

基于 VxWorks 的数据采集存储装置设计

Data Acquisition Storage System Based on VxWorks

高守勇^{1,2},周江涛²,马力¹(1.中国科学院声学研究所,北京 100190;
2.91388 部队 95 分队,广东 湛江 524022)

Gao Shou-yong^{1,2},Zhou Jiang-tao²,Ma Li¹(1.Institute of Acoustics,Chinese Academy of
Sciences,Beijing 100190;2.Unit 91388;PLA,Guangdong Zhanjiang 524022)

摘 要 为提高水下自动数据采集存储装置的稳定性和可靠性,采用 PC104 总线的 A/D 采集模块和嵌入式计算机构成装置硬件。基于实时多任务操作系统 VxWorks 对数据采集卡进行初始化、任务初始化,实现了任务间通讯、数据采集、数据存储任务,完成了数据采集存储装置设计调试。该装置成功应用于海洋环境测量,能长期稳定可靠运行。

关键词 VxWorks;多任务;初始化;采集;存储

中图分类号:TP316.2

文献标识码:A

文章编号:1003-0107(2011)04-0028-03

Abstract: In order to improve the stability and reliability of under water automatic data acquisition storage system, the device of system is constituted of pc104 bus a/d acquisition module and embedded computer. We realized tasks communication, data acquisition, data acquisition storage, has completed data acquisition storage, device design debugging based on real-time multitasking operating system for data acquisition card initialization, task initialization. This device has been applied for marine environmental measuring successfully and could be used stably, long-term and reliably.

Key words: VxWorks; multitask; initialization; acquisition; storage

CLC number: TP316.2

Document code: A

Article ID: 1003-0107(2011)04-0028-03

1 引言

在海洋环境测量监控工程中经常需要用到锚底式或浮标式的测量装置,这些装置在密封的舱体中长期自主运行,在预定的时刻或接收到遥控信号后进行高速数据采集和存储,对运行的稳定性、可靠性和实时性有较高的要求。以往有采用 DOS 和 Windows 操作系统的测量装置,不同程度上存在数据丢帧、容易死机、故障率高的现象。VxWorks 实时操作系统以其良好的可靠性和卓越的实时性被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等领域中,如卫星通讯、导弹制导、飞机导航等。VxWorks 嵌入式实时操作系统包括进程管理、存储管理、设备管理、文件系统管理、网络协议及系统应用等部分,核心是高性能的微内核 wind,支持快速任务切换、中断、抢占式和轮转调度,运行软件具有可裁剪性,方便嵌入式系统的资源分配。

2 硬件组成

数据采集存储系统采用高可靠的 PC104+ 总线结构,由 A/D 采集卡、嵌入式计算机、IDE 硬盘、电源模块构成,如图 1 所示。

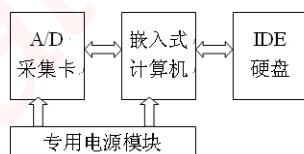


图 1 系统组成原理图

A/D 转换选用 General Standards 公司的 PMC-ADADIO 嵌入式高速并行数据采集卡,提供基于 PC/104+ 总线的 16bit 数据精度模拟信号输入,支持上电后即插即用(PNP),其 PCI 桥为 PLX 的 9080 芯片。General Standards 提供了 Vxworks 操作系统的驱动,简化了本系统的软件开发。

数据采集存储控制器采用盛博公司的 PC104 总线嵌入式计算机,处理器的核心为工作在 300MHz 处的 X86 体系结构的 CPU,64 位总线宽度,支持 PC/104+ 的 32 位总线结构,具有 133MB/s 的数据传送速率。处理器的通用性好,可以运行 Vx-Works for X86 实时操作系统。嵌入式计算机模块板载 10M/100M 自适应网络接口,可用于数据高速下载。模块支持两个串行接口,用于数据采集存储的参数设置和状态控制。系统采用一片 64Mbit 的 SDRAM 存储器作为内存、一片 Compact Flash 存储器作为程序存储器、一块大容量 IDE 固态硬盘作为数据存储。

为提高系统的可靠性,在电源部分采用栈接总线结构的专用电源模块,并且具有遥控端,可以实现开关机的软控制。

3 软件设计

VxWorks 实时多任务操作系统可以支持 256 个任务,支持信号量、消息队列等任务间通讯和同步机制,提供强大的网络功能,兼容 SUN 公司的 NFS,可通过 FTP、NFS 方式远程存取文件实现数据的下载和硬盘文件管理。数据采集存储系统软件采用多任务的设计思路,主要实现初始化 A/D 采集卡、接收串口控制命令、数

