

VxWorks 环境下串口驱动程序设计

汤小明 中国航空飞行控制研究所 (710065)

李引娟 西北工业大学网络与远程教育研究所(710072)

Abstract

We analyzed the system architecture and boot process of WRS RTOS VxWorks in this paper, and then discussed the principle and process of how to design device driver in VxWorks in detail. Meanwhile, the example of serial driver upon Intel 8250 was given.

Keywords: real-time operating system, driver program, VxWorks

摘要

本文针对 Wind River 公司的实时操作系统 VxWorks, 分析了其系统结构及内核启动过程, 并详细论述了 VxWorks 环境下驱动程序设计原理及步骤, 同时以 Intel 8250 芯片串口驱动为例进行了实例分析。

关键词: 实时操作系统, 驱动程序, VxWorks

近年来, 国内对嵌入式操作系统的研究已开始成为热点, 但就大多数应用来看, 还处在较为简单的发展阶段, 严重的制约着各种新理论、新算法的实现, 而且系统鲁棒性无法有质的提高。作为一个优秀的操作系统 VxWorks 实现了比其他实时操作系统更好的有效性、商用性、可裁减性以及互操作性^[1], 被广泛地应用在通信、军事、航空、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中, 如卫星通讯、军事演习、弹道制导、飞机导航等。为了实现 VxWorks 对专用目标板的移植, 必须编写相应的驱动程序。

1 VxWorks 系统结构及启动过程

VxWorks 由一个基于优先级中断驱动的多任务调度内核和设备管理、文件管理、网络扩展及兼容 POSIX 协议的运行接口组成, 通过二进制信号量、互斥信号量、计数器信号量、管道、消息等支持任务间灵活通信。VxWorks 采用类似 Unix 的进程调度算法, 但是考虑到其实时性, VxWorks 采用段式或段页式管理来实现访问 4G 的逻辑空间, 一般不采用虚拟内存, 也即无缺页中断。专用 BSP (Board Support Package) 的编写是实现系统移植的重点, BSP 主要用来完成 VxWorks 对专用目标板的支持。一个 BSP 包括硬件初始化、中断处理和产生、硬件时钟管理、本地和总线内存空间映射, 同时也包含定制 VxWorks 映像, 如图 1 所示。它贯穿着硬件级, 操作系统级, 应用程序级三层。按照操作系统相应规范编写对硬件的驱动, 然后挂接于 VxWorks 的内核中与 VxWorks 一起为应用程序级提供服务。

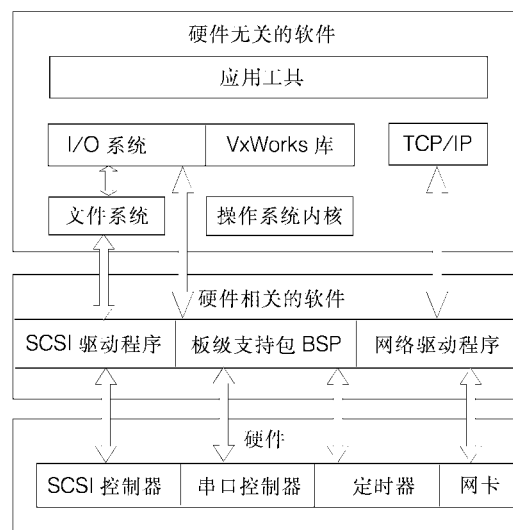


图 1 VxWorks 系统结构图

除了了解系统结构外, 为了实现驱动程序的挂接, 还必须了解系统的启动过程。启动过程如图 2 所示, 系统加电后首先执行驻留 ROM 中的汇编代码 romInit(), 完成屏蔽处理器中断, 初始化内存、堆栈及寄存器, 调用 romStart() 完成代码重定位、解压及为 ROM 映像初始化 RAM。之后进入驻留于 RAM_LOW_ADRS 处的 VxWorks 入口程序 sysInit(), 调用第一个 C 程序 usrInit(), 完成用户定义系统的初始化工作, 此时系统还处于单任务环境, 其中, 子程序 SysHwInit() 用来初始化系统硬件, 将系统硬件置于安静状态; 子程序 SysHwInit2() 实现系统硬件中断的挂接; Kernelinit() 激活多任务环境, 产生根任务 usrRoot()。该任务用来安装驱动程序、创建设备、初始化 Vx-

Works 库、调用应用程序启动代码。UsrRoot()是驱动程序的入口点,用户编写的驱动程序一般都挂接在例程 usrRoot()中,而 BSP 专用的设备驱动程序或不依赖 usrRoot()中的启动功能模块的驱动程序则可以位于 SysHwInit()中。

