

文章编号: 1007- 2985(2005) 01- 0112- 03

高校设备管理系统的可靠性研究^{*}

梁高永¹, 李龙军²

(1. 吉首大学物理科学与信息工程学院, 湖南 吉首 416000; 2. 湘西自治州疾病预防控制中心, 湖南 吉首 416000)

摘 要: 数据是管理系统中的重要资源, 也是系统中最不稳定和最复杂的因素. 笔者对高校设备管理系统的可靠性的内容和方法进行了研究, 提出了提高高校设备管理系统的可靠性方法.

关键词: 设备管理; 可靠性; RAID; 备份

中图分类号: TP311. 13

文献标识码: A

随着计算机网络技术的发展, 高等学校的设备管理工作已步入了一个新的台阶, 设备管理工作由以前的手工管理或计算机单机管理过渡到计算机网络自动化管理. 这种管理方式在给人们带来便捷、高效的同时, 也给管理者带来因系统数据丢失而造成重大影响的危险. 因此, 一个完整的管理系统除了具备完善的功能外, 还应该具有抵御各种突发灾难, 出现错误及时排错的能力.

数据是管理系统中最重要资源, 其他资源如场地设施、硬件、器材、操作系统、人员甚至应用软件都是最终可替换的, 并且它们最终也都是为数据信息提供服务的, 而系统配置信息、运行日志和用户数据库等数据信息却是不可取代的. 同时, 数据信息也是系统中最不稳定和最复杂的因素, 不必说大的自然灾害和风险, 即便是一般的硬件、软件或操作故障都将导致机内重要数据的损毁.

1 系统可靠性研究的内容

高校设备管理系统的可靠性主要包括如下内容:

(1) 软件的可靠性. 软件可靠性是指在规定的时间内, 程序成功运行的概率. 软件的可靠取决于 2 个方面, 1 个是软件产品的测试与验证, 另 1 个是软件开发的方法与过程. 对于一般高校而言, 自己不必去开发设备管理系统, 而尽量采用比较成熟的、经过多方实践的系统, 另外还应多考虑该系统所能实现的业务功能, 是否满足学校的需求.

(2) 硬件的可靠性. 硬件是一切系统可靠运行的基础.

(3) 人员的可靠性. 人员可靠性在整个系统可靠性中扮演重要角色, 因为系统失效的大部分原因是人为差错造成的. 人的行为要受到生理和心理的影响, 受到其技术熟练程度、责任心和品德等素质方面的影响. 因此, 人员的教育、培养、训练和管理以及合理的人机界面是提高可靠性的重要方面.

(4) 环境的可靠性. 指在规定的环内, 保证系统成功运行的概率, 这里的环境主要是指自然环境和电磁环境.

2 实现数据可靠性的方法和技术

2.1 备份冗余

数据备份是指将系统硬盘上的原始数据冗余地复制到其它存储介质上, 以便在出现数据丢失或损毁时将可以把数据恢复到硬盘上, 从而避免应用系统的失效. 备份系统有以下几种结构类型.

2.1.1 基于主机的备份 这是最基本的方式, 常采用双机热备的方式, 即 2 台(或更多)服务器之间通过网络进行数据的高

* 收稿日期: 2004- 10- 25

作者简介: 梁高永(1970-), 男(苗族), 湖南省会同县人, 吉首大学物理科学与信息工程学院实验师, 主要从事多媒体计算机现代远程教育教学与研究.

速传输,从而使二者的数据内容完全镜像,主备机同时工作,当 1 台设备出现故障时,系统自动切换到另 1 台机器上,以保证系统的正常运行.其数学模型有如电路中的并联模式,如图 1 所示.系统可靠度的计算公式为

$$R = 1 - (1 - R_1)(1 - R_2) \dots (1 - R_n).$$

其中 R_i 为各并联支路系统的可靠度.

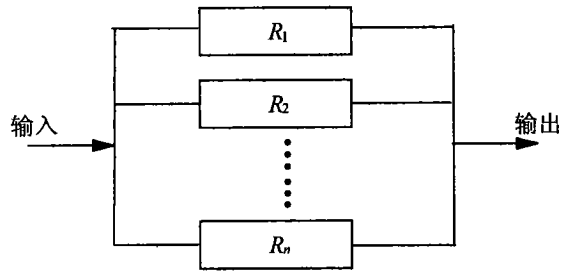


图 1 设备冗余设计的数学模型图

2.1.2 基于 LAN 的备份 在局域网(LAN)中的某台应用服务器上安装网络数据备份管理服务器软件,作为整个网络的备份服务器,其上连接大容量存储设备(如磁带库),然后在

网络中其他需要进行数据备份处理的机器上安装备份管理客户端软件,通过 LAN 将数据集中备份到与备份服务器连接的存储设备上.在这种方式下,当备份数据流过大时,LAN 可能不堪重负,甚至崩溃.

