

文章编号:1007-1180(2010)09-0064-05

基于 VxWorks 的多任务程序设计及通信管理

闫得杰

(中国科学院 长春光学精密机械与物理研究所, 吉林 长春 130033)

摘要: 为了满足系统各个任务对实时性的要求, 需要实现各个任务的并行处理。针对 VxWorks 操作系统的多任务调度机制和任务通信方式进行了分析; 采用基于时间片轮转调度实现多任务程序设计, 可以动态改变各个任务期望运行的时间片; 对各种通信方式和实现方法进行了比对, 并给出了优化方案。上述设计方法实时性强, 可靠性高, 系统可扩展性良好, 能够很好地满足工程需要。

关键词: VxWorks; 多任务; 实时操作系统; 任务通信

中图分类号: TP274

文献标识码: A

DOI: 10.3788/OMEI 20102709.0064

Design of Multi-task Programmer and Task Communication based on VxWorks

YAN De-jie

(Changchun Institute of Optics, Fine Mechanics and Physics, Chinese Academy of Sciences, Changchun 130033, China)

Abstract: In order to meet the real-time demands of the multi-task of the system, the parallel processing for all kinds of tasks was required. Multi-task scheduling and task communication mechanism about VxWorks operating system were analyzed. The design of rotating schedule based on time slice was put in use on the multi-task programming, as well as, the time slice of the expectations of each task running could be dynamically changed. At the same time, most of the communication means and methods were compared, and the better optimization was given. The method could be satisfied the engineering requirements with good performance on real time characteristics, high reliability, and good expansibility.

Keywords: VxWorks; multi-task; real-time operating systems; task communication

1 引言

在嵌入式系统的应用开发中,采用嵌入式实时操作系统能够支持多任务,使得程序开发更加容易,便于维护,同时能够提高系统的稳定性和可靠性^[1],这已逐渐成为嵌入式系统开发的一个发展方向。VxWorks 是嵌入式实时操作系统典型产品之一,由美国 Wind River System 公司推出的一个实时操作系统。VxWorks 是一个运行在目标机上的高性能、可裁减的嵌入式实时操作系统。VxWorks 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^[2]。在美国的 F-16、F-18 战斗机、B-2 隐形轰炸机和爱国者导弹上,甚至连 1997 年 4 月在火星表面登陆的火星探测器上也使用了 VxWorks。当然,在民用方面,VxWorks 也占有很大一部分市场^[1]。可以说,VxWorks 操作系统在很多领域和行业都得到了极大的认可和广泛的应用。

VxWorks 操作系统为了方便程序开发及满足实时性要求,在系统中需要有多任务的调度运行,而根据不同的需要对多任务程序设计及通信管理的要求也不同^[1]。操作系统虽然提供了多任务的环境,但并没有提供任务调度机制。因此,本文针对 VxWorks 操作系统的多任务调度机制和任务通信方式进行分析,采用基于时间片的轮转调度实现多任务程序设计^[3],同时讨论了任务间通信的方式和实现方法,并进行了分析和对比,给出了优化方案。

2 多任务程序设计

2.1 任务结构

多任务设计能随时打断正在执行的任务,对内部发生的事件在确定的时间内作出响应。VxWorks 实时内核 Wind 提供了基本的多任务环境。从表面上看,多个任务同时执行;实际上,系统内核根据某一调度策略使其交替运行^[1]。系统调度器使用任务控

制块的数据结构(简称 TCB)来实现任务调度功能。任务控制块用来描述一个任务,每个任务都与一个 TCB 关联。TCB 包括了任务的当前状态、优先级、要等待的事件或资源、任务程序码的起始地址以及初始堆栈指针等信息;调度器在任务最初被激活以及从休眠态重新被激活时,会用到这些信息。此外,TCB 还被用来存放任务的“上下文”(Context)。任务的上下文就是当一个执行中的任务被停止时所要保存的所有信息。当任务被重新执行时,必须要恢复上下文。通常,上下文即计算机当前的状态,也就是各寄存器中的内容,同发生中断时所要保存的内容一样。当发生任务切换时,将当前运行任务的上下文存入 TCB;而将要被执行的任务的上下文从其 TCB 中取出,放入各寄存器中,于是转而执行这个任务,执行的起点是上一次它在运行时被中止的位置^[4]。