据采集、数据存储功能。

3.1 数据采集卡的初始化

在系统上电时读取硬盘根目录下的 "adconfigadc" 文件 根据文件参数表对数据采集卡进行初始化配置, 设置采样通道、缓冲模式、输入信号形式、采样频率等参数。数据采集卡属于外接标准 PCI 设备, 不属于 VxWorks 自身支持的设备 所以在把其驱动程序编译到 VxWorks 内核之后, 首先要初始化该 PCI 设备。其初始化流程如图 2 所示。

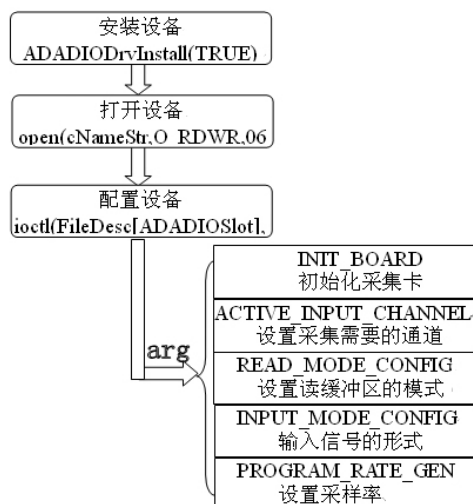


图 2 采集卡初始化流程

Ioctl 是 VxWorks 标准 I/O 控制函数, 其第一个参数是所要操作的设备句柄, 第二个参数是具体的操作, 第三个参数是操作对应的数值, 具体实现方式如下:

(1) 初始化采集卡 (INIT_BOARD), 将控制寄存器设为默认值 (从内部的 EEprom 中读取) 以及将数据缓冲区清空, 该操作在系统加电后应该只运行一次, 在初始化过程中中断设置为无效。

(2) 设置采集需要的通道 (ACTIVE_INPUT_CHANNELS) 通过对控制寄存器 BCR 的位 LAST[2:0] 来实现, 只有设置为 Active 的通道的数据才会存入缓冲区。

(3) 读缓冲区的模式 (READ_MODE_CONFIG), 采用 DMA 模式, 其值设为 1, 数据由 DMA 控制器传输到缓冲区。

(4) 输入信号的形式 (INPUT_MODE_CONFIG), 设为 Single-ended 输入和 Continuous 模式采集。

(5) 设置信号采样频率 (PROGRAM_RATE_GEN) 由式 (1) 计算可得:

$$R_s = 20,000,000 / N_{rate} \quad (1)$$

其中 N_{rate} 就是要设置的值。

本文所设计的系统采样率为 100k, 则:

$$N_{rate} = 20,000,000 / 100,000 = 200 \quad (2)$$

3.2 任务设计

软件采用 VxWorks 的基于优先级的抢占式调度, 为每个任务指定不同的优先级, 当更高优先级的任务由就绪态进入运行时, 系统内核立即保存当前任务的上下文, 切换到更高优先级的任务。根据系统功能规划, 设计 3 个任务:

(1) 接收串口控制命令任务 Serial Control Command Task

优先级为 1(高), 接收 RS232 串口送来的控制命令, 以启动记录或停止记录, 系统上电后 30 秒内没有控制指令则自动进入数据采集记录状态。本任务主要用于系统调试、数据转存、系统断电前安全关机。

(2) 数据采集任务 Data Get Task

优先级为 2(中), 进入数据采集记录状态后该一直运行, 采用查询方式检测 A/D 卡的缓冲区半满标志, 若 INPUT_HALF_FULL 为真, 采用 DMA 方式将 A/D 卡的缓冲区数据读到内存中。

(3) 数据存储任务 Data Save Task

优先级为 3(低), 将内存数据写入到硬盘, 以系统时间为文件名。为避免长时间采集造成超大文件, 记录满 5 分钟后新建存储文件。

3.3 任务间的通信

软件采用状态标志和消息队列实现任务间的通讯和同步。在系统上电、完成硬件初始化后, 对三个任务进行初始化, 延时 30 秒, 等待串口控制命令。如 Serial Control Command Task 收到控制命令或在 30 秒内无串口指令, 均给出相应状态标志, Data Get Task 根据状态标志执行。

Data Get Task 完成一次 A/D 卡缓冲区的数据块读取后, 向消息队列发送消息:

```
msgQSend(SavedataMsgQId, (char*)m_send_data2, SAVE_DATA_LENGTH*2, WAIT_FOREVER, MSG_PRI_NORMAL);
```

Data Save Task 采用查询方式检测消息 Save data Msg QId, 收到该消息后开始将数据写入硬盘:

```
datalen=msgQReceive(SavedataMsgQId, (char*)data_buf, SAVE_DATA_LENGTH*2, WAIT_FOREVER);
```

