

VxWorks嵌入式实时操作系统 设备驱动与BSP开发设计

王 洋 主编

宋彦国 但 果 沈福生 副主编



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS

VxWorks 嵌入式实时操作系统 设备驱动与 BSP 开发设计

王 洋 主编

宋彦国 但 果 沈福生 副主编

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书深入而详细地讲解了 VxWorks 操作系统下 BSP 开发内容。全书共分 10 章,从 Tornado 开发环境的安装和设置,到工程的建立、BSP 移植、驱动程序和应用程序的开发都做了详细的讲解。本书以 S3C2410 处理器为例,完整介绍了 VxWorks 下 TTY 设备驱动开发,串口驱动开发,块设备驱动开发,Nand FLASH 和 Nor FLASH 设备驱动开发,网络设备驱动开发,LCD 液晶驱动开发,WindML 开发,I²C 设备驱动开发,普通字符设备驱动开发,并设计了多例字符型设备驱动程序设计实验和多例 VxWorks 应用程序设计实验。

本书所有驱动程序和例程都在 MagicARM2410 实验箱上进行过实测,适合高校相关专业学生学习参考,也可供嵌入式开发人员和系统设计人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

VxWorks 嵌入式实时操作系统设备驱动与 BSP 开发设计
/ 王洋主编. —北京:北京航空航天大学出版社,2012.7

ISBN 978-7-5124-0861-6

I. ①V… II. ①王… III. ①实时操作系统—软件开发
IV. ①TP316.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 153078 号

版权所有,侵权必究。

VxWorks 嵌入式实时操作系统设备驱动与 BSP 开发设计

王 洋 主 编

宋彦国 但 果 沈福生 副主编

责任编辑 苗长江 王 彤

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:emsbook@gmail.com 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:23.25 字数:496 千字

2012 年 7 月第 1 版 2012 年 7 月第 1 次印刷 印数:4 000 册

ISBN 978-7-5124-0861-6 定价:45.00 元

若本书有倒页、脱页、缺页等印装质量问题,请与本社发行部联系调换。联系电话:(010)82317024

前言

伴随着嵌入式行业的迅猛发展,嵌入式操作系统已经被越来越多的人和企业关注。在所有的嵌入式操作系统中,VxWorks 始终因为优秀的实时性能和稳定性,牢牢占据航空、通信、国防、工业控制、网络设备、医疗设备、消费电子等应用领域。尤其像华为、中兴这样一流的国际通信设备厂商,都以 VxWorks 作为通讯产品中的嵌入式操作系统。

本书的编写,没有过多地介绍 VxWorks 系统任务等基本概念,而是直接以开发基于 S3C2410 的设备驱动和 BSP 为目标,完整介绍了 VxWorks 下 TTY 设备驱动开发,串口驱动开发,块设备驱动开发,Nand FLASH 和 Nor FLASH 设备驱动开发,网络设备驱动开发,LCD 液晶驱动开发,WindML 开发,I²C 设备驱动开发,普通字符设备驱动开发,并设计了多例字符型设备驱动程序设计和多例 VxWorks 应用程序设计实验。本书所采用的开发平台是广州致远公司设计的 MagicARM2410 实验箱,书中给出了该平台的所有设备与 S3C2410 之间的电路原理图,因此读者在阅读和学习书中各章节代码时不会因为身边硬件开发平台的差异而无法进行实验。书中所有的例程都经过作者在实验平台上的测试,保证代码的可用性,例如串口驱动、网口驱动、文件系统等,让学习者尽量减少摸索的时间。