2.2 任务状态和状态转移

实时系统的一个任务可有多种状态,其中最基本的状态有以下 4 种^[5]:

- (1) 就绪态:任务只等待系统分配 CPU 资源;
- (2) 挂起态:任务须等待某些不可利用的资源而被阻塞;
- (3) 休眠态:如果系统无需某个任务工作,则该任务处于休眠状态;
- (4) 延迟态:任务被延迟时所处的状态。

表1 与任务状态迁移有关的系统调用

| 状态转移 | 调用 |
|--------|------------------------------|
| 就绪态挂起态 | semTake() /msgQReceive() |
| 就绪态延迟态 | taskDelay() |
| 就绪态休眠态 | taskSuspend() |
| 挂起态就绪态 | semGive() /msgQSend() |
| 挂起态休眠态 | taskSuspend() |
| 延迟态就绪态 | expired delay |
| 延迟态休眠态 | taskSuspend() |
| 休眠态就绪态 | taskResume() /taskActivate() |
| 休眠态挂起态 | taskResume() |
| 休眠态延迟态 | taskResume() |

当系统函数对某一任务进行操作时,任务从一种状态转移到另一种状态,处于任一状态的任务都可被删除。与任务转移有关的系统调用见表1。任务的状态及转移关系如图1所示。

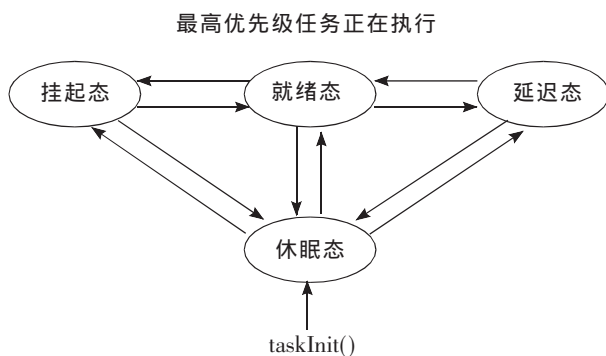


图1 任务的状态及转移关系

2.3 任务调度

VxWorks 操作系统支持优先抢占调度和时间片轮转调度策略,而且任务本身的开销也非常小,实现了很好的实时性;多任务调度必须采用一种调度算法来分配 CPU 给就绪态任务^[6]。

2.3.1 基于优先级的抢占式任务调度

VxWorks 内核将优先级划分为 256 级 (0~255),优先级 0 为最高优先级,优先级 255 为最低优先级。当任务被创建时,系统根据给定值分配任务优先级。基于优先级的抢占式具有很多优点,为每个任务指定不同的优先级。没有处于挂起或休眠态的最高优先级任务将一直运行下去;当更高优先级的任务由就绪态进入运行时,系统内核会立即保存当前任务的上下文,以便切换到更高优先级的任务^[1]。任务抢占调度的实例见图2。

优先级抢占调度就是高优先级就绪状态的任务可以抢占正在运行的低优先级的任务,中断可以抢占任何任务,因而可以保证系统的实时性^[1]。但这种调度算法也增加了系统的复杂性,系统任务的执行流程是不可控的。对于共享资源需要加以保护,任务间的资源竞争会使一个高优先级的任务被迫等待一个低优先级任务完成才能执行^[1],这种情况就产生

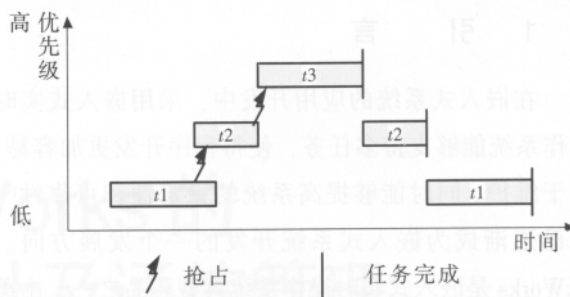


图2 任务的抢占执行

了优先级翻转。因此,要小心使用任务间的同步机制,防止出现系统死锁。

2.3.2 基于时间片的轮转调度

VxWorks 任务默认的调度方式为基于优先级的抢占式调度,允许和时间片轮转调度共存。基于时间片的轮转调度分配给处于就绪态的每个同优先级任务一个相同的执行时间片,从而避免长时间占用 CPU。时间片的长度可以由系统调用 KernelTimeSlice() 通过输入参数值来指定,这样,同级的任务就会按照时间片的方式轮转运行^[1]。显然,每个任务都有一个运行时间计数器,任务运行时每一时间计数加一。一个任务完成时间片之后,即进行任务切换,停止执行当前运行的任务,将其放入就绪队列尾部;将运行时间计数器清零,并开始执行就绪队列中的下一个任务。当运行任务被更高优先级的任务抢占时,此任务的运行时间计数器被保存,直到该任务下次运行^[1]。轮转调度及优先级调度结合实例如图3所示。

