

VxWorks下的SD卡开发

周玉辉

(中兴通讯研南京数据研究所)

摘要:SD卡是一种可移动的大容量的存储介质,在嵌入式系统里面已经有很广泛的应用了,但是采用vxworks系统开发的通讯设备产品中还没有得到大规模应用,即使有实现方式,也是通过USB接口来支持的,而将SD卡直接挂接使用的方式还很少应用。文章介绍了SD卡软硬件系统基本构成,根据开发的具体过程,描述了系统的驱动层次以及应用特性,其方法以可适用于在vxWorks上开发其它类的可移动存储设备。

关键词:SD卡, vxWorks, 嵌入式, 驱动, 文件系统

Development of the SD card under vxWorks

Zhou Yuhui

Abstract:The SD card is one kind of removable large capacity storage medium, has widely applied in embedded system, but used the vxworks system development in the communication equipment product not to obtain the large-scale application, even if there are ways to achieve that is through USB interface to support, and the SD card will be directly attached using very little of the way. This article introduces the SD card software and hardware system basic constitution, according to the concrete process which develops, describes the system driver layer as well as the application characteristic, its method also suitable to develops other kind of removable storage device under vxWorks.

key words: SD card, vxWorks, embedded, driver, file system

1. 前言

随着存储技术的发展,近几年内存的速率与容量在不断的提升,各个通信产品在这方面也都跟着市场的脚步,从SDRAM到DDR2,从100MHZ到333MHZ,甚至更高。而在通信产品上另外一项存储功能芯片FLASH上则一直没有得到提升。基本上这么多年都没有变化,都是用的几个老芯片INTEL 28F32之类的。而由于那些芯片容量有限,速率不快,存在功能不好扩展的缺点,且焊接在单板上,在工程应用时存在损坏不好更换,需要替换整个单板或者机盒,造成不必要的浪费。

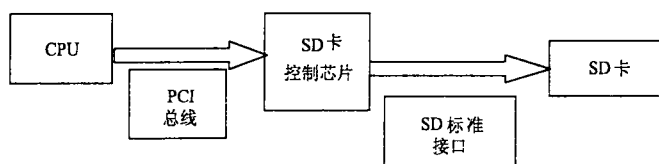
2. 软硬件的开发实现

那么我们该选用什么样的替代产品呢?在数码产品领域应用广泛的SD卡、CF卡、MMC卡这些可移动的存储卡,不仅容量大,速度快,而且是可插拔式的,更换方便,且价格日益低廉。与FLASH相比性价比高多了,正是理想的选择。但是由于是其大多数是应用于LINUX操作系统,在vxWorks操作系统下都还没有应用,本文提供了在vxWorks上应用的一个解决思路。

2.1 SD卡模块硬件简述

SD卡是为了满足安全、容量、性能等需求所特别设计出来的基于FLASH的存储卡。SD卡满足SDMI标准的版权保护机制,可以提供更快的速度以及更大的存储容量。SD/MMC卡是体积小(24mm*32mm*1.4mm),重量轻(<2克)的非易失性大容量存储设备。典型的卡容量为16MB、128MB、256MB、512MB直至4GB。硬件级别有两种方式访问SD卡:专用SD总线或者SPI总线。在使用时软件会选择使用其中一种接口。SD总线在性能上优于SPI总线,但需要增加额外硬件。

SD卡的DAT0~DAT3、CLK(时钟线)和CMD(命令线)分别连接到控制器芯片的引脚上。SD卡支持单线和4线读/写,前者通过DAT0进行数据串行传输,DAT1作为中断口,最高传输速率25Mbps;后者通过DAT0~DAT3分别进行串行数据传输,最高传输速率100Mbps。SD卡上提供一个九针(时钟、命令、4根数据线、3根电源线)接口进行通信。其硬件接口见图一。



图一 硬件接口示意图

CPU经过控制器的PCI总线去控制实现,而SD卡与控制芯片通过SD总线实现通信。

2.2 SD卡底层驱动的开发

SD卡驱动开发的主要内容包括:SD卡控制芯片初始化、时钟速率设置/恢复、寄存器读写、数据块读写擦、电源开关控制、卡在位检测、卡变动识别。根据这些功能给可以分为几个不同的层面开发。

(1) 硬件层接口

主要完成对SD卡控制器相应寄存器的设置,将对SD卡直接控制抽象为对SD卡控制器的操作,这是SD卡控制器最底层的读写访问操作。

(2) SD卡操作层

本层定义了各种命令请求和响应,实现了向SD卡发送各种命令的函数sd_issue_acmd()和读写SD卡内部寄存器等功能。SD总线上以位流的方式传送命令和数据,分别以0和1表示起始和停止。Command发起每个操作,通过