本书引用的部分资料和图片都是书中讲述部分所需要的,无侵权意图,特此声明。另外,书中所有例程的源代码可在北京航空航天大学出版社网站的“下载专区”下载。

本书主要面向从事嵌入式开发领域的广大开发设计人员、工程技术人员,也可作为高等院校相关专业本科生、研究生的参考学习资料。

最后感谢我们身边的各位同事和研究生们,他们为本书的编写和校对提出了许多宝贵建议。

我们力争整本书的编写都做到实用性和实战性,但水平有限,难免有错漏不足之处,欢迎广大读者批评指正。

作者
2012 年 5 月



第 1 章 VxWorks 实时操作系统介绍	1
1.1 嵌入式实时操作系统	1
1.1.1 实时操作系统特点	1
1.1.2 嵌入实时操作系统特点	2
1.1.3 VxWorks 操作系统特点	4
1.2 VxWorks 操作系统基本结构	6
1.3 VxWorks 操作系统开发流程	8
第 2 章 Tornado 交叉开发环境	10
2.1 Tornado 基本介绍	10
2.2 安装 Tornado	12
2.3 安装 WindML3.0	21
2.4 Tornado 工具包介绍	27
2.4.1 集成编辑器	27
2.4.2 集成仿真器	28
2.4.3 交叉调试器	28
2.4.4 Windsh	28
2.4.5 目标机代理(Target Agent)	29
2.5 创建和管理工程	29
2.6 内核配置和裁剪	35
2.7 WDB 调试程序方法	38
2.7.1 启动和终止调试	38
2.7.2 运行程序	38
2.7.3 Attach 和 Detach 一个任务	39
2.7.4 断 点	40
2.7.5 程序执行	42
2.7.6 观察运行信息	43
2.7.7 调试方法	44
第 3 章 VxWorks BSP 在 MagicARM2410 上的移植	47
3.1 BSP 文件结构	47

3.1.1	BSP 文件组成	47
3.1.2	BSP 主要文件目录及文件作用	48
3.2	BSP 配置文件	50
3.2.1	config.h 文件	50
3.2.2	makefile 文件	54
3.3	系统映像类型	56
3.3.1	VxWorks Image	57
3.3.2	BSP 引导映像	58
3.4	ARM9 S3C2410A 介绍	59
3.5	MagicARM2410 实验箱介绍	64
3.6	BSP 移植的基本流程	67
3.7	WDB 相关配置	68
第 4 章	TTY 设备驱动程序设计	73
4.1	TTY 设备驱动编写概述	73
4.1.1	TTY 驱动	74
4.1.2	SCC 驱动:xxDrv	75
4.2	串口启动和初始化过程	75
4.3	ttyDrv 设备	76
4.3.1	ttyDrv()函数说明	77
4.3.2	ttyDrvCreate()函数说明	77
4.3.3	tyRead()函数说明	78
4.3.4	tyWrite()函数说明	78
4.3.5	ttyIoctl()函数说明	78
4.4	S3C2410 串口驱动设计	79
4.4.1	串口初始化过程	79
4.4.2	编写处理函数	85
第 5 章	VxWorks 块设备驱动程序设计	95
5.1	VxWorks 块设备简介	95
5.2	TrueFFS 机制概述	96
5.2.1	TrueFFS 简介	96
5.2.2	块读写均衡机制	97
5.2.3	碎片回收机制	97
5.2.4	块分配和关联数据机制	97
5.2.5	错误恢复机制	98
5.2.6	引导映像和 TrueFFS 共享 FLASH 存储空间	98
5.2.7	TrueFFS 构架解析	98

6.3.2	主要引脚定义	158
6.3.3	DM9000 主要寄存器	161
6.3.4	DM9000 芯片复位和初始化	163
6.4	网络设备与系统数据交换	165
6.4.1	中断处理原理	165
6.4.2	中断服务程序	166
6.4.3	驱动程序与协议层共享缓冲区	167
6.4.4	接收数据	168
6.4.5	发送数据	168
6.5	网络程序编写	169
6.5.1	定义设备的描述信息	173
6.5.2	驱动程序的加载	174
6.5.3	驱动程序清单	184
第 7 章	LCD 液晶设备驱动程序设计	199
7.1	WindML 简介	199
7.1.1	WindML 结构	199
7.1.2	WindML 源码架构	201
7.1.3	WindML 图形设备驱动介绍	204
7.2	WindML 配置	206
7.2.1	WindML 配置介绍	206
7.2.2	WindML 标准配置	207
7.2.3	采用配置工具配置	209
7.2.4	命令行配置方法	217
7.2.5	修改 VxWorks BSP	221
7.3	LCD 液晶驱动程序设计实验	223
7.3.1	实验目的	223
7.3.2	实验设备	224
7.3.3	实验内容	224
7.3.4	实验步骤	224
7.3.5	程序清单	229
第 8 章	I²C 设备驱动程序设计	258
8.1	I ² C 总线概述	258
8.2	I ² C 总线原理	258
8.3	S3C2410 的 I ² C 结构分析	261
8.3.1	S3C2410 的 I ² C 主要结构	261
8.3.2	S3C2410 的 I ² C 主要寄存器	261

