

数字图书馆存储区域网络构建策略^{*}

萧德洪 黄国凡 刘海伟

(厦门大学图书馆 福建 361005)

【摘要】 分析存储区域网络、光纤通道和基于IP的光纤通道等存储技术,提出数字图书馆存储区域网络的构建策略。

【关键词】 存储区域网络 数字图书馆 SAN FC FCIP

【分类号】 G250.76 TP391

The Construction Strategy of SAN in Digital Library

Xiao Dehong Huang Guofan Liu Haiwei

(Xiamen University Library, Fujian 361005, China)

【Abstract】 The paper analyses storage technology, such as SAN, FC, FCIP, and draws up the construction strategy of SAN in digital library.

【Keywords】 Storage Area Network Digital library SAN FC FCIP

数字图书馆构建目标是以数据存储和网络服务为中心,建设一个分布式、规模化和有组织的数据库和知识库系统,向用户或用户团体提供即时信息服务,实现收藏数字化、传递网络化和服务系统化。为此,数字图书馆必须拥有用户需要的各类数字型、研究型海量信息,必须提供方便而完备的网络条件。然而在存储系统方面,目前大多数图书馆的硬件平台相互独立、产品质量参差不齐、存储管理软件功能不完善,这些缺陷增加了管理大容量数据的难度以及运行维护成本。如不及时加以改善,可能会造成以下后果:存储设备容量不足,原有的SCSI总线速度不能满足大量数据的读写需求;存储服务器的可扩充性和兼容性差,不同系统间数据交换复杂,数据读写性能低;维护、扩充、升级费用高;数据可靠性低,不利于系统数据备份及恢复等。

1 SAN、FC、FCIP

由于数字图书馆的海量存储特性和对网络服务能力的需求,建设存储区域网络(Storage Area Network, SAN)已经成为数字图书馆技术战略中心之一。按存储网络工业协会(Storage Networking Industry Association, SNIA)的定义, SAN指的是通过一个单独的网络(通常是基于光纤通道的高速网

络),连接存储设备和网络服务器群,当有海量存取需求时,数据可以通过SAN在相关服务器和后台存储设备之间高速传输。

在SAN的发展历程中,光纤通道(Fiber Channel, FC)技术显示出速度、性能、可靠性和灵活性等方面的强大优势。FC是利用专用设备进行数据高速传输的一种网络标准,类似以太网和ATM,主要用于连接服务器的干线(Backbones)以及把服务器连接到存储设备上。FC技术在存储网络领域流行的主要原因在于它所提供的高速数据传输能力。FC的速度一般在1.06Gbps,比千兆以太网或622Mbps的ATM网络快得多。相对于千兆以太网技术(速率稍高于1.25Gbps),FC技术也有优势,其所具备的可扩展性可提供高达2.12Gbps或4.24Gbps的数据传输速度,10Gbps的解决方案也在研发中。FC技术的另一项优势是采用较大容量的帧格式。ATM的帧容量约为53字节,千兆以太网采用可变长度的帧,其大小为0-1.5Kb。而FC的帧在0-2Kb之间。由于处理大量数据吞吐的表现出众,作为理想的服务器间干线,FC正在快速地替代SCSI,成为存储设备(如RAID阵列、磁带库备份设备等)所采用的核心技术。

FC技术还有一个优势是可靠性。它支持无错封包传输(Confirmed Delivery of Packet),当然有些协议也实现了无错封包传输,但FC技术是在硬件级实现,并因此提升了性能。FC还完全支持Qos(Quality

收稿日期:2003-11-10

* 本文为CALIS二期“数字图书馆基地”“厦门大学知识资源港”项目组“存储区域网络”子课题论文。

of Service)。Qos 是为应用程序保证带宽服务的技术(如进行视频会议时,即使网络满载或超负荷,Qos 也能保证视频会议所用带宽不受影响)。

FC 技术具备更好的灵活性。它可以采用 IP 协议、SCSI 协议,也可以什么协议都不用。在传导介质方面它支持光纤(传导距离大约在 6 公里左右)或是铜缆(距离短一些),而在铜缆介质中,又可以支持电话线或是同轴电缆。与 ATM 和千兆以太网相同,FC 还支持交换技术,以及点对点回路和共享带宽闭合回路(Shared Bandwidth Loop Circuits)。