2.1.3 基于存储区域网络 SAN 的备份 在 SAN (Storage Area Network) 上,可以平等地访问服务器和存储设备,具有极高的数据独立性,可较充分地体现资源共享.基于 SAN 的 LAN-free 虚拟专网备份技术可以把备份数据流从 LAN 移向 SAN,从而使 LAN 得以摆脱用户网络流量的重负;基于 SAN 的 Server-less 第 3 方备份技术可以进一步减轻数据服务器的负载,充分保证备份的传输效率和可用性.

2.1.4 基于 Internet 的备份 一般是把数据备份业务外包给一些专业性的应用服务商 ASP,ISP 等,通过 Internet VPN 方式,有选择地在异地站点作远程备份,可以提供更为广域的灾难恢复和抗毁机制.

2.2 RAID 技术独立磁盘冗余阵列

RAID(Redundant Arrays of Independent Disks) 是 1 种使用多硬盘驱动器来存储数据的冗余磁盘系统.由于近些年来磁盘及磁盘驱动器价格都已经下降到了极为低廉的水平,因此存储工业用“独立(independent)”代替了 RAID 中“廉价(Inexpensive)”一词.根据 RAID 的结构、要求及数据处理特点,一般分为 RAID0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 与派生的 RAID0+ 1 共 8 个级别标准,其中 RAID2 并未形成产品,应用较多的只有 RAID0, 1, 10, 5 四种.RAID 将多个类型、容量、接口一致的磁盘组成阵列,使其能以某种快速而可靠的方式来存储数据,高级别的 RAID 确保在某张磁盘失效时,阵列能够有效地防止数据丢失.在主机和磁盘组之间提供接口的 RAID 控制器使整个磁盘阵列成为一块读写速度快、存储容量大、性能可靠的虚拟磁盘,并象一块磁盘那样易用.

笔者将为不同的 RAID 级别建立起相应的数学模型,下面的例子是基于 1 个由 4 个硬盘驱动器组成的磁盘阵列,所有的磁盘都假设在 100% 运转情况下 3 年内可以达到 90% 可靠性.

2.2.1 RAID0: 数据分割 其最基本的特征就是数据传输率高但安全性低.它将数据分割成若干块存储在 2 个或多个磁盘上,同时完成数据传输,其数据传输率基本上为所有磁盘之和,这样整个系统的性能会得以大大提高.但由于没有冗余,安全性很低,一旦阵列中某个硬盘出现故障,整个系统也随之瘫痪.

设想一个按 RAID0 设置的 4 个硬盘组成的磁盘阵列,其可靠性数值为

$$R_{array} = \prod_{i=1}^n R_{HDD_i} = \prod_{i=1}^4 0.9 = 0.9^4 = 0.6561.$$

这一结果表明:在 3 年内没有任何数据损失的概率为 65.61%,相反,发送数据故障的可能性是 34.39%.

2.2.2 RAID1: 磁盘镜像和双向化 与 RAID0 正好相反,RAID1 是追求可靠性而放弃性能的一种解决方案.它使用了磁盘镜像功能,提供了冗余容错机制,整个系统至少由 2 个硬盘组成.在此配置下,一个硬盘驱动器发生错误,不会造成数据损失,但硬盘使用率只有 50%.

4 个硬盘分为 2 组,每组里的 2 个硬盘组成镜像,然后再相连,即“先并联后串联”,则该磁盘阵列的可靠性的计算公式为

$$R_{array} = \prod_{i=1}^{RAID} [1 - (1 - R_{HDD})(1 - R_{HDD})] = \prod_{i=1}^2 [1 - 0.9(1 - 0.9)] = 0.9801.$$

这一结果表明在 3 年内没有任何数据损失的概率为 98%,相反,发送数据故障的可能性是 2%.