8.4 ZLG7290B 特性	264
8.4.1 ZLG7290B 描述与主要特性	264
8.4.2 ZLG7290B 引脚功能说明	264
8.4.3 ZLG7290B 寄存器说明	265
8.4.4 ZLG7290B 控制命令详解	267
8.5 I ² C 实验设计	269
8.5.1 实验目的	269
8.5.2 实验设备	269
8.5.3 实验内容	270
8.5.4 电路原理图	270
8.5.5 实验步骤	270
8.5.6 程序清单	271
第9章 字符设备驱动程序设计实验	297
9.1 字符设备驱动编写概述	297
9.2 蜂鸣器驱动设计实验	298
9.2.1 实验目的	298
9.2.2 实验设备	298
9.2.3 实验内容	298
9.2.4 实验原理	298
9.2.5 实验步骤	300
9.2.6 程序清单	300
9.3 LED 流水灯驱动设计实验	302
9.3.1 实验目的	302
9.3.2 实验设备	302
9.3.3 实验内容	302
9.3.4 实验原理	302
9.3.5 实验步骤	302
9.3.6 程序清单	303
9.4 按键驱动程序设计实验	306
9.4.1 实验目的	306
9.4.2 实验设备	306
9.4.3 实验内容	306
9.4.4 实验原理	306
9.4.5 实验步骤	307
9.4.6 程序清单	307
9.5 直流电机驱动程序设计实验	309

9.5.1	实验目的	309
9.5.2	实验设备	309
9.5.3	实验内容	309
9.5.4	实验原理	309
9.5.5	实验步骤	310
9.5.6	程序清单	311
9.6	步进电机驱动程序设计实验	314
9.6.1	实验目的	314
9.6.2	实验设备	314
9.6.3	实验内容	314
9.6.4	实验原理	314
9.6.5	实验步骤	315
9.6.6	程序清单	315
9.7	ADC 驱动程序设计实验	318
9.7.1	实验目的	318
9.7.2	实验设备	318
9.7.3	实验内容	318
9.7.4	实验原理	318
9.7.5	实验步骤	322
9.7.6	程序清单	323
第 10 章	VxWorks 应用程序设计实验	326
10.1	Hello World 实验	326
10.1.1	实验目的	326
10.1.2	实验设备	326
10.1.3	实验内容	326
10.1.4	实验原理	326
10.1.5	实验步骤	327
10.1.6	程序清单	327
10.2	任务调度	328
10.2.1	实验目的	328
10.2.2	实验设备	328
10.2.3	实验内容	328
10.2.4	实验原理	328
10.2.5	实验步骤	329
10.2.6	程序清单	329
10.3	信号量实验	333

10.3.1	实验目的	333
10.3.2	实验设备	333
10.3.3	实验内容	333
10.3.4	实验原理	333
10.3.5	实验步骤	334
10.3.6	程序清单	334
10.4	VxWorks 信号	336
10.4.1	实验目的	336
10.4.2	实验设备	336
10.4.3	实验内容	336
10.4.4	实验原理	336
10.4.5	实验步骤	337
10.4.6	程序清单	337
10.5	VxWorks 管道	341
10.5.1	实验目的	341
10.5.2	实验设备	341
10.5.3	实验内容	341
10.5.4	实验原理	341
10.5.5	实验步骤	342
10.5.6	程序清单	342
10.6	VxWorks 消息队列	346
10.6.1	实验目的	346
10.6.2	实验设备	347
10.6.3	实验内容	347
10.6.4	实验原理	347
10.6.5	实验步骤	348
10.6.6	程序清单	348
10.7	VxWorks Socket 通信	352
10.7.1	实验目的	352
10.7.2	实验设备	352
10.7.3	实验内容	352
10.7.4	实验原理	353
10.7.5	实验步骤	353
10.7.6	程序清单	353
参考文献		358

第 1 章

VxWorks 实时操作系统介绍

1.1 嵌入式实时操作系统

1.1.1 实时操作系统特点

实时系统可以分为实时控制系统和实时信息处理系统。所谓实时系统是对未来事件在限定时间内能做出反应的系统。限定时间所指的范围很广,可以从微秒级(如信号处理)到分钟级(如联机查询系统)。在实时控制系统中,计算机通过特定的外围设备(以下简称为外设)与被控对象发生联系,被控对象的信息经过加工后,通过显示屏向控制人员显示或通过外设向被控对象发出指示,实现对被控对象的控制;在实时信息处理系统中,用户通过终端设备向系统提出服务请求,系统完成服务后通过终端回答给用户。

在实时系统中,主要有 3 个指标来衡量系统的实时性:响应时间(Response Time)、生存时间(Survival Time)、吞吐量(Throughput)。

