和多个 I/O 通道连接到管理服务器上,智能控制器提供缓存、基于 LUN 访问控制和其他(如数据复制等)管理功能。这种方式的优点是:提高了磁盘利用率和系统对于存储设备的控制性和管理性。但缺点也较为明显:系统可以支持的设备规模有限,兼容性较差,在系统存储体异构的情况下表现更为明显。其存储模型如图 2 所示。

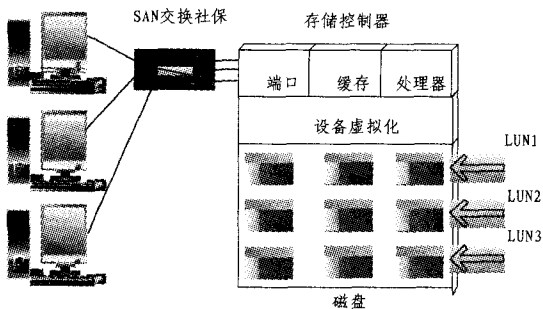


图 2 基于存储设备的虚拟存储模型

3.3 基于网络的虚拟存储

基于网络的虚拟存储是利用软、硬件相结合的方式通过网络与外围存储设备建立逻辑镜像,系统除了分配存储数据外,对外围存储设备没有其他控制。这种虚拟存储方式通过中央虚拟化的方法将网络中的物理存储设备进行集中管理,从而大大降低了存储管理的成本。从技术实现角度上讲,基于网络的虚拟存储技术又可分为带外虚拟存储和带内虚拟存储。其主要区别在于通过存储网络的过程中,数据信息和控制信息是否使用同一通道进行传输。

3.3.1 带内(In-Band)虚拟存储

带内虚拟存储(又称作对称式(Symmetric)虚拟存储),其控制交换设备直接存在于存储设备和服务器之间,存储时数据信息和控制信息使用同一通道进行传输,通过虚拟存储控制设备上运行的软件来管理所有的存储设备,组成一个存储池,其中多个存储设备能够以一个逻辑分区的形式提供访问和存储服务。其存储模型如图 3 所示。

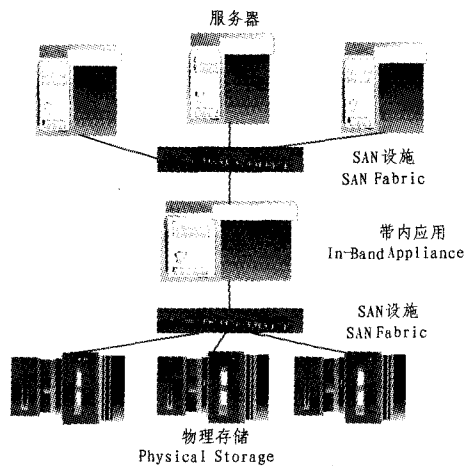


图 3 带内虚拟存储模型

这种虚拟存储方式的优点主要有:

- 1) 不需修改主机节点;
- 2) 具有平台无关性。

其缺点主要有:

- 1) 虚拟化功能部件作为 I/O 路径上的集中环节容易造成 SAN 系统性能瓶颈;
- 2) 系统的扩展性能相对较差,使得高可用性扩展设计变得非常复杂。

3.3.2 带外(Out-Of-Band)虚拟存储

带外虚拟存储(又称作非对称式(Asymmetrical)虚拟存储),其控制交换设备独立于服务器和存储设备,运行在控制交换设备之上的软件对存储设备进行统一管理,并形成逻辑存储单元和存储设备的映射表,系统中任何主机初始化时,均要通过虚拟存储控制器获得存储设备的映射表,才能访问虚拟存储单元。这种结构既保持了对称式虚拟存储的灵活性,又没有降低系统性能或增加设备成本。其存储模型如图 4 所示。

这种虚拟存储方式的优点主要有:

- 1) 用户端可以直接对存储设备进行访问,基本不存在延迟;
- 2) 系统的配置灵活,开放性和扩展性能较好;

[11] Dayal U, Hsu M, Ladin R. Organizing long-running activities with triggers and transactions [J]. ACM SIGMOD Record, 1990,19(2):214

[12] Huebscher M C, McCann J A. A survey of autonomic computing-degrees, models, and applications[J]. ACM Computing Surveys(CSUR), 2008, 40(3):7

[13] Papazoglou M P, Traverso P, Dustdar S. Service-oriented computing; State of the art and research challenges[Z]. Computer, 2007;38-45

[14] Ardagna D, Comuzzi M, Mussi E. Paws: A framework for executing adaptive Web-service processes[Z]. IEEE SOFTWARE,

[15] Weber B, Reichert M, Rinderle-Ma S. Change patterns and change support features-enhancing flexibility in process-aware information systems[J]. Data & knowledge engineering, 2008, 66(3):438-466