4 任务实现

4.1 数据采集任务实现

对于缓冲区的数据采用 DMA 方式传输, 需要设置 DMA 传输的操作参数 DMA_PARAM, 其中, 参数 ulDMALocalAddress 是获取后数据的存放地址, ulDMAByteCount 是读入数据的大小。数据读入操作都是利用函数 ioctl() 变换不同的参数完成。利用参数 GET_IN_BUFFER_STATUS 读取当前缓冲区的状态, 若缓冲区已满, 则利用参数 START_DMA 启动 DMA 传输, 将缓冲区中数据读入内存, 待 DMA 传输完成后对数据进行预处理。

尤其需要注意的是, 在调试程序时发现, DMA 数据传输完成之后, 必须要用 TaskDelay(value) 来将该任务延迟一段时间, 然后再进行数据预处理, 而且最少要延迟 1/6s, 可能是系统需要等待将数据控制权由 DMA 转交给 CPU, 如果不延迟的话将会发生死锁。

4.2 数据存储任务的实现

在硬盘上的数据存储往往是通过文件操作来实现的, VxWorks 中常用的文件系统一般有

下转 45 页



2.3 SB60 变频器有关参数设定

变频器的运行控制方式选择,依据风机在低速运行时,阻转矩很小,不存在低频时带不动负载的问题,采用U/f控制方式。变频器的参数预置上限频率、下限频率、加、减速时间、加、减速方式、回避频率、起动前的直流制动。变频器一旦发生故障,也不能让风机停止工作,应具有将风机由变频运行切换为工频运行的控制。

SB60 变频器有关参数设定如表 1 所示。

3 结束语

实践表明,采用变频调速系统,可以根据生产和工艺的要求进行速度调节,提高产品的质量和生产效率。变频调速系统可实现电机软起动和软停止,使起动电流小,且减少负载机械冲击,还具有容易操作、便于维护、控制精度高等优点。系统设置有“变频运行”和“工频运行”的切换,如果变频器出现故障,风机系统由变频运行切换为工频运行的控制。

参考文献：

[1]王廷才.变频器技术及应用[M].北京:高等教育出版社,2007: 156- 168.
[2]石秋洁.变频器应用基础[M].高等职业技术教育机电类专业

表 1 SB60 变频器有关参数设定

代码	功能名称	设定值	代码	功能名称	设定值
F001	给定模式	0	F012	电子热保护值	100
F000	频率给定	50	F007	电机停车方式	2
F002	主给定	0	F008	最高频率	50
F004	给定方式	1	F009	加速时间 1	20
F006	两线控制模式	0	F010	减速时间 1	20
F009	加速时间	15	F403	制动起始频率	6
F010	减速时间	5	F404	直流制动量	20
F013	U/F 闭环控制	0	F405	直流制动时间	6
F513	输入脉冲频率	1	F607	上限频率	50
F502	输入端子	16	F115	自动节能	1
F500	输入端子	0	F608	下限频率	0.5
F501	输入端子	1	F609	回避频率	3
F118	过压防失速	2	F610	回避频率	10
F119	过流防失速	1	F120	过流失速值	80
F833	传感器量程	5	F818	采样周期	0.4

规划教材,2003.
[3]森兰 SB60 变频器使用手册[Z].
[4]黄坚.自动控制原理及其应用[M].北京:高等教育出版社, 2006.

上接 29 页

rawFs 和 dosFs 两种。dosFs 就是常见的普通 PC 机上运行的 ms- dos 文件系统,它提供完备的目录信息和文件处理,而且为了增强性能,dosFs 文件系统保持目录条和文件分配表(FAT)在内存拷贝中,这极大地提高了文件的存取速度,不仅管理方便而且速度上完全符合我们的需要。因此,在数据存储中我们选择的是 dosFs 文件系统。

文件系统的创建和本地文件的初始化在编译 VxWorks 内核时就应当完成,只需在使用时用函数配置即可,即usrAtaConfig(0,0,"ata0")。对于文件读写,VxWorks 支持 ANSI 标准的 C 语言流式文件读写库 stdio 以及 fiolib。

5 结束语

VxWorks 是一种具有良好的可靠性和卓越的实时性的实时操作系统,本文在 VxWorks 实时操作系统平台上实现了 ADADIO 公司一型高性能采集卡的数据采集存储功能,长期运行稳定

可靠。

参考文献：

[1]Win d River Systems,Inc..Tornado API Programmer's Guide 2.0.1999.
[2]Wind River Systems,Inc..Tornado Training Workshop,Version 5.1,24 May 1999.
[3]刘尉悦,张万生,邢涛,等.VxWorks 操作系统及实时多任务程序设计[J].单片机与嵌入式系统应用,2001,(5).
[4]王学龙.嵌入式 VxWorks 系统开发与应用[M].北京:人民邮电出版社,2003.

基金项目 水声对抗国防科技重点实验室科研基金(2010015)