

Windows NT 的存储管理

贺军 裴先登 谢长生 (华中理工大学外存储国家重点实验室 430074)

摘要:本文阐述了 Windows NT 5.0 存储管理的底层结构子系统,以及帮助存储管理的服务。包括 NT5.0 的存储设备管理,NT5.0 文件系统的新特征,NT5.0 新的基于文件的服务。

关键词:Windows NT 即插即用存储 RSM 文件服务

一、前言

自从 Microsoft 公司的 Windows NT4.0 操作系统于 1995 年发布以来,基于 NT 的用户需求随着存储设备和存储介质特性的发展而不断变化。这种现状促使我们来介绍即将发布的 Windows NT 5.0 中存储管理的重要改变。NT5.0 新的底层结构能适应将来存储设备和介质的变化,提供一组具有更多功能的管理机制,并且在系统中支持更多的基础服务。尽管大多数改变对于传统应用和用户而言是透明的,然而对于那些想要在 NT 上推广更高级功能应用的软件制造商们,应该意识到从潜在的底层结构中能够大获裨益。

现在 NT5.0 能够支持存储设备的动态即插即用 PNP(Plug-and-Play),以及存储卷册的增长和嵌入,同

时 NT5.0 解除了盘符限制,并且结合了几种新的文件系统特征来辅助企业级存储方案的开发。

二、NT 的存储设备管理

Windows NT 5.0 对它的存储管理功能进行了重大的改变,以用于设备的检测和管理可移动存储设备。

设备被检测以及加入系统的方式,从一种相当静止的过程转变成为另一种动态的即插即用的过程。NT5.0 创立了一个称为一致性设备的对象,所以系统无论什么时候检测到新的硬件,都无需重新启动。同样,一个设备在任何时候脱离系统时,系统也无需重新启动。

在 NT5.0 以前的版本中,处理可移动存储的每一种设备,如 CD 唱机,磁带唱机和光盘库或磁带库,都完全

独立地被系统管理。因此,当两个应用程序或系统服务需要共享这种服务时,得不到系统底层结构的支持。NT5.0提供一个管理可移动存储的新的接口,就如同一个新的微型设备驱动库一样。这样,用户就能编写与设备无关的应用程序,从而在系统统一管理方式下共享这些资源。

1. 即插即用存储

Windows NT 5.0建立了一种新的系统底层结构与它的即插即用特性相适应。NT5.0定义一簇新的I/O请求包IRPs(I/O Request Packets)以通知在NT的内核中与存储有关的所有新的操作和事件。

NT5.0有一个内核子程序来执行总线的枚举和动态设备的检测。然而,对存储设备的动态硬件检测是各不相同的,往往是取决于与之相连的总线的类型。例如,SCSI设备需要SCSI总线重新刷新以确认刚刚连接上的硬件。新的总线结构,如通用串行总线USB(Universal Serial Bus),包括一种自动通知机构,当一个设备连接到总线时能够自动给操作系统发出相应的信号,从而让操作系统识别。

NT5.0开发了两个附加的内核子系统,区分管理器和嵌入管理器,来完成设备的检测。这两个子系统都使用软件抽象来确认存储卷以及卷嵌入点。这些子系统的现状与当前设备的动态行为相适应。

2. 可移动存储管理

可移动存储管理RSM(Removable Storage Management)所描述的集中存储被抽象地称为媒体池(Media Pool),一个媒体池是同质的媒体元素的集合命令。媒体池很象文件,也有属性,包括所有者和存储控制表。因此,媒体池可以在一个系统中共存并且仅在被明确授权后才能够被存储。

应用程序定义所需的媒体池来使用可移动存储设备。此外,系统管理两个通用池:自由池(Free Pool)和未承认池(Unrecognized Pool)。自由池是指媒体从一个媒体池中而被应用程序明确地解除分配。而未承认池是指媒体在系统中被检测到但还没有被任何应用程序所承认。

除了存储抽象层,RSM还提供了能够管理操作可移动存储媒体的设备的接口。该接口包括安装和卸载媒体调用,存档媒体到调用接口库,管理对话调用,控制库调用以及支持相应的操作。

为了管理这种类型的存储,RSM为系统识别的每一种媒体都提供独特的标识符(对那些支持条形码的设备,库管理器使用这些条形码作为识别过程的一部分)。服务维护一个内部数据库,存放所有用于管理可移动存储的信

息。所有对这些信息的更新很快就能完成。

三、NTFS的新特征

Windows NT有几个文件系统:NTFS、FAT、FAT32、CDFS和UDF。除了NTFS其他文件系统都是兼容的。兼容文件系统能在不同类型的媒体间交换文件。例如,文件分区表FAT(File Allocation Table)可用于3.5英寸磁盘:FAT32可用于Windows98的卷册;CDFS(CD File System)能够存取CD盘上的数据;而UDF(Universal Disk Format)可用于以DVD数据格式存储的数据。在Win32文件和目录中正确的接口调用,无需知道该文件系统类型下的文件和目录位于何处。NT系统中,系统管理员需要选择一种文件类型以格式化一个存储卷,否则缺省文件系统是NTFS。

NTFS5.0支持所有新的文件格式。因为这种新特性,盘上数据的根本格式发生改变,而且NTFS以前的版本不能存储NT5.0的卷。新的NT5.0特征集可划分为两个范畴:面向卷以及面向文件和目录。