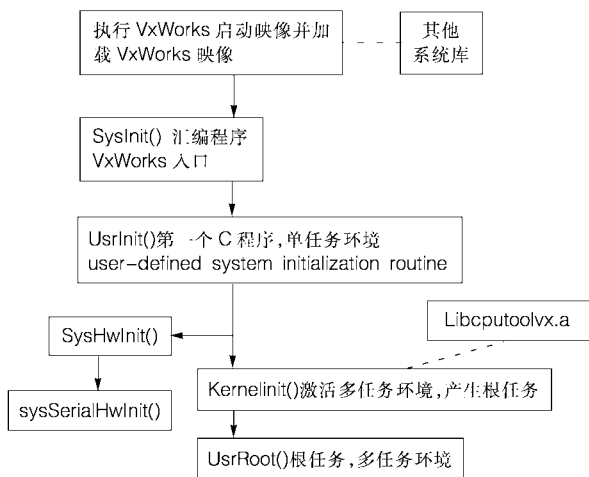


图 2 VxWorks 的启动过程

2 VxWorks 的 I/O 系统驱动程序设计

VxWorks 支持两种设备:块设备(Block Device)和字符设备(Charater Device)。其中块设备经过文件系统,字符设备不经过文件系统,如图 3 所示。块设备中存储的是定长且可任意访问的数据块,该设备的 I/O 操作也是以块为单位的。块的大小通常是 512 字节或 2^n 的长度。块设备有硬盘、软盘驱动器和 CD-ROM 驱动器等,内核通过 buf 结构与块设备打交道,这样可以封装所有 I/O 操作的细节。字符设备能够存储或者传输不定长数据。某些字符设备可以每次传递一个字节,传完每个字节后产生一次中断,另一些设备可以内部缓存数据。内核把这些数据解译为可顺序访问的连续字节流。字符设备不能以任意地址访问,也不允许查找操作。字符设备有终端、打印机、鼠标和声卡等。

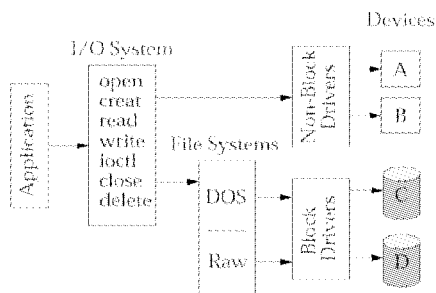


图 3 两种类型设备的访问过程

应用程序通过文件名(即设备名)查找设备列表(Device List),返回驱动程序表中驱动程序入口索引并保存于文件描述表(File Description Table)中(以后的读写操作将通过该表访问具体设备)。由设备表索引查找驱动程序表(Driver Table),从而得到相应的

设备操作函数入口,如图 4 所示。此外,对于块设备来说读写操作最后还要通过文件系统读写入口函数。编写设备驱动程序只需编写相应设备的 xxCreate()、xxOpen()、xxDelete()、xxClose()、xxRead()、xxWrite()、xxIoctl()等 7 个主要函数外加 xxDrv()、xxDevCreate()两个函数就可以了。其中 xxIoctl()封装了对设备的控制,如串口波特率,停止位,校验位等的控制。XxDrv()用来初始化驱动程序,并把 7 个主要函数装入操作系统的驱动程序表中,返回一个驱动程序号。xxDevCreate()将所需设备的描述符的设备头装入操作系统设备的双向链表中,该表中包括设备名和相应的驱动程序号。至此则完成了设备与驱动程序的挂接。应用程序可以调用 open()等函数通过操作系统提供的这种层次访问结构访问到相应的设备 xxOpen()等函数。

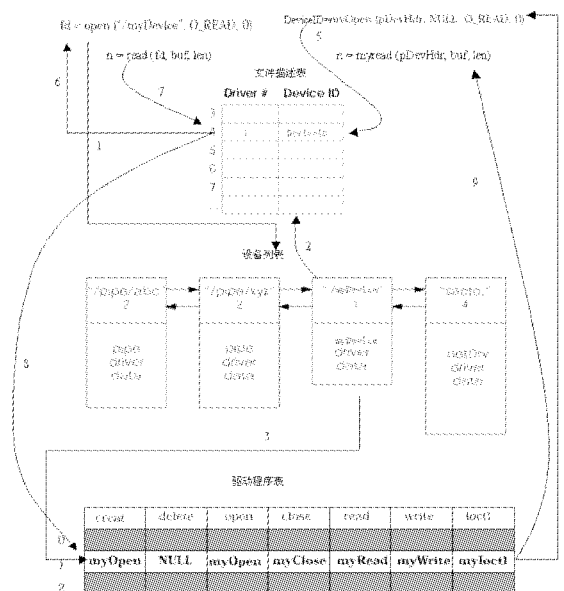


图 4 设备驱动程序的访问过程

3 串口驱动的实现

以下是基于 Intel 8250 芯片的串口驱动的实现过程。具体说明如下:

(1) 定义寄存器

```

#define UART_THR 0x00
#define UART_RDR 0x00
#define UART_BRDL 0x00
#define UART_BRDH 0x01
#define UART_IER 0x01
#define UART_IID 0x02
#define UART_LCR 0x03
#define UART_MDC 0x04
#define UART_LST 0x05
#define UART_MSR 0x06
  
