

文章编号 :1003-5850(2014)07-0062-05

VHD 文件结构解析

连建永¹, 顾忠明², 黄道颖^{1*}, 张安琴³

(1. 郑州轻工业学院, 郑州 450002 2. 上海鑫网计算机系统有限公司, 上海 200041 3. 建行江苏分行, 南京 210002)

摘 要 :VHD(Virtual Hard Disk)文件格式是一种重要的虚拟硬盘格式。通过对 VHD 文件格式的详细分析,论述了虚拟硬盘和 VHD 文件地址之间的映射关系,以及怎样在宿主文件系统上向不同类型的 VHD 文件中存储数据。并通过了解 VHD 的新版本 VHDX,明了新版本通过在结构上的改进,提高了性能指标。最后,对 VHD、VHDX 文件格式在虚拟化应用的前景做出展望。

关键词 :虚拟硬盘,虚拟化,文件系统,块,扇区

中图分类号 :TP23

文献标识码 :A

Parsing VHD File Format

LIAN Jian-yong¹, GU Zhong-ming², HUANG Dao-ying¹, ZHANG An-qin³

(1. Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China 2. Shanghai Kingnet Computer System Co. Ltd., Shanghai 200041, China 3. China Construction Bank of Jiangsu Branch, Nanjing 210002, China)

Abstract :VHD (Virtual Hard Disk) file format is an important virtual hard disk format. Through detailed analysis of the VHD file format, the mapping of addresses between virtual hard disk and VHD files, and how to store data in different types of VHD files on the host file system are discussed. Also, by learning a new version of VHD—VHDX, that the new version improve the performance indicators through improvements in the structure is known. Finally, there is a prospect of application of VHD, VHDX file format in virtualization.

Key words :VHD, virtualization, file system, block, sector

引 言

在大数据、云计算服务高速发展下,虚拟化技术的发展和部署显得极其重要,它是大数据和云计算等服务的技术基础。没有虚拟化技术,大数据和云计算的应用就不能充分发挥。而在虚拟化技术中,虚拟硬盘是虚拟化技术的基础与关键。

虚拟硬盘是虚拟化中数据的存储介质,存储着虚拟机的完整状态,并捕捉硬盘的数据更新和状态改变。本质上,虚拟硬盘是一种特定格式的文件,其对

外以一种明确的磁盘格式表征出来^[1]。在虚拟化技术的竞争中,Microsoft、VMware 及 Oracle 等厂商都制订了自己的虚拟硬盘格式规范,并取得了一定的应用市场。其中,Microsoft 凭借在操作系统方面的巨大优势,其所有的虚拟硬盘格式 VHD 获得了很广的应用,而且为满足数据资源的不断变化和工作负荷的不断增加,对虚拟硬盘格式进行改进,推出 VHD 的新版本—VHDX。

在微软的 VHD 文件格式规范中,虚拟硬盘以 VHD 文件格式的文件存储在宿主文件系统上,可通

* 收稿日期 2014-04-11,修回日期 2014-06-19

** 基金项目:河南省重点科技攻关项目(132102210418),郑州市科技计划资助项目(112PPTGY249-7),郑州轻工业学院研究生科技创新基金项目

*** 作者简介:连建永,男,1989年生,硕士研究生,研究方向:计算机网络及操作系统;通信作者:黄道颖,男,1967年生,硕士生导师,博士,教授,研究方向:计算机网络,分布式计算机系统。

过 Microsoft Virtual PC 和 Virtual Server, 或者磁盘管理器生成和管理。VHD 文件有 3 种类型: 固定方式、动态方式和差分方式。每 1 种类型都有着各自的文件格式。其新版本 VHDX 同样有这三种类型, 但其文件格式大有不同。本文就 VHD 和 VHDX 文件格式进行分析, 并论述其数据存储原理。

1 固定方式 VHD

固定方式是用相同容量的 VHD 文件模拟同样容量的一个虚拟硬盘, 固定方式的 VHD 文件在创建时, 已分配了全部的空间, 确定了大小, 不随着数据的写入而改变。图 1 是固定方式的 VHD 格式。



图 1 固定方式的 VHD 格式

由图 1 可看出, 固定方式的 VHD 格式分为两个结构: 数据区和尾部。数据区结构和物理磁盘相同, 即数据区的扇区与虚拟硬盘的扇区顺序映射。尾部结构是所有类型的 VHD 文件共有的结构, 位于文件的尾部, 占据一个扇区的大小。图 2 是尾部结构的完整格式(每行以 16 个字节为单位描述)。