① 响应时间:是计算机从识别一个外部事件到做出响应的的时间。在控制应用中,它是最重要的指标,如果时间不能及时地处理,系统可能会崩溃。响应时间不是一定要最快,只要能满足过程的时间要求即可。比如,对于一些慢变化的过程,具有几分钟甚至更长的响应时间都可以认为是实时的;对于快速过程,其响应时间可能要求达到毫秒、微秒、纳秒级甚至更短。

② 生存时间:是指数据有效等待时间,在这段时间里,数据是有效的。

③ 吞吐量:是在给定时间段内,系统可以处理的事件总数。例如通信控制器用每秒钟处理的字符数来表示吞吐量。吞吐量可能是平均响应时间的倒数,但它通常

要小一些,因为每次响应后,可能需要一段时间进行清理,这段时间称为恢复时间。

实时系统的应用主要有两种,即嵌入式应用和一般应用。

1. 嵌入式应用

嵌入式系统(Embedded System)是由硬件和软件相结合组成的具有特定功能、用于特定场合的独立系统。嵌入式系统硬件主要由嵌入式微处理器、外围硬件设备组成;其软件主要由底层系统软件 and 用户应用软件组成。嵌入式应用系统广泛地应用于办公自动化、消费、通信、汽车、工业和军事等领域。其中,办公自动化、消费和通信领域占据的份额最大,具体来说有:

① 过程控制,即对生产过程中各种动作流程的控制。这种控制是在对被控制对象和环境进行不断观测的基础上做出及时的、恰当的反应。在控制的过程中,计算机扮演着中心角色。它通过传感器从外部接收有关过程的信息,对这些信息进行加工处理,然后对执行设备发出控制指令。

② 通信设备,如程控交换机、路由器、移动通信基站、桥接器、集线器、ADSL 等。

③ 智能仪器,如频谱仪、示波器、医疗仪器等。

④ 消费产品,如机顶盒、空调、洗衣机、微波炉、电视机、游戏机等。

⑤ 计算机外设设备,如蓝牙设备、打印机、PCM 卡设备等。

⑥ 军事设备,如无人侦察机、导弹、穿戴式电脑、定位仪器、战机、战舰等。

2. 一般应用

实时系统的一般应用,通常指的是类似于普通计算机操作系统,如 Windows XP、Linux 等带有人机界面的使用环境。该系统支持符合标准的外设,如键盘、显示器、磁盘等,支持应用程序。用户可以根据需要在操作系统支持下开发各种应用,其典型应用如下:

① 测控计算机。在大型控制系统中,作为上位机,与其他计算机和设备相连,进行系统的监测、控制、协调及数据处理等工作。

② 交互式系统。通常指实时信息查询系统,如快递单查询系统、高考成绩查询系统、股票交易系统等。这些系统的响应时间要求不高,只要在人可接受的范围内即可。

1.1.2 嵌入实时操作系统特点

根据 IEEE 的实时 Unix 分委会定义,实时操作系统应具备以下特点:

① 异步的事件响应。实时系统为能在系统要求的时间内响应异步的外部事件,要求有异步 I/O 和中断处理能力。I/O 响应时间常受内存访问、硬盘访问和处理机总线速度所限制。

② 切换时间和中断延迟时间确定。

③ 优先级中断和调度。必须允许用户定义中断优先级和被调度的任务优先级,并指定如何服务中断。

④ 抢占式调度。为保证响应时间,实时操作系统必须允许高优先级任务准备就绪后,可以马上抢占 CPU,打断低优先级任务的执行。

⑤ 内存锁定。必须具有将程序或部分程序锁定在内存的能力。锁定在内存的程序减少了为获取该程序而访问盘的时间,从而保证了快速的响应时间。

⑥ 连续文件。应提供存取盘上数据的优化方法,使得存取数据时查找时间最短。通常要求把数据存储连续文件上。

⑦ 同步。具有同步和协调共享数据使用和时间执行的手段。

嵌入式实时操作系统是指在嵌入式系统中采用的实时操作系统,它既是嵌入式操作系统,又是实时操作系统。作为一种嵌入式操作系统,它具有嵌入式软件共有的可裁剪、低资源占用、低功耗等特点;而作为一种实时操作系统,它必须满足实时系统的特点。总体来说,嵌入式实时操作系统的特点如下。

1. 确定性和可预测性

实时软件对于外部事件的响应时间必须是实时的、确定的和可以重复实现的,不管当时系统内部状态如何,都是可预测的。测量操作系统确定性能力的其中一个指标就是从高优先级设备中断到开始被服务之间的最大延迟。在非实时操作系统中,这个延迟可能是几十到数百毫秒,并且不可预测;而在嵌入式实时操作系统中有一个明确的上限,从几微秒到几毫秒不等。