NTFS5.0版本有一个控制操作,当它扩展容量以容纳一个更大的基本存储卷时,系统无需重新启动。例如,操作文件系统时,所有文件系统的基本状态就建立了,用来描述可用的附加存储——扩展分区映射和主文件表。一旦完成这种控制操作,NTFS就能利用新的可用存储空间来存放文件和目录。

NTFS支持动态卸载,NTFS首先定义一种内部资源来表示基本卷的存在,随后重构所有的内部操作,这样当这种资源可用时,这些操作才能开始。而且错误状态也能迅速响应以被处理。每一次存储被证实是已嵌入状态时,专门设计的添加指令能在一种共享的方式下获得卷资源。如果在非嵌入状态下发现该资源,那么存储操作将返回一个相应的错误状态,并且该资源被释放掉。

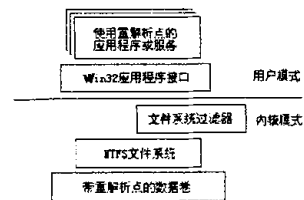


图1 NT I/O堆栈中位于NTFS文件之上的文件系统过滤器的结构示意图

NT的I/O系统靠安装内核级文件系统过滤器来增强NTFS基础操作。这些过滤安装到一个系统控制堆栈中,并且每一层都有两次机会来检查I/O请求。当请求向下通过堆栈和相应层时,使用完整的I/O路线;当请求从底层返回时,则向上通过堆栈。NT也让用户使用注册表中的信息来控制这些堆栈器中的相对次序。如图1所示,NTFS位于文件系统过滤器下层,这些过滤器为NTFS服务并且位于被NTFS使用的设备驱动器之上。

四、新的基于文件的服务

1. 文件复制

如果使用一种恰当的文件复制服务,那么对于大量共享文件的计算机组的管理,将会相应简化。通过建立给定的目录和子目录以在一组计算机中进行操作,用户能够存储这些普通的文件而彼此毫无干扰。如果待复制的文件集经常读出且很少更新,那么保持极好的复制的完全集将花费最少的费用。复制方案是多用户所有的且不需时钟同步操作。因此,更新可以来自于复制文件集中的任何成员。由于基本的拓扑结构和全面网络交通等因素,随后,更新会被传播以完成复制文件集。

文件复制服务使用变化日志来检测文件的更新,这将更新费用减少到最少,仅仅是发生改变的文件在系统中被操作。在初始化安装后,没有改变的文件决不会被复制服务存取。

2. 优化存储使用的宽卷服务

Windows NT5.0将提供有效和经济的存储管理,用于基于服务器和远程存储的环境中。

(1)单一实例存储。在基于服务器的环境中,常常在一卷中发现文件多个复本。这往往是由于系统的二进制化,系统的应用程序文件,或是系统为多用户存储共享等因素造成。单一实例存储服务确认数据在卷上被复制并且适当的关联取代一个普通的拷贝。如果一个普通数据通过任何关联修改的话,系统使用写时复制机制来产生拷贝后的存储数据的一个新版本。

减少一卷中存储的备份数的优点是节省空间和简化管理。例如在二进制系统中,如果管理者仅需要一个文件,那么一个程序的新版本的发行是容易进行的。

(2)远程存储。对于数据存储而言,一般是经常被存取的文件集发生改变,同时剩下许多文件很少被存取。

NT5.0中所述的远程管理,在系统的几个层次中支持高响应数据。这些服务完成一种策略:远程存储的需要对本地存储回调而言是透明的。而且更新文件属性的操作不产生一个回调。例如,如果一个用户给一个高响应文件设置了压缩属性,那么NT不会简单地调用该数据进行压缩,除非数据确实调用时,这种行为才会进行。

通过提供一个关联实现保护合法应用的正确操作,不增加不必要的诸如“没有空间”的错误状态,用户能经过远程存储扩展存储能力,同时减少非预期的操作。

3. 目录索引

一个系统中所有文件有目录索引的能力,就可以完成一类帮助查找长时期很少被使用的文件的新的咨询。即使低端PC机现在有4到6G字节的磁盘,查找不到一个文件的机率也是较高的。如图2所示,目录索引服务建立适当的索引,靠目录的帮助识别文件。使用这种服务,用户能使用任何词汇集进行搜索。用户除了使用传统的布尔型“与”和“或”操作之外,还可以使用诸如“下一个”的其他操作。

索引技术是可扩展的。此外,该服务也将识别出临时文件的短暂存活期,以及能识别出直到更新完成后才能继承索引的文件。

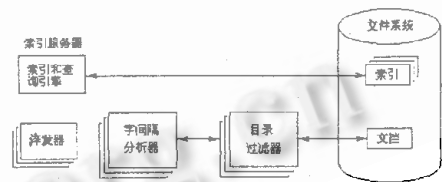


图2 目录索引服务图解

参考文献

- [1] D. A. Solomon, Inside Windows NT, 2nd ed., Microsoft Press, Redmond, Wash., 1998.
- [2] J. Richter, Advanced Windows, 3rd ed., Microsoft Press, Redmond, Wash., 1997.
- [3] L. F. Cabrera, B. Andrew, K. Peltonen, N. Kusters, COMPUTER, VOL 31, No. 10, IEEE Computer Society, 1998.

(来稿时间:1999年4月)