2.2.3 RAID0+ 1: 镜像分割 RAID0+ 1 吸收了上述 2 种标准的优点,是数据分割和镜像的结合,这种配置至少需要 4 块硬盘.在 RAID0+ 1 配置下,数据被分割到 1 个磁盘组然后再被镜像到另 1 个磁盘组上,从而导致了良好的性能和可靠性,硬盘使用率达 50%.其可靠性计算公式为

$$R_{array} = \prod_{i=1}^{RAID} [1 - (1 - R_{HDD}^2)(1 - R_{HDD}^2)].$$

对于有 4 块硬盘组成的 RAID3 系统,其可靠性为

$$R_{array} = \prod_{i=1}^2 [1 - (1 - 0.9^2)(1 - 0.9^2)] = 0.9291.$$

2.2.4 RAID3:带奇偶校验的比特级的数据分割 在RAID3中,RAID控制器将计算奇偶(错误修正)信息并且将它存储到指定的奇偶校验用磁盘驱动器。一旦某个磁盘出现故障,可以利用奇偶校验来重建数据,但冗余将丢失。如果在发生错误的硬盘恢复之前另1个硬盘又发生错误,则该RAID组件内的所有数据将丢失。RAID3至少需要3块硬盘驱动器来运行,在RAID3配置下 n 块硬盘驱动器的可靠性计算公式为

$$R_{\text{array}} = \sum_{j=k}^n \binom{n}{j} R_{\text{HDD}}^j (1 - R_{\text{HDD}})^{n-j}.$$

对于有4块硬盘组成的RAID3系统,其可靠性为

$$R_{\text{array}} = \sum_{j=3}^4 \binom{4}{3} R_{\text{HDD}}^3 (1 - R_{\text{HDD}})^{(4-3)} = \frac{4!}{3!(4-3)!} \times 0.9^3 \times (1 - 0.9)^{(4-3)} + \frac{4!}{4!(4-4)!} \times 0.9^4 \times (1 - 0.9)^{(4-4)} = 0.2916 + 0.6561 = 0.9477.$$

2.2.5 RAID5:带有分割的奇偶校验的数据分割 与RAID3不同的是,RAID3中所有的奇偶校验都集中在1块硬盘上,而RAID5则采用块分割将奇偶校验分布在多个硬盘上,即磁盘1中的奇偶校验块是磁盘2,3,4上的数据的备份数据映像,磁盘2中的奇偶校验块是磁盘1,3,4上数据的备份数据映像,依此类推。这种RAID系统消除了单个奇偶校验驱动器的瓶颈问题。同RAID3一样,其可靠性公式为

$$R_{\text{array}} = \sum_{j=k}^n \binom{n}{j} R_{\text{HDD}}^j (1 - R_{\text{HDD}})^{(n-j)}.$$

对于有4块硬盘组成的RAID5系统,其可靠性为

$$R_{\text{array}} = \sum_{j=3}^4 \binom{4}{3} R_{\text{HDD}}^3 (1 - R_{\text{HDD}})^{(4-3)} = \frac{4!}{3!(4-3)!} \times 0.9^3 \times (1 - 0.9)^{(4-3)} + \frac{4!}{4!(4-4)!} \times 0.9^4 \times (1 - 0.9)^{(4-4)} = 0.2916 + 0.6561 = 0.9477.$$

2.3 软件 RAID

软件 RAID 主要是指利用系统现有设备实现类似于 RAID0 或 RAID1 的阵列存储效果,即在系统配置的多个普通磁盘上利用高速缓存实现镜像冗余备份,根据操作系统又可分为基于 Novell 平台、Windows NT 平台和 Unix 平台的软件 RAID。软件 RAID 提供了一种调度设备的灵活性,并有利于发挥现有设备效益。

3 结语

充分考虑系统的可靠性是高校设备管理系统设计和应用的关键,因此,在系统设计和应用之前就要对有关可靠进行研究,使高校设备管理系统最终为各高校的教学科研发挥更大的作用。

参考文献:

- [1] ALGIRDAS AVIZIE, JEAN-CLAUDE LAPIRE, BANDELL. Fundamental Concepts of Dependability [A]. Boston: MA Press, 2000.
- [2] 王福文,周智敏,郭微光,等.基于磁盘阵列的高速数据录取系统实现方案[J].国防科技大学学报,1994,(4):59-62.
- [3] 王立平.一种数据高速存取及容错方案——RAID[J].泉州师范学院学报(自然科学).2000,(6):50-54.

Dependability Research of Equipment Management System of University

LIANG Gao-yong¹, LI Long-jun²

(1. College of Physics and Information Engineering, Jishou 416000, Hunan China;

2. Center of Disease Control and Prevention of Xiangxi Autonomous Prefecture, Jishou 416000, Hunan China)

Abstract: Data is the most instable and complicated factor as well as the important resource in management system. The author studies the content and method of dependability of equipment management system and puts forward the ways to improve dependability.

Key word: equipment management; dependability; RAID; backup