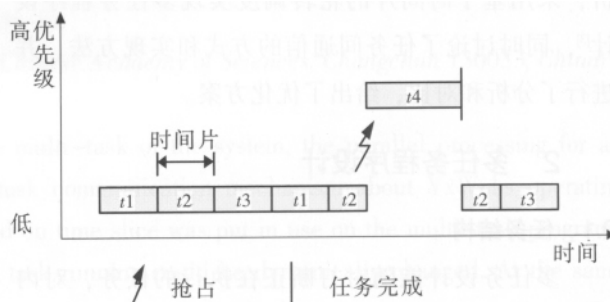


图3 任务的轮转执行

3 多任务通信管理

在多任务系统中,需要使用任务间通信机制协

调各任务间的活动。VxWorks 支持各任务间的通信机制, 提供了多样的任务间通信方式, 主要有共享内存、信号量、消息队列和管道等^[7]。

3.1 共享内存

共享内存是任务间通信最简单的方法。通常情况下, 各任务的内存空间在系统管理下是互不干扰的, 但在任务间通信时需要将地址空间的同一块内存进行共享^[1]。

共享内存最大的好处就是便利、快捷, 同时也存在很大的危险性。当多个任务同时访问和修改共享内存区时, 就很难保证数据的正确一致性。解决该问题的办法就是对共享内存进行访问上锁, 即不允许多个任务同时访问该共享内存区。

3.2 信号量

信号量提供最快速的任务间通信机制, 主要用于解决任务间的互斥和同步。针对不同类型的问题, 有以下 3 种信号量, 即二进制信号量、互斥信号量和计数器信号量^[6]。二进制信号量使用最快捷、最广泛, 主要用于同步和互斥, 非常适合嵌入式软件; 互斥信号量可以解决内在的互斥问题, 主要用于优先级继承、安全删除等; 计数器信号在二进制信号量基础上增加了计数功能, 可以解决一个资源多个实例需要保护的情况。

信号量的问题在于无法实现一个任务与多个任务的通信, 且无法附带更多的信息。但信号量机制开销小, 通信速度快, 处理方法简单, 是多任务间通信的主要手段^[4]。

3.3 消息队列

消息队列机制是相对比较高级的一种任务间通信方式, 实现起来也比信号量机制复杂。使用消息队列进行任务间通信实际上是非同步的, 送信任务与收信任务并不需要同时进行数据和信息的交换。可以有多个任务向一个消息队列中发送消息, 也可以有多个任务从一个消息对列中去取消息, 如果一直没有任务去取消息的话, 消息将一直囤积直至达到最大长度^[8]。消息队列机制原理如图 4 所示。

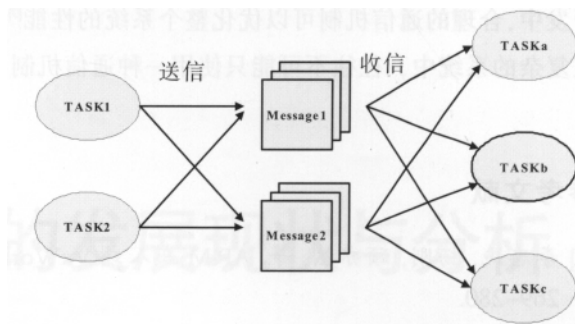


图 4 消息队列机制

在 VxWorks 中, 消息队列是一种系统开销较高的通信机制, 当送信消息长度超长时, 送信的效率将会下降, 这对于实时性要求比较高的系统来说有可能导致通信超时问题^[4]。解决办法是为送信的内存单独开一个内存区域, 送信时, 不是之间传送信内容, 而是将送信内容拷贝到 QUE_BUFF 内存区域后, 将该内存区域的指针作为送信内容; 收信任务收到该送信内容后, 通过指针到 QUE_BUFF 内存区域去取实际的信息内容。