CMD线串行传输的。SD卡标准定义了两种命令：ACMD(Application specific command)和GEN-CMD(General command),后者可直接发送,所有的ACMD命令在发送前必须先发送CMD55命令,Response是卡对命令的响应,包括R1、R1b、R2、R3四种类型,通过CMD线传输。Data block通过DAT数据线传输,在写操作过程中,由DAT0线传输busy信号

(3) SD卡操作函数接口层

本层目的是为文件系统层提供所需的SD卡操作函数,主要包括:sdInitialize()-初始化SD卡;sdGetCapacity()-获得SD卡信息;sdDevRead()-读块数据,可支持单块与多块;sdDevWrt()-向SD卡中写块数据,支持多块与单块;sdDevErase()-擦除SD卡中的块。以单块数据写为例说明,当SD卡接收到单块写命令CMD24后,卡将发送给主机一个应答,并且等待主机发送一个发送数据块来,当应答R1为0时,说明可以发送数据,块大小设置为512字节,卡对每个数据块返回1字节长的应答,当其低5位为00101时,数据块被正确写入SD卡。数据块之后附有CRC校验,如果校验失败,则所传输的数据会被丢掉,数据传输被终止。

2.3 vxWorks下的DOS文件系统

由于SD是NAND型的FLASH,而且WINDRIVER公司也没有提供这种类型的MTD层驱动。NAND型的FLASH是间接访问FLASH的。而NOR型的FLASH是可以直接访问的。因此也开发了一个支持NAND型的MTD层通用驱动,在此并不多叙,用来支持WIND RIVER的TFFS文件系统方式,但这种文件系统并不能与WINDOWS互相兼容。

VxWorks为块设备(磁盘)的实时使用提供了两种本地文件系统:一种与MS-DOS文件系统相兼容的dosFs,另一种与RT-11文件系统相兼容。这些文件系统的支持库分别为dosFsLib和rt11FsLib。VxWorks还提供了一种简单的raw文件系统,这个文件系统把整个磁盘作为一个单独的大文件。这个文件系统的支持库是rawFsLib。SD卡的开发则完全可以借鉴磁盘设备的块驱动开发方式来进行。

在VxWorks中,文件系统不受块设备种类型或它的驱动程序的约束。VxWorks块设备都使用一个标准接口,以便文件系统可以与设备驱动程序自由的混合。作为选择,你可以写自己的能被驱动程序以相同方式使用的文件系统,只要在文件系统、驱动程序和I/O系统间遵循同样的标准接口。VxWorks的I/O体系结构使得在一个VxWorks系统中可以有多样性的文件系统,甚至其类型也可以不同。

使用dosFs文件系统格式化的磁盘与MS-DOS(直至6.2版本)磁盘是相兼容的。由两个文件系统初始化的硬盘之间在格式上有细微区别。然而,数据自身是兼容的,而且dosFs可被配置成使用MS-DOS格式化的磁盘。

DosFs文件系统向不同要求的实时应用程序提供了良好的适应性。主要特点包括:

- 1)文件和目录分等级排序,允许有效地组织,在一卷上可以创建任意数量的文件。
- 2)每个文件可以是连续存储或非连续存储的。非连续存储的文件可使硬盘空间利用率更高,连续存储的文

件可以增强系统性能。

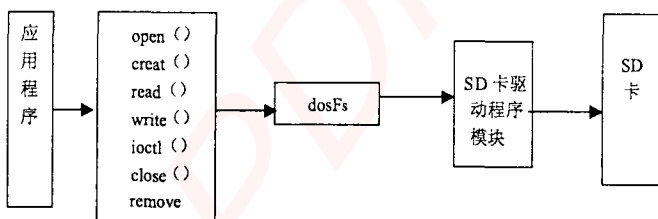
3)具有与广泛可用的存储器和可恢复介质的兼容性。应用VxWorks(不使用dosFs文件扩展名)、MS-DOS PCs和其它系统创建的磁盘可以自由的交换。

4)具有从有dosFs文件系统的本地SCSI设备引导VxWorks的能力。

5)可以使用比通常MS-DOS允许的8个字符的文件名加3个字符的扩展名更长的文件名。

6)NFS(网络文件系统)的支持。

因此实际的文件系统架构就变为



图二 SD卡文件系统架构

2.4 SD卡DOS文件系统的实现

2.4.1 初始化dosFs文件系统

注意在任何其它操作能被执行之前,dosFs文件系统库(dosFsLib)必须通过dosFsInit()调用进行初始化。这个程序带有一个参数——可以在同一时间打开的dosFs文件描述符的最大数。文件描述符的数目是在初始化时被分配,而且应用程序打开一个文件、目录或文件系统设备时,就使用了一个文件描述符。

dosFsInit()程序在I/O系统驱动器表中也为文件系统创建了一个条目(用isoDrvInstall())。这个条目为dosFs文件操作指定条目指针,并且可以用于dosFs文件系统中所有的设备。分配给dosFs文件系统的驱动器数记录在全局变量dosFsDrvNum中。

