

基于 SAN 的快速灾难恢复技术^{*}

SAN-based Balefulness Restore Technology

蔡皖东 陈亚滨 戴冠中

(西北工业大学计算机系 西安710072)

(西安交通大学电信学院 西安710049)(西北工业大学自控系 西安710072)

Abstract Fast balefulness restore technology is an importance part of network security architecture . It can reduces system loss and fast restores system functions while the system is attacked or occurs fault. In this paper, a SAN (Storage Area Network)-based Balefulness Restore system and resource management technology for the system are discussed. The system provides high balefulness tolerance performance and effectively ensures network information system security by system fault tolerance and dynamic backup/restore technology.

Keywords Network system security, Fast balefulness restore, Cluster server, Storage Area Network

一、引言

从网络安全防护体系来看,网络安全应当由安全防护、动态检测和攻击反应等环节组成,安全防护环节通过防火墙、访问控制和身份认证等技术提供基本的网络安全保护,既要保证合法用户能够访问网络资源,又要保护网络系统不受非法用户的入侵,它是网络安全的基础;动态检测环节通过漏洞扫描和入侵检测等技术对网络系统安全状况进行监控和检测,及时发现攻击者的入侵行为,并适时发出安全警告;攻击反应环节在系统遭受攻击时通过攻击阻断和灾难恢复等技术适时地做出反应,将损失减少到最低程度。因此,在一个完整的网络安全防护体系中,这些环节都是不可缺少的,它们应当协同工作,形成一个闭环控制链和有机整体。

由于网络的开放性和互连性,以及现阶段使用的网络协议(如 TCP/IP 协议)和网络系统存在着先天性的安全缺陷和漏洞,为攻击者实施网络攻击提供了可乘之机。任何安全防护技术和入侵检测技术都不可能做到万无一失,对攻击行为的漏防漏检现象时有发生,近年来所发生的大型网站被攻击而限于瘫痪的事件充分说明了这一点。因此,快速灾难恢复技术对于减少遭灾后的系统损失、迅速恢复系统运行具有重要意义。

传统的灾难恢复系统主要采用系统冗余和数据备份技术来解决系统容错和灾难恢复问题,典型的是集群服务器技术和磁带(盘)备份技术。由于这些技术都是基于传统网络平台的,在系统性能、抗灾能力、恢复速度以及服务质量等方面存在很多缺陷。

基于 SAN(Storage Area Network)的灾难恢复技术采用全新的网络体系结构来解决系统容错和灾难恢复问题,克服了传统灾难恢复系统的缺陷,能够远程、快速和高效地恢复受损的系统。

二、基于 SAN 的灾难恢复系统组成

SAN 是近年来国际上提出的一种新型的网络存储模式,在物理结构上,将集群服务器中的服务器和存储设备(如 RAID 磁盘、磁带机以及 CD-ROM 光盘等)分离开,各自构成

独立的网络节点,它们之间通过 SAN 连接设备(集线器或交换机)连接起来,组成一种独立于数据传输网络的存储网络;在存储策略上,采用集中式存储机制,由 SAN 设备取代服务器对整个存储过程实施集中式的控制和管理,而服务器只承担监控工作。这样就减少了对服务器处理时间的占用,服务器可以腾出更多的 CPU 时间去处理客户的服务请求,提高了服务器的吞吐能力。并且 SAN 中的存储设备之间可以不通过服务器进行快速的数据备份和恢复,减少了因网络备份和恢复对网络带宽的占用。SAN 是以光纤通道(Fibre Channel, FC)技术为基础的,FC 可以提供高达 1Gb/s 的传输速率和长达 10km 的传输距离,使 SAN 具有良好的数据分布性和网络吞吐量。

基于 SAN 的灾难恢复系统(SAN-based Balefulness Restore System, SBRS)将通过集中式管理机制对集群服务器中的 RAID 磁盘、磁带机以及 CD-ROM 光盘等存储资源进行统一的管理,实现跨服务器平台的数据存储、共享、备份和恢复,最大限度地发挥集群服务器存储资源的整体效益,其网络系统结构如图1所示。