2. 响应性

响应性是确定性相关但又不同的特征。确定性考虑在应答一个中断前,操作系统延迟时间;而响应性是在应答中断后,操作系统服务中断时间。响应性包含以下几个方面:

- 初始化中断处理和开始执行中断服务程序(ISR)需要的时间。如果是要求一个过程切换的 ISR 执行,那么比在当前进程上下文中的 ISR 执行延迟更长时间。
- 执行 ISR 需要的时间。这通常依赖于硬件平台的处理能力。
- 中断嵌套的作用。如果一个 ISR 可能因另一个中断的到达而被中断,那么它的服务将被延迟。

确定性和响应性共同构成了对外部事件的响应时间。响应时间对于嵌入式实时操作系统是至关重要的,这是由于系统必须满足系统外部个人、设备或者数据流的实时要求。

3. 用户控制

用户控制是嵌入式实时操作系统一个重要特点。在一个典型的非实时操作系统

中,用户无法精确控制操作系统的调度功能,如将用户编入多于一个优先级的类别;嵌入式实时操作系统则将允许用户精细控制任务优先级作为一个基本功能。

4. 可靠性

可靠性是衡量嵌入式实时操作系统最为重要的指标之一。在非实时系统中,一个瞬时错误只需要简单地通过重新引导系统就可以解决。但是,实时系统需要实时响应和控制事件,性能的丧失或降低可能造成灾难性的后果,比如导弹不能及时修正目标等。

5. 软失败操作

当嵌入式实时操作系统中某个进程或者任务失败后,操作系统将试图纠正这个问题或者将它的影响最小化,同时继续运行系统。典型情况下,系统通知用户或者用户进程,它将试图进行纠正动作,然后继续操作,或降低服务级别。非实时系统遇到此种情况,则只是尽可能地保留数据,然后失败。例如,一个典型的传统 Unix 系统,当它检测到内核数据的误用,在系统控制台上发出失败消息,将内存内容存储到磁盘用于以后的失败分析,同时终止系统的执行。

1.1.3 VxWorks 操作系统特点

VxWorks 操作系统是美国 WindRiver 公司于 1983 年设计开发的一种嵌入式实时操作系统(RTOS),具有良好的可持续发展能力、高性能的内核以及友好的用户开发环境,在嵌入式实时操作系统领域占据非常重要的地位。VxWorks 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、航天等高精尖技术及实时性要求极高的领域中,如卫星通信、军事演习、弹道制导、飞机导航等。

VxWorks 操作系统是实时多任务操作系统,能在确定的时间内执行其功能,并对外部的异步事件做出响应的计算机系统。VxWorks 系统提供多处理器间和多任务间高效的信号量、消息队列、管道、网络透明的套接字,提高事件的响应速度。

VxWorks 实时操作系统具体特征如下:

1. 具有高性能的操作系统内核 Wind

VxWorks 的内核 Wind 是一个具有较高性能的、标准的嵌入式实时操作系统内核,主要特点包括快速多任务切换、抢占式任务调度、任务间通信手段多样化等。该内核具有任务切换时间短、中断延迟小、网络流量大的特点,与其他嵌入式实时操作系统相比有一定的优势。

首先,VxWorks 的任务调度策略为以可抢占式调度(Preemptive Scheduling)为基础,辅以时间片轮转调度算法。这一调度算法使得 VxWorks 能够及时地响应高优先级的任务。而同级任务间则可选择时间片轮转法使多个同优先级的任务并发

执行。

其次, VxWorks 采用中断处理与普通任务分别在不同的栈中处理的中断处理机制。这使得中断的产生只会引发一些关键寄存器的存储而不会导致任务的上下文切换,从而减小了中断延迟。同时, VxWorks 的中断处理程序在最小时间内处理中断中必须要处理的任务,而将其他的非实时处理尽量放入被引发的中断服务程序中来完成,从而进一步缩小了中断延迟。VxWorks 在内核中普遍采用互斥信号量(Semaphores)而非通过关闭中断来实现互斥访问的方法对缩小中断延迟也有一定的贡献。

2. 开发调试环境友好

VxWorks 具有友好的开发调试环境,便于操作、配置和开发调试应用程序。嵌入式系统的本身特点通常使其开发和调试过程较一般系统更为复杂。一个友好的开发环境能够大大地降低嵌入式系统开发的难度,提高开发效率。