DosFsInit()通常在VxWorks系统启动之后被usrRoot()任务调用。使用这种初始化,在项目工具VxWorks view中选择INCLUDE_DOSFS,在Params属性标记中设置NUM_DOSFS_FILES为想打开文件的最大数。

2.4.2 使用dosFs初始化设备

dosFs文件系统初始化后,下一步是创建一个或更多的设备。设备通过设备驱动器的设备创建程序(sdDevCreate())来创建。驱动程序向块设备描述符结构(BLK_DEV)返回一个指针。BLK_DEV结构描述了设备的物理形式,同时也指定设备驱动程序提供给文件系统的程序。设备刚创建之后,块设备没有与其相关联的名字和文件系统。为了初始化一个块设备用于dosFs文件系统,已经创建好的块设备必须与dosFs相关联,并指派一个名字。这由dosFsDevInit()完成。它的参数有:用来标识设备的名字、块设备描述符结构。

2.4.3 dosFsDevInit()调用执行操作:

为设备命名,把设备加入I/O系统设备表(用iosDevAdd())。

为设备分配并初始化文件系统卷描述符,返回指向卷描述符的一个指针。这个指针用来在一些文件系统调用时识别磁卷。dosFs初始化设备并不格式化磁盘,也不

用MS_DOS结构(根目录, FAT, 等等)初始化磁盘。可以在有数据存在于MS_DOS文件系统中的磁盘上使用dosFsDevInit()调用; 可以使用ioctl()函数中FIODISKFORMAT和FIODISKINIT分别实现磁盘格式化和DOS磁盘初始化。

DosFsMkfs()调用提供了一种简易的dosFs设备初始化的方法。如下:

- (1)提供了一组缺省的配置值。
- (2)调用dosFsDevInit()。
- (3)使用带有FIODISKINIT的ioctl()函数初始化磁盘。
- (4)默认的dosFsMkfs()不能使任何dosFs-specific

卷选项

(DOS_OPT_CHANGENOWARN, DOS_OPT-AUTOSYNC, DOS_OPT-LONGNAMES, DOS_OPT_LOWERCASE, 或DOS_OPT_EXPORT)可用。在调用dosFsMkfs()初始化磁盘之前使用dosFsMkfsOptionsSet(), 可以使这些选项中的所有组合有效。有关默认配置值的更多信息, 见dosFsMkfs()手册

2.4.4 注册系统操作接口函数

该操作注册dosFs文件系统层的接口, 这些接口函数可完成对检测到数据的操作, 而不需要考虑使用函数的细节问题以及底层硬件的相关问题。

注册接口功能定义为:

- (1)sdDevCreate()函数

该函数完成的工作是创建SD块设备。主要是完成SD块设备SD_DEV结构的初始化。

- (2)sdStatusChk()函数

该函数的功能是检测SD卡的状态。检测SD卡有无插拔, 有无换卡, 有无写保护等状态, 并把这些状态返回给文件系统。

- (3)sdBlkWrt()函数

该函数的功能是完成对SD卡的写操作。主要功能是执行写命令、把数据写到SD卡上及检查状态寄存器是否操作已完成。

- (4)sdBlkRd()函数

该函数的功能是完成对SD卡的读操作。主要功能是执行读命令、从SD卡读出数据及检查状态寄存器是否操作已完成。

- (5)sdIoctl()函数

该函数的功能是完成文件系统上层对SD卡控制命令的解析与分发。

- (6)sdFormat()函数

该函数的功能是完成SD卡格式化的操作。

2.5 实验效果

经过自测完成后, 开发的SD卡系统, 通过网络将PC机上的文件传输直接写入到开发的目标板上SD卡, 其速率可达到2MB/S, 如果是本地内存搬移, 其速率会更高。并且具有

- 1) 可支持动态插拔, 动态识别大小。
- 2) 高速操作速率。
- 3) 可扩展SD大小, 提高系统容量, 而无需修改单板硬件。

4) 兼容各种不同厂商的SD卡。

5) 开发后的SD文件系统可与WINDOWS下FAT文件系统完全兼容, 即插即用。

SD卡等可移存储设备应用广泛, 并且性价比高, 已广泛应用于通讯手持终端, 在通讯设备中与vxWorks的结合使用的需求也将会越来越多, 本文对其实现做了一定的探讨, 并且通过测试验证, 效果良好。

参考资料

- [1] SanDisk Secure Digital Card Product Manual Version 2.2 www.sandisk.com
- [2] vxWorks Programmer Guide WindRiver

作者简介

周玉辉, 2002年进入中兴通讯公司数据部门, 从事多年的嵌入式开发, 熟悉多种嵌入式操作系统, 职务: 开发经理。