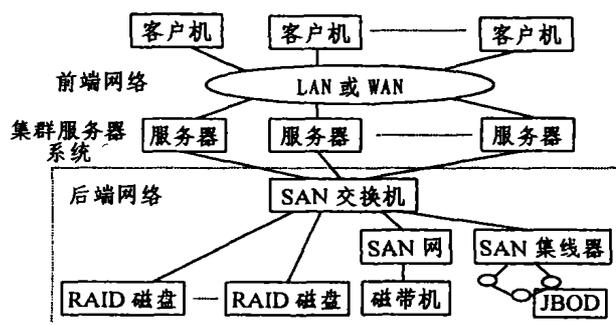


图1 SBRS 体系结构

在这个网络体系结构中,由前端网络、服务器群和后端网络组成一个大型集群计算环境,前端网络由客户机、LAN 或 WAN 和服务器群组成,服务器群面向客户提供数据传送和网络服务。后端网络由服务器群、SAN 和存储设备组成,通过集中式存储管理机制实现数据存储和备份。由服务器群来桥

^{*} 本课题得到国防基础基金资助。

接前端网络和后端网络,前端网络的所有客户都可透明地访问后端网络中所有的存储设备。

在这种大型的集群计算环境中,由 RAID 磁盘阵列、磁带机、JBOD(Just a Bunch of Disks)磁盘等存储设备组成异构的网络存储系统,各个存储设备可以远程分布和部署,它们通过 SAN 交换机实现互连,其传输距离长达10km,并且以1Gb/s 传输速率进行数据交换。这样就为远程数据存储和共享以及快速数据备份和恢复提供了良好的网络基础结构。

在这种网络基础结构上,通过信息防护技术建立有效的网络信息防护机制,通过灾难恢复技术实现数据备份、系统容错和快速恢复机制,通过网络安全管理系统使信息防护技术和灾难恢复技术相互融合,建立高强度的网络信息安全防护体系。

三、系统资源管理技术

在 SBRS 环境中,需要对两种系统资源实施集中式管理:一是服务器群中的计算资源;二是存储器群中的存储资源。这可以通过构造两个管理器来实现:一个是流量管理器,它负责对整个服务器群中的计算资源进行统一的调度和管理,所有发送给服务器群的客户请求都由流量管理器先接收下来,然后流量管理器根据服务器群中各个服务器的工作状态和负载能力,采用适当的流量分配算法(如加权最小连接算法、加权轮询算法等)将客户请求再分配给服务器群中的某个服务器,由该服务器具体执行客户请求,并返回执行结果。从而实现基于服务器群的负载均衡和系统容错功能;另一个是存储管理器,它负责对整个存储器群中存储资源进行统一的调度和管理,通过构造一个虚拟存储池,建立存储器群的单一存储器映象,采用一定的存储管理算法对服务器的访问请求和虚拟存储池进行管理和调度,从而实现存储资源的透明访问和数据共享。

为了实现灾难恢复功能,存储管理器必须提供动态备份和恢复功能,对关键数据进行周期性备份,当存储管理器检测到存储器中一些特征信息被破坏,便立即启动恢复功能,从数据备份中恢复数据。并且数据备份和恢复由后端网络执行,不占用前端网络的带宽,使面向客户的前端网络服务质量得到充分的保证。这样,通过系统容错和动态备份与恢复技术提供

了高容灾性,有效地保证了网络信息系统的安全。

结束语 传统的集群服务器一般采用分布式存储策略,存储能力分布在集群服务器中的各个服务器上,每个服务器都直接连接和管理各自的存储设备,必然花费很多的 CPU 时间去处理数据存储,并且集群服务器的整体存储资源得不到充分的利用。同时,网络数据备份和恢复要占用很大的网络带宽,从而加重了网络的拥塞,降低了网络性能,难以保证灾难恢复的速度。

SBRS 通过集中式管理机制对集群服务器中的 RAID 磁盘、磁带机以及 CD-ROM 光盘等存储资源进行统一的管理,实现跨服务器平台的数据存储、共享、备份和恢复,最大限度地发挥集群服务器存储资源的整体效益。SBRS 具有如下的优点:

(1)实现网络信息的远程分布、冗余和备份,提高了网络信息系统的可用性、容错性和可恢复性。

(2)将服务器的数据传送和存储相分离,并且以专用网络带宽实现高速化的网络数据备份和恢复,提高了集群服务器系统的吞吐能力,大大改善了网络传输的拥挤现象。

(3)统一使用集群服务器系统中的存储设备,避免了各个服务器单独使用存储设备的负载不均衡现象,易于实现网络化的海量存储,提高了网络系统的可扩展性和可伸缩性。

(4)存储设备独立于服务器平台,易于实现不同服务器平台之间的数据共享、备份和恢复,提高了多平台组网和信息安全防护能力。

参考文献

- 1 蔡皖东. 基于 SAN 的高可用性网络存储解决方案. 小型微型计算机系统, 2001(3)
- 2 Mary J. Launching a storage-area net. Data Communications, 1998, 27(4):64~72
- 3 Christensen B. Building a storage-area network. Data Communications, 1998, 27(6):67~70, 74
- 4 <http://www.snia.org>.
- 5 <http://www.data.com/tutorials/building.html>.
- 6 <http://www.storage.ibm.com>.
- 7 <http://www.stortek.com>.
- 8 <http://www.veritas.com>.

(上接第77页)

- 23 Nordström B, Petersson K, Smith J. Programming in Martin-Löf's type theory. An introduction. Oxford University Press, 1990
- 24 Nordström B, Petersson K, Smith J. Martin-Löf's type theory. A Chapter in the Handbook of Logic in Computer Science, 1994
- 25 Tait W. Infinitely long terms of transfinite type. In Formal systems and recursive functions, Amsterdam, North-Holland, 1965. 176~185
- 26 Thompson S. Type theory and functional programming. Addison-Wesley, 1991
- 27 Troelstra A S, van Dalen D. Constructivism in Mathematics. An Introduction, volume I. North-Holland, 1988
- 28 Troelstra A S, van Dalen D. Constructivism in Mathematics. An Introduction, volume II. North-Holland, 1988
- 29 Barras B, et al. The Coq Proof assistant user's guide (Version 6.3.1):[Technical Report]. INRIA, 1999
- 30 Constable R L, et al. Implementing Mathematics with the NuPRL Proof Development System. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1986
- 31 Gimenez E. An application of co-inductive types in Coq: verification of the alternating bit protocol. In Workshop on Types for Proofs and Programs, number 1158 in LNCS. Springer-Verlag, 1995. 135~152
- 32 Gimenez E. A calculus of infinite constructions and its application to the verification of communicating systems:[PhD thesis]. Ecole

Normale Supérieure de Lyon, 1996

- 33 Gimenez E. A tutorial on recursive types in Coq:[Technical report]. INRIA, March 1998.
- 34 Gordon M, Milner R, Wadsworth C. Edinburgh LCF, volume 78 of Lecture Notes in Computer Science. Springer-Verlag, 1979
- 35 Luo Z, Pollack R. LEGO proof development system: User's manual:[Technical Report ECS-LFCS-92-211, LFCS]. Computer Science Dept., University of Edinburgh, The King's Buildings, Edinburgh EH9 3JZ, Scotland, May 1992. Updated version. See <http://www.dcs.ed.ac.uk/home/lego/>
- 36 Lena and Bengt Nordstrom. The ALF proof editor and its proof engine. In: The Formal Proc. of the 1993 Workshop on Types for Proofs and Programs, Nijmegen, 1994
- 37 Gallier J. Logic for Computer Science - Foundations of Automatic Theorem Proving. John Wiley and Sons, 1987
- 38 Gallier J. Constructive logic Part I: A tutorial on proof systems and typed λ -calculi. Theoretical Computer Science. 110(1193), pp249~339
- 39 Gentzen G. Investigations into Logical Deduction. In: E Szabo, ed. The Collected Papers of Gerhard Gentzen. North-Holland Publishing Company, 1969
- 40 Goubault-Larrecq J, Mackie I. Proof theory and automated deduction. Kluwer Academic Publishers, 1997
- 41 Prawitz D. Natural Deduction, A Proof-Theoretical Study. Almqvist and Wiskell, Stockholm, 1965