图 2 VHD 文件的尾部结构

从图 2 可以看出, 尾部结构共有 512 字节, 其定义了 VHD 文件标志、类型、容量等相关信息。下面介绍尾部各个字段的意义。

(1) 标识 占 8 字节。这个字段表征是否一个合法的 VHD 文件, 固定写入了“conectix”字符串。

(2) 特性 占 4 字节。这个字段说明该文件支持的特定功能, 常用特性有: 无、临时、保留。无特性表明该文件没有嵌入特定功能, 特性为临时, 表明这是一个临时的 VHD 文件, 当关机时会被删除, 保留特性, 这一位始终被设置为 1。

(3) 版本 占 4 字节。表明 VHD 的版本信息。

(4) 数据偏移 占 8 字节。这个字段以字节存储了从文件开始到下一结构的绝对字节偏移量。

(5) 时间戳 占 8 字节。存储了文件的创建时间。

(6) 创建者信息 占 12 字节。共有 3 个字段: 创建者(占 4 字节)、应用版本(占 4 字节)、应用系统(占 4 字节)。创建者指创建该 VHD 文件的应用, 如 Microsoft Virtual PC 创建该文件, 则该字段写入“vpc?”; 应用版本是创建文件的应用的版本信息; 应用系统指出创建 VHD 文件的平台, 如 Windows。

(7) 初始长度 占 8 字节。以字节为单位写入了创建时的初始大小。

(8) 即时长度 占 8 字节。以字节为单位写入了当下 VHD 文件的大小。对于固定方式的 VHD 文件, 初始长度与即时长度相同。

(9) 参数 占 4 字节。描述了硬盘的 C/H/S 结构参数。目前已很少用到。

(10) 类型 占 4 字节。描述 VHD 文件的类型。其常见类型如表 1 所示:

表 1 VHD 文件格式的类型

类型	值
空	0
固定方式	2
动态方式	3
差分方式	4

(11) 尾部校验和 占 4 字节。这个字段只检验 VHD 文件的尾部, 但不包括数据部分。校验和是由尾部中除校验和字段的信息计算得到。如果校验和出错, 则认定文件损坏。

(12) 通用唯一识别码(UUID) 占 16 字节。每一块硬盘都有一个识别码, 用来识别硬盘, 即 128 位的通用唯一识别码。

(13) 标志 占 1 字节。这个字段用来表示硬盘是否处于保存状态(saved state)。如果磁盘处于保存状态, 则该字段置为 1, 不能执行对磁盘的压缩或扩展等动作。

(14) 保留字段 占 427 字节。这个字段置零。

2 动态方式 VHD

不同于固定方式的 VHD, 动态方式的 VHD 大小是随着写入的数据而动态变化的。当创建一个 2 GB 的动态 VHD 文件时, 它的初始大小可能仅为几 MB, 随着数据的写入, 动态 VHD 文件逐渐增加到最大值。

这是由于动态 VHD 文件是以稀疏文件方式进

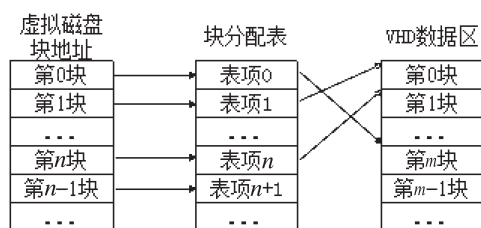


图 5 块分配表的分配法则

图 5 清晰地描述了虚拟硬盘的块到 VHD 文件的扇区的映射关系。块分配表的表项数目与虚拟硬盘块的数目保持一致,且磁盘的第 n 个块对应块分配表的表项 n ,但 VHD 文件的数据区的数据块的顺序不与此对应。图 5 中,块分配表的表项 0 为虚拟硬盘的第 0 块分配到 VHD 文件中以某扇区开始的第 m 块,即写入虚拟硬盘第 0 块的数据会存储在 VHD 文件的第 m 块数据块区域;块分配表的表项 $n+1$ 未为虚拟硬盘的第 $n+1$ 块分配空间,即磁盘第 $n+1$ 块没有数据写入。