尽管优势明显,FC 也存在局限。其中之一就是距离:根据光纤技术规范,基于 FC 的 SAN 局限于 10 公里或更近的范围。另外,与以太网和 IP 网络用户相比,FC 现有用户数量较少,如果使用 FC,图书馆需要增加设备或人力的投资。不过,基于 IP 的光纤通道(FCIP)为大规模的 SAN 提供了新的解决方案。FCIP 是因特网工程任务组(The Internet Engineering Task Force, IETF)的一项 TCP/IP 网络光纤通道架构的建议标准,该标准可作为除了密集波分多路复用(Dense Wave Division Multiplexing, DWDM)和暗光纤(Dark Fiber, DF)的架构之外,连接 SAN 的一种全新选择。FCIP 通过 IP 网络两端之间建立的 IP 隧道来传输光纤通道数据:在发送端,帧被封装到 TCP/IP 之中;在接收端,IP 包解包之后得到的光纤通道帧被发送给目标结构。与纯粹的 FC 相比,FCIP 的优点在于数据通过 IP 传输,可连接分布于广阔地域的 SAN,跨越空间限制,架构起任何人、任何应用、任何系统都可以安全连接的大型存储空间,实现数据的即时交换与更新。对于拥有总馆和分馆且已经使用光纤通道的大型图书馆,应用 FCIP 非常理想,具体实施时可先利用 FC 以传统方式在总馆的一幢大楼或一片区域内构建 SAN,然后通过 FCIP 把分布于各分馆的 SAN 连接起来(应用示例见图 1)。

2 SAN 的构建

2.1 SAN 的三个要素

SAN 有三个要素:网络互连结构、管理软件和存储系统。

网络互连结构中的部件包括主机总线适配器、互连线缆/光缆、光纤通道协议、网桥、集线器以及交换机等。管理软件方面,除了强有力的监控能力之外,还应具备从网络或存储设备提供的数据中检测出即将

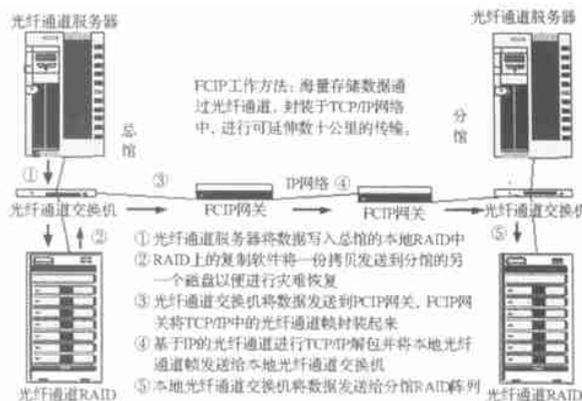


图1 FCIP在大型图书馆的应用示例

产生的故障或即将发生的传输瓶颈的能力,从而可以提前进行干预。存储系统则包括磁盘、RAID 设备、存储服务器等,还包括通过 FC 连接的磁带机、光驱、SCSI 设备等构件。

2.2 构建前的决策评估

首先必须确定需要解决哪些主要的应用问题,这是进行 SAN 部署时的核心因素。如果对存储系统的容量、可靠性、易用性有较高的要求,那么,基于 SAN 的存储方案将是图书馆的正确选择。其次,对速度、带宽和连接距离的需求,这是决定部署 SAN 的关键因素。基于 FC 的存储技术带来的高可靠性实现了对数据资源毫无阻隔的访问。而对长距离线缆、多种连接介质的支持以及组成系统的可靠设备元件,则使得 SAN 成为对设备连接距离和方式有特殊需求用户的理想之选。较大型的图书馆一般拥有大规模的馆舍,有些大型图书馆甚至拥有几个分布在不同地域的分馆,应对这种情况,SAN 可以实现完美的存储格局。第三,对数据共享和数据集中的需求,是考虑向 SAN 技术迁移的基本因素。图书馆数字化决策层对数据基于 SAN 的共享级别和数据形态必须有清醒的认识。此外,从资金的角度考虑,在决定构建 SAN 时,对交换机、线缆和主机总线适配器等部件所投入的费用要有基本的了解。对于无法一次投入大量资金的图书馆而言,SAN 的灵活架构有一个显著的好处,就是可以分期分批投入建设,直至最终全面实现大规模的存储体系。

2.3 实施步骤

SAN 的构建过程,包括软件和硬件设备的安装。从决策层面上分为设计、实施和维护三个阶段;而从方案设计角度来说可分为 4 个实施步骤:数据收集与分析、架构设计与原型测试、原有硬件的迁移、系统管