VxWorks 的开发环境 Tornado 就是一个友好的开发环境,能够运行在多种主机上,包括 Sun、HP、IBM - rs6000、Dec、MIPS 等;主机操作系统则支持 Unix、Windows NT、Windows XP 等。系统的各项配置由于使用了较为流行的图形界面(如对话框、列表、选项、按钮等),并且具有可视化图形界面的调试工具,符合大多数用户的计算机使用习惯,方便用户调试。

VxWorks 支持应用程序的动态链接和动态下载,使开发者省去了每次调试都将应用程序与操作系统内核进行链接和下载的步骤,缩短了编辑调试的周期。VxWorks 提供的目标机仿真器 VxSim,使开发者可独立于硬件环境,先行开发应用程序,从而节省了新产品的研发时间和硬件方面的开销。

3. 具有良好的兼容性

VxWorks 是最早兼容 POSIX1003.1b 标准的嵌入式实时操作系统之一,同时是 POSIX 组织的主要会员。

VxWorks 的 TCP/IP 协议栈部分与 BSD4.4 版本的 TCP/IP 除了在实时性方面有较大差别外,其他方面基本兼容。这使得基于 BSD4.4 Unix Socket 的应用程序可以很方便地移植到 VxWorks 中。

不仅如此, VxWorks 还是第一个通过 Windows NT 测试的,是可以在 Windows NT 平台进行开发和仿真的嵌入式实时操作系统。VxWorks 同时支持 ANSI C 标准,并通过了 ISO9001 的认证。

VxWorks 良好的兼容性,使其在不同运行环境间可以方便地移植,从而使用户在开发和培训方面所做的工作得到保护,减少了开发周期和经费。

4. 支持多种开发和运行环境

VxWorks 的应用范围和领域比较广泛。VxWorks 开发环境支持的主机包括

Sun、HP、IBM - rs6000、Dec、MIPS 等。系统运行环境支持 PowerPC、68K、CPU32、SPARC、i960、x86、MIPS 等众多 CPU 及支持 RISC、DSP 等技术。VxWorks 同世界诸多硬件厂商有着良好的合作关系,对于多种硬件的有效支持是 VxWorks 得以流行的一个重要原因。

5. 快速支持新技术

VxWorks 对于出现的各种新技术采取跟踪和及时改进的策略,始终能够满足客户的最新需求。它是最早实现捆绑集成交叉开发环境的嵌入式实时操作系统之一,也是最早在其内核中加入 TCP/IP 网络协议的嵌入式实时操作系统。此后,VxWorks 又率先宣布支持网络文件系统 NFS,在系统集成最新网络协议方面一直保持良好的势头。VxWorks 还是最先支持 RISC 处理器的嵌入式实时操作系统。从这可以看出 VxWorks 具有较强的开发革新能力及较短的更新周期。

1.2 VxWorks 操作系统基本结构

VxWorks 操作系统的基本构成模块包括以下部分。

(1) 高效的实时内核。VxWorks 实时内核(Wind)主要包括基于优先级的任务调度、任务同步和通信、中断处理、定时器和内存管理。

(2) 兼容实时系统标准 POSIX。VxWorks 提供接口来支持实时系统标准 P.1003.1b。

(3) I/O 系统。VxWorks 提供快速灵活的与 ANSI C 相兼容的 I/O 系统,包括 Unix 的缓冲 I/O 和实时系统标准 POSIX 的异步 I/O。VxWorks 包括以下驱动:

- 网络——网络设备(以太网、共享内存);
- 管道——任务间通信;
- RAM——驻留内存文件;
- SCSI——SCSI 硬盘、磁碟、磁带;
- 键盘——PC x86 键盘(BSP 仅支持 x86);
- 显示器——PC x86 显示器(BSP 仅支持 x86);
- 磁碟——IDE 和软盘(BSP 仅支持 x86);
- 并口——PC 格式的目标硬件。

(4) 本机文件系统。VxWorks 针对不同的设备提供了多种文件系统。VxWorks 的文件系统与 MS-DOS、RT-11、RAM、SCSI 等相兼容。针对块设备,VxWorks 提供了兼容 MS-DOS 的文件系统及 RT-11 文件系统。所支持的 Raw File System 的文件系统能够将整个硬盘视为单个文件来操作。VxWorks 还提供支持磁带设备和 CD-ROM 设备的文件系统。

(5) I/O 系统。VxWorks 的 I/O 系统提供了操作系统与各硬件设备的接口。