2.4 数据区

由图 4 可看出,数据区有多个数据块,每个数据块包括一个 512 字节的扇区位图和 2 MB 的块数据。扇区位图表征本块内的扇区使用情况,若扇区位图中的某位为 1 说明对应扇区已使用,如果为 0,说明对应扇区未被使用。块数据默认为 2 MB,存储虚拟硬盘映射到该位置的数据信息。

数据块是随着数据的不断写入,块分配表动态分配的,数据块的多少和数据区也是动态变化,直至达到 VHD 文件设定的最大值。虚拟硬盘的块经块分配表分配空间后,指向数据块中的扇区位图,查看扇区位图的每一位,确认块数据区的使用情况,然后进行对数据的操作。

2.5 动态 VHD 的寻址过程

对于固定方式的 VHD 文件,虚拟硬盘的扇区与文件的扇区顺序对应,对固定方式 VHD 进行寻址,查找对应扇区即可。而对于动态 VHD,其数据块由块分配表动态分配,其虚拟硬盘和 VHD 文件的地址要经过层次的索引,进而达到存储或读写数据的目的。图 6 给出了动态 VHD 文件中磁盘到文件扇区的寻址过程。

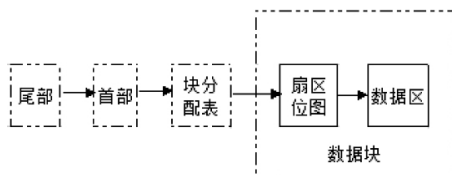


图 6 动态 VHD 的寻址过程

由图 6 可知,动态 VHD 的寻址过程如下:

(1) 读取动态 VHD 文件的尾部结构,确定是否动态 VHD 文件,以及首部的位置(通过尾部结构的“数据偏移”字段)。

(2) 读取首部,确定块大小,块分配表的位置和数量。

(3) 找到块分配表,定位对应块分配表项,读取表项的值。

(4) 根据分配表项的值,确定其值(数据块的扇区位图地址)对应的数据块,读取扇区位图,确定数据区域的扇区使用情况,然后读取数据,若分配表项的值为 0xFFFFFFFF,说明该块未写入数据。

3 差分方式 VHD

差分方式是 VHD 文件的第三种格式。差分 VHD 是建立在母盘(固定、动态或差分 VHD)上的快照,不能独立存在,依赖于功能完整的母盘,而且它仅存储自创建差分磁盘后的所有改动。

本质上,差分方式的 VHD 是一种动态 VHD,它的文件结构以与动态 VHD 相同,只是在尾部结构中“类型”字段为 4,表征这是一个差分 VHD。由于差分 VHD 不能独立运行,须依赖其母盘,因此在首部中的“母盘 UUID”、“母盘名称”及“母盘定位入口”等字段存储着有关重要信息:母盘 UUID、母盘名称用于差分磁盘识别母盘,母盘定位入口存储着差分 VHD 在不同平台(Windows 或 Mac 等)上的母盘的定位编码信息,用于在不同平台上的迁移^[9]。

使用差分 VHD 时,会同时打开差分磁盘和它的母盘。当对一个差分 VHD 进行写操作时,但把所写入的数据存储在差分磁盘上,不对母盘改动;对它进行读操作时,如果所读数据已经修改,则读取存储在差分磁盘上的改动数据,数据没有改动则读取母盘的原始数据。

4 VHDX

随着虚拟环境的工作负荷的增加以及性能要求的提高,VHD 文件格式需要适应这些变化。微软推出了一个新版本的 VHD 文件格式,称为 VHDX,它的设计上可以处理当前以及将来的工作负荷。

与旧的 VHD 格式相比,VHDX 的结构有了较大的改变。图 7 描述了 VHDX 的结构。

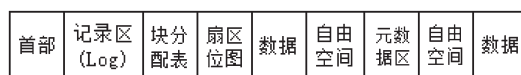


图 7 VHDX 结构

VHDX 以一个固定长度的首部开始,其后的个部

分不以特定的顺序排列,而是自由地组合在一起。从结构上看,VHDX 与 VHD 有着区别:

- (1) VHDX 没有 VHD 中的尾部结构;
- (2) VHDX 增加了记录区(Log),用于存储更新的元数据结构;
- (3) 元数据区设有用户元数据区;
- (4) VHDX 提供了比 VHD 的更大的块容量和扇区容量;
- (5) 相较于不同类型的 VHD 的结构有着很大的不同,不同类型的 VHDX 有着统一的结构,且各部分排序并不固定。