```

(2) 定义各种控制变量(仅给出 IER 寄存器控制定义)

(下转第 19 页)

警都有效,当软件侦测到一个未通告外部报警时,外部报警功能就将逻辑 1 写入外部报警标签,该标签就会激发一个继电器输出,进而启动指示灯或蜂鸣器。当同一优先级的报警通告后,外部报警功能就将逻辑值 0 写入报警标签,断开继电器输出。

(5) 多媒体支持

声音报警可用于在 AIMAX 中建立 Voice mail,基层操作人员可在中央集控室收到 Voice mail,以知道如何处理报警。VIDEO 也可以显示在 AIMAX 窗口中,可以通过摄像机监视锅炉及加热器的工作状况,也可以预先录制紧急关闭的操作过程的录像。当紧急情况发生的时候,操作人员可以在 AIMAX 的 VIDEO 窗口中回放录像,以明确应如何处理紧急情况。还可以在 AIMAX 中制作多媒体训练节目,用声、像结合来训练操作人员。

2 AIMAX 软件包在国内外现场总线控制中的应用

安庆安菱化学工业有限公司是国内首先采用 SMAR 公司现场总线系统的用户。60 个现场总线设备分布在 4 个现场总线通道上,2 台设备的操作员采用 AIMAX 人机界面,在 Windows 环境下运行,组态方式灵活多样。主要控制画面,包括流程图画面、棒图画面、用户自定义画面均由 AIMAX 制作,其它画面,如历史/实时趋势图等均由 AIMAX 系统自动生成,还能在线自动生成和打印报表。系统自投运以来,已从操作、维护、控制效果方面显示出它的先进性和优越性。

在电力、石油化工、冶金工业方面,国内许多企业都在现场总线控制方面优先选用了 AIMAX 软件包。AIMAX 软件包以其组态灵活、画面生动、在线监测效果好等诸多优点,得到了从仪表工程师到现场操作员的一致赞扬。AIMAX 实时数据记录和报表打印以及 SQC 功能为运行人员观测控制效果、改进控制质量提供了有效的手段,这已在国内一些大型的锅炉、主汽温、汽包水位控制中得到了很好得证实。

3 AIMAX 4.2 软件包在 FCS 中应用的优势

现场总线技术兴起较晚,国外在 1994 年以后逐渐将该技术应用于现场,国内则相对落后一步。从颇受青睐的 DCS(集散控制系统)向 FCS(现场总线控制系统)过渡还需要一个较长的时期。面向 FCS 的工业控制软件包 AIMAX 相对于目前的我国过程控制行业广泛采用的 DCS 的控制软件包来讲,具有以下优点:

1) 组态界面更加友好,组态过程更加简单,监控画面更加生动,操作更加直观。

2) 数据传输的可靠性更高,速度也更快,控制策略和方式也会不断得到改进和发展。

3) AIMAX 的强大的图形功能加之键宏和脚本功能可设计出生动的上位监控界面。

4) 多窗口监控功能使监控级操作人员可以在任何时候对现场的实际运行情况都会有全面的了解。

5) 应用 AIMAX 提供的批处理程序语言编制出的批处理程序,执行速度快、效率高,可同时控制多个回路的运行,实时性好,完全可以满足工业控制中生产一线的实时控制的需要。

6) AIMAX 所特有的 SQC 功能可帮助运行人员改进控制策略,提高控制质量。

7) AIMAX 网络为监测的分散性提供了解决方案,使各系统的控制协调、并行,生产效率提高。

8) AIMAX 外部报警处理和多媒体支持使事故率大大减低。

9) 开放的程序接口给予用户更大的自由度,使控制方案极大地丰富起来。

参考文献

- 1 阳宪惠.现场总线技术及其应用[M].北京:清华大学出版社,1998
- 2 白焰,杨国田.分散控制系统与现场总线控制系统[M].北京:中国电力出版社,2001

[收稿日期:2002.6.21]

(上接第 14 页)

```
#define I8250_IER_RXRDY    0x01
#define I8250_IER_TBE      0x02
#define I8250_IER_LST      0x04
#define I8250_IER_MSI      0x08
```

(3) 编写具体实现函数

I8250HrdInit() 初始化 I8250 芯片,如设置波特率,初始化通道等

```
{
.....
}
```

```
I8250Int() 处理收发中断
{
```

```
.....
}
```

此外,还要实现 I8250Open()、I8250Ioctl() 等函数。以便最后挂接于 usrRoot() 函数中。

参考文献

- 1 Morris, A.T. Beling, P.A. "Space Shuttle RTOS Bayesian network" Digital Avionics Systems, vol.1, pp.4D5/1-4D5/13, 2001
- 2 VxWorks® Programmer's Guide 5.3.1 WindRiver systems Inc.,1997
- 3 VxWorks® User's Guide WindRiver system Inc.,1997

[收稿日期:2002.5.26]