3.4 管道

管道是一种由 pipeDrv 驱动程序管理的虚拟 I/O 设备。管道在许多时候可以代替消息队列, 使用方法一般也比消息队列简便。由于管道是 I/O 设备, 这样就使得它和其他标准 I/O 一样可以使用 select 机制, 从而可以方便地实现与多个异步 I/O 设备一起工作^[4]。

4 结束语

VxWorks 是一种支持多任务的嵌入式实时操作系统, 由于其高可靠性和实时性, 在航空、航天、军事等领域的电子联网系统中得到了广泛应用。本文在 VxWorks 操作系统中介绍了任务结构、任务状态及状态转移的关系, 针对多任务调度和通信机制进行分析, 给出了基于时间片轮转调试方法更适合于多任务程序设计; 同时对几种主要的通信机制的优缺点及优化方案进行了对比。上述方法综合考虑了系统中多任务程序的设计及任务间的通信机制, 满足系统对各个任务实时性的要求。在系统设计和

开发中,合理的通信机制可以优化整个系统的性能^[9]。根据各通信机制的特点灵活地选用多种通信机制,在复杂的系统中,往往不可能只使用一种通信机制,可达到设计开发出高效系统的目的。

参考文献

- [1] 李忠民, 杨刚, 顾亦然, 等. ARM 嵌入式 VxWorks 实践教程 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2006: 269-280.
- [2] 唐晓平, 何峰, 梁甸农. 基于 VxWorks 的多中断处理设计[J]. 计算机工程, 2009, (35): 249-251.
- [3] Wind River Inc. VxWorks Programmer's Guide 5.5[EB/OL]. [2008-06-23]. <http://www.windriver.com>.
- [4] 李俊. VxWorks 下多任务间通信方式的比较与分析[J]. 信息技术, 2009, (25): 24-25.
- [5] 王永亮, 李秀娟. 嵌入式多任务程序设计[J]. 电子科技, 2010, 23(1): 94-96.
- [6] 李洪亮, 候朝桢, 周绍生. VxWorks 下实时多任务程序的实现[J]. 微计算机信息, 2008 (7-2): 90-91.
- [7] 王普, 张亚庭. 一种简单的实时多任务操作环境的实现[J]. 北京工业大学学报, 1998, 3(1): 116-122.
- [8] 曾凡林, 陶洪. 嵌入式实时操作系统中零拷贝消息队列的设计[J]. 无锡职业技术学院学报, 2006, 5(2): 21-23.
- [9] 周龙, 刘海萍. 无线通信系统信道模型研究[J]. 光机电信息, 2010, 27(4): 26-30.

作者简介: 闫得杰(1979-), 女, 汉族, 吉林德惠人, 硕士, 助理研究员。2010年于长春光机所获得硕士学位, 主要从事空间相机像移补偿和嵌入式系统的软件设计。E-mail: dejieyan@yahoo.com.cn

希达电子在东北亚博览会一展风采

第六届中国吉林·东北亚投资贸易博览会9月2日9时在吉林省长春国际会展中心隆重开幕, 长春希达电子技术有限公司制造的LED全彩色显示屏引起了众多客商的关注和赞赏, 成为了本届展会上的一道亮丽的风景线。

在本届展会上, 首先映入眼帘的便是在会展中心正门两侧屹立的两块30多平方米的全彩色显示屏, 引起了前来参加展会客商们的注意。更成为客商们关注焦点的是在A展览馆中的椭圆形LED显示屏, 可称为一个创新设计。这块显示屏改变了以往常见的形状设计, 吸引了前来展会的众多客商。据介绍, 这款LED显示屏是我国独家拥有自主知识产权的产品, 该款显示屏技术属于国际领先水平, 只在我国国家大剧院展出过一次, 在展会展出还是国内首次。尽管这款椭圆形LED显示屏只有35平方米, 但是价值100多万元。不仅如此, 椭圆形显示屏的右侧还有一道亮丽的风景线。这便是一块面积达到60多平方米的超大显示屏。这块显示屏让众多客商眼前一亮, 在这块显示屏上呈现给来自世界各地的客商的不仅是吉林的风采, 还有希达电子的风采。