VHDX 结构的改变相应改善了虚拟硬盘的性能。VHDX 格式的虚拟硬盘支持的存储容量高达 64 TB,远远大于 VHD 格式的 2 TB;VHDX 中的记录(Log)区,可以通过记录元数据结构的更新,可避免因电源故障等损坏数据,提供内置的保护能力;元数据区设立用户元数据区,能够存储有关用户的自定义元数据;VHDX 提供更大的块容量和扇区容量,可让磁盘满足工作负荷的需求,提供较高的性能;VHDX 改进了虚拟硬盘的对齐方式,可适应新型物理磁盘[4]。

VHDX 作为新版本的 VHD 文件格式,其文件格式有了较大的改变,适应了高速发展的性能需求和技术需求,为大型的高性能的虚拟化部署提高基础支持。

5 结束语

(1) VHD 格式的虚拟硬盘有 3 种类型:固定方式、动态方式和差分方式。

(2) 固定方式的 VHD 的结构与物理磁盘相同,即虚拟硬盘的扇区和 VHD 文件的扇区一一对应,只是 VHD 格式定义一个尾部结构;动态 VHD 的结构与固定方式 VHD 大有不同,其容量随着数据的写入而动态变化;差分 VHD 格式与动态 VHD 相同,是以动态方式进行存储。

(3) VHDX 格式是近来提出的虚拟硬盘格式,其通过增加存储容量、保护数据并确保新型磁盘上的性能,满足不断发展的性能和技术需求。

(4) VHD、VHDX 等虚拟硬盘技术的应用是虚拟化技术的一个基础,可以为虚拟化部署提供灵活高效的技术支持。

参考文献:

- [1] 夏良.基于映像文件的虚拟磁盘存储技术研究[J].硅谷,2011(4):67,174.
- [2] 钱伟,沙晶.VMware 虚拟磁盘结构分析及在电子数据取证中的应用[J].中国司法鉴定,2011(2):60-64.
- [3] 马博峰.VMware、Citrix 和 Microsoft 虚拟化技术详解与应用实践[M].北京:机械工业出版社,2012.
- [4] 王淑江.Windows Server 2012 Hyper-V 虚拟化管理实践[M].北京:人民邮电出版社,2013.

(上接第 61 页)

识别失败,需要再次输入指纹识别信息。指纹识别的核心函数为 static int Dialog CompProcLog (HWND hDlg,int message,WPARAM wParam,LPARAM lParam),该函数具有较强的鲁棒性、健壮性,其实现代码如下:

```
GetWindowText (GetDlgItem (hDlg,IDC_CLASSNUM),class-
num,22);
info=classname+"info.txt";
fddata=open(info,O_RDWR); //open file
finfo=read(fddata,infodata,sizeof(infodata));
```

3 结束语

指纹识别技术是一种非常可靠的生物识别技术,指纹识别技术已经在金融保险、门禁验证等领域中得到了广泛的应用,本文基于指纹识别技术设计了一种 PDA 设备,该设备可以有效地输入指纹信息,并且与数据库中存储的指纹信息作比对,以便确认用户的指纹是否完全匹配。随着指纹识别技术的发展,毕竟有

更多的指纹识别算法,比如基于信息论、神经网络的算法得到应用,以改善指纹识别算法的性能。

参考文献:

- [1] 麻苏建.基于 PDA 的高速公路维修保养数据采集系统的设计与实现[D].成都:西南交通大学,2011.
- [2] 杨文杰.基于 PDA 平台的无人机飞行监视系统研究[D].长沙:中南大学,2011.
- [3] 欧雪梅.PDA 在门诊输液中的应用及效果[J].大众健康:理论版,2013(11):352-353.
- [4] 陈伟利,韩成浩.基于指纹识别技术的网络式门禁管理系统设计[J].安防科技,2012,12(2):48-50.
- [5] 李永平,王玲.基于指纹识别的机房管理系统研究[J].信息安全与通信保密,2011,9(7):73-75.
- [6] 王伟,李春明.基于 ARM—Linux 指纹识别系统的设计[J].电子设计工程,2012,20(15):180-183.



知网查重限时 7折 最高可优惠 120元

本科定稿，硕博定稿，查重结果与学校一致

立即检测

免费论文查重: <http://www.paperyy.com>

3亿免费文献下载: <http://www.ixueshu.com>

超值论文自动降重: http://www.paperyy.com/reduce_repetition

PPT免费模版下载: <http://ppt.ixueshu.com>