[16] 廖军, 谭浩, 刘锦德. 基于 Pi-演算的 Web 服务组合的描述和验证[J]. 计算机学报, 2005, 33(4), 635-643

[17] 邓水光. Web 服务自动组合与形式化验证的研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2007

[18] Puhlmann F, Weske M. Using the pi-calculus for formalizing workflow patterns[C] // Proceedings of Third International Conference on Business Process Management, 2005:153-168

(上接第 203 页)

3)系统的安全性较高,不会造成带宽瓶颈和单点故障。

缺点主要有:

- 1)需要在主机上增加代理软件;
- 2)数据访问的安全性难以控制。

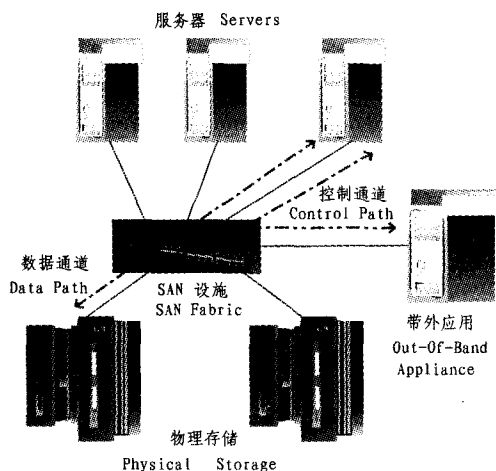


图 4 带外虚拟存储模型

4 虚拟存储技术比较分析

结合以上所介绍的虚拟存储技术原理及优缺点,我们从以下方面对其进行对比,如表 1 所列,并根据对比结果进行分析。

表 1 虚拟存储技术比较

	基于主机端	基于存储设备	对称式	非对称式
通用性	否	否	是	是
单节点上可管理性	不支持	不支持	支持	支持
服务器 OS 独立性	否	是	是	是
文件系统独立性	否	是	是	是
存储子系统独立性	是	否	是	是
复杂性	简单	简单	复杂	复杂
存储池	不支持	支持	支持	支持
性能	较高	较高	较低	较高
SAN 扩展性	低	低	低	高
安全性	低	高	高	高

从以上对比不难看出,从通用性、可扩展性、独立性、复杂性和安全性等方面考虑,对称式虚拟存储和非对称式虚拟存储技术表现均较为良好;而在性能方面,非对称式虚拟存储比

对称式虚拟存储性能更良好。

通过以上分析,我们得出以下结论:对于低端用户实现虚拟存储最好的方式是基于主机端的虚拟存储,该种架构虽然扩展性和安全性都不是很好,但其实施简单,能耗及成本都较低,能够满足低端用户对于存储的需求;对于高级用户或者企业实现虚拟存储最好的方式就是通过非对称式架构使用 SAN 应用和代理的结合。这种方法在可扩展性、性能、可靠性等方面具有明显优势,不仅能够满足高端用户海量数据存储的需求,也保持了较低的成本和能耗。

结束语 本文主要介绍了 3 种虚拟存储技术方式的实现及其优缺点,并从通用性、独立性、复杂性、扩展性和安全性等方面对其进行了比较,通过分析得出了对于不同需求用户应选择何种虚拟存储方式的结论。虚拟存储技术在实际应用中也存在一些局限,例如与其结合的应用服务多面向高端用户,不同厂商产品、用户技术标准的不统一为其实施带来更大的困难等,这些问题的解决还有待我们进一步的研究。总而言之,虚拟存储技术在不断的研究和发展中,一定会体现出越来越大的价值。

参考文献

[1] 郑纬民, 汤志忠. 计算机系统结构(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2000:98-144

[2] 张成峰, 谢长生, 罗益辉, 等. 网络存储的统一与虚拟化[J]. 计算机科学, 2006, 33(6): 11-14

[3] 陈其铭, 张宇, 林荣. 虚拟存储技术及现状分析[J]. Computer Knowledge And Technology, 5(2): 452-453, 473

[4] 柏新才, 吴学智, 马宁. 虚拟存储技术及应用分析[J]. Ship Electronic Engineering, 2008, 1: 761-961

[5] High Performance Storage Virtualization Architecture[R]. A Store White Paper, <http://www.store-age.com>

[6] 谭生龙. 存储虚拟化技术的研究[J]. 北京: 微计算机应用, 2010, 31(1): 33-38

[7] 康潇文, 杨英杰, 杜鑫. 基于虚拟存储的数据容灾关键技术研究[J]. 成都: 计算机应用研究, 2009, 26(7): 2603-2606

[8] 徐梦, 宗坤. 虚拟存储技术的研究和应用[J]. 安徽: 计算机与信息技术, 2010, 1: 37-38

[9] Gibson G A, Meter R V. Network-attached storage architecture [J]. Communications of the ACM, 2000, 43(11): 37-45