理。

数据采集是建立 SAN 的基础,它由一系列交流形成,其中包括 SAN 方案组所有相关人员的交流,得到的答案可编成技术需求文档,然后通过对数据的分析,可得到组成 SAN 解决方案的光纤数量、每一条光纤的端口数和性能特性、满足这些配置所需的硬件的估量等。构造网络是一个复杂的系统工程,架构设计是规避风险的重要方法。与此同时,需要安装 SAN 的测试环境,为模拟实际的架构而建立一个 SAN 的原型,用以测试设计的配置。应注意测试所有组件的互操作性,安装软件和调试应用程序时应了解所有重要功能并对纠错、容错能力进行评估。测试过程中通过对软件和硬件的仔细甄别与抉择,可以避免大多数兼容性问题。迁移是一个相当重要的步骤,在部署 SAN 的过程中,我们需要将复杂的组件逐步引入图书馆的实际网络环境中,逐一迁移、投入运行,将风险最小化。SAN 的管理维护阶段也是 SAN 产生实际效应的时期。在这一阶段,可能要添加、改动或移除组件,并对现有组件进行管理、监控和故障诊断。

为尽可能保障 SAN 的良好运行状况、较长的运行时间,扩展功能时必须严格遵照原始的、经过测试和审批的参数,因为一旦改动原始方案,都需要重复经历如前所述的整个周期。总之,SAN 系统的建立不仅要注意到每一设备间的互通互连性及功能的实现,也要考虑到系统的可管理性及对已有投资的保护。

2.4 安全策略

与 IP 网络一样,存储设备也容易受到已公布的各种安全威胁的攻击,如系统漏洞、拒绝服务、未授权访问、数据丢失等。SAN 的安全策略体现在三个层面:系统与连接、存储结构、子系统与介质。系统与连接的危险来自于计算机系统和连接于存储网络的网关设备,它们与 IP 网络联系在一起,访问配置不当和简单的管理控制常常导致系统漏洞,一俟应用软件发生对系统设备的访问,存储网络便面临未授权访问、

拒绝服务的威胁。存储结构包括通过存储阵列进行连接的集线器、路由器、交换机等,这些设备大多支持远程管理,所以物理安全措施无法防御远程边界之外的攻击。万一交换机或管理防御机制被攻破,就会严重危害存储网络的服务和流量,并有可能造成毁灭性的数据破坏,即使采用了强大的访问控制机制,配置不当或刚初始化的交换机仍有可能导致严重后果。存储子系统和介质方面的风险常常比数据传输中的危险更持久,因为在许多情况下,借助于间接手段也能访问到存储数据,如暂存磁带、磁带轮换及磁带保管等均提供了访问存储数据的机会。诚然,大多数图书馆很难有多余的存储资源和资金来满足备份、复制、镜像及分布式存储等方面不断增长的需求,但为了确保数据安全,应该根据存储功能和业务的必要性,对安全风险进行评估,尽量采用多层防御策略,如:系统和设备配置、测试、审查和监控、访问验证、LUN 屏蔽、端口分区、物理访问控制以及传输期间的存储数据保护等。

3 结 语

存储系统正朝着高性能、高可用性和可管理性的方向发展。“SAN——完全的解决方案”,是近来各大存储厂商纷纷提出的口号。SAN 的存储架构在性能扩充、容灾安全、网络升级诸方面具有显著优势,基于 SAN 的高可靠性海量存储及其相关应用,将为数字图书馆的数据挖掘和数据共享体系提供强有力的支持,从而大大提高数字图书馆的数字资源服务能力。

参考文献:

- 1 蔡晓东. 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): 284-287
- 2 李世畅, 陶 洋, 胡 敏. 基于存储区域网的 Fiber Channel 技术. 光纤与电缆及其应用技术, 2002(5): 13-16
- 3 沈建苗编译. 守护 SAN 的三大危险区. 计算机世界, 2003(28): E11, E12.

(作者 E-mail: gfhuang@xmu.edu.cn)

(上接第 92 页)

发展的文章,以及有关系统维护技术、网络维护技术、设备维护技术等方面的指导性文章,为我国图书情报事业的现代化作出了贡献。

参考文献:

- 1 邱均平. 文献计量学. 北京: 科技文献出版社, 1988
- 2 杨新涯. 《现代图书情报技术》的文献计量分析. 现代图书情报技术, 1996(4): 56-59

- 3 邱均平. 科学文献自引的统计与分析. 情报学刊, 1989(10): 16-21
- 4 韩秀兰, 陈秀娥. 《中国图书馆学报》自引分析. 中国图书馆学报, 1996(6): 69-74
- 5 骆柳宁. 《图书情报工作》自引分析. 图书情报工作, 2002(5): 41-44
- 6 陈彩平, 卢山. 《现代图书情报技术》评介. 现代图书情报技术, 1999(4): 53-55

(作者 E-mail: huqun_hq@sina.com.cn)