



C131048

康拓工控

嵌入式实时多任务操作系统 VRTX/OS

北京康拓工业电脑公司(100080)

张 颢

随着计算机技术的不断发展,工控领域不断扩大,工业现场对实时性的要求越来越高,高技术产业、传统工业的改造都迫切需要具有实时特点的软硬件系统。国际上通常通过使用实时多任务操作系统来进行实时系统的开发,既提高了系统的可靠性,又大大降低了开发费用,缩短了开发周期。国内大量的实时软件仍处于开发者自己编写的状况,因而有必要了解和掌握一些成熟的实时多任务操作系统。通常说,实时操作系统具有快速处理在时间上异步出现的事件的能力,多任务操作系统是多个活动或进程在不相互影响下同时运行的系统。几个任务活动能够同时运行、并且在时间上每个精确定时的系统称为实时多任务操作系统。

目前,国际市场流行的实时多任务操作系统主要有 VRTX、iRMX、AMX 等多种操作系统。其中美国 Ready System 公司开发的 VRTX/OS 以其性能卓越、可靠性高、用途广泛而占据世界同类产品市场的 85%。VRTX/OS 适用于 Intel 的 80x86 系列,也适用于 Motorola 的 680xx/08/20/30 以及 SPARC MIPS、NEC V20/30/50 等多种微处理器。自其问世以来,已在全世界开发了四千余种实时应用,产品逾百万,有着良好的信誉。波音 747-400、麦道 MD-11、美国军用飞机、瑞士迅达电梯以及日常随处可见的 Motorola 的移动电话等,都在其控制系统中嵌入了 VRTX/OS 的核心。一些著名的公司如 IBM、AT&T、DEC、Motorola、NEC、西门子、爱立信、波音等都是 VRTX 的用户。

一、VRTX/OS 的构成

VRTX/OS (Versatile Real Time executive) 是高性能通用实时执行程序,是嵌入式微处理机的硅软件部件 (Silicon software Component)。所谓硅软件部件是指可在所有使用同型 CPU 的板级计算机上操作的微处理机可执行程序,因为硅软件部件可不经修改就和定制板一起工作,所以它可以装入 ROM 中,事实上,硅软件部件的关键不在硅或软件,而在部件,VRTX 被巧妙地设计成标准硬部件那样的方式来工作:一个现成的积木块 (Building block) 可以不加修改地适应多种软硬件环境。VRTX/OS 就是由这样一些实时执行部件及开发工具所构成。

1. 实时核心 VRTX32

实时核心提供了实时多任务操作系统关键的核心支持,主要包括如下内容:

《电子技术应用》1994 年第 12 期

(1) 任务管理: VRTX/OS 提供多任务管理机制,调度机制为基于可抢占的优先级方式,每一任务在建立时就建立一优先级,优先级可以动态改变,同优先级任务可依照就绪的顺序调度或时间片轮转方式调度。

(2) 任务间通信与同步互斥机制: VRTX/OS 提供多种同步互斥机制,有邮箱 (mailbox), 队列 (queue), 事件标志 (event flag), 信号灯 (semaphore)。

(3) 存储管理: VRTX/OS 采用动态的存储分配来满足应用对存储池的需要和实时性的要求。

(4) 中断支持: VRTX32 把中断和多任务处理环境分开来管理,不需 VRTX32 的干涉便可直接进入 ISR (中断服务过程),当硬件测试出中断时,所有多任务活动包括 VRTX32 自身停止运行并且被控制转至指定的 ISR,控制从任务切换至 ISR 不会增加 VRTX32 的开销,ISR 与任务不同,不参与调度。VRTS32 必须区分二者,用户通过编写 ISR 来建立 VRTX/OS 的任务和外设之间的联系,ISR 一般是一段非常少的汇编语言,复杂的处理将在任务一级处理。

(5) 用户定义扩展的支持:

- 用户定义的系统调用支持特殊的硬件设备或功能

- VRTX32 扩展是 VRTX32 扩展机制的用户支持程序,这些扩展由 VRTX32 系统事件 (任务生成,删除,切换) 激活。

2. IFX

IFX 为 VRTX/OS 提供一套功能很强的输入输出与文件管理设施。从所周知,实时应用要求快速、可靠的操作系统支持,而 IFX 靠低开销的 I/O 函数提供这种支持。IFX 包括很多快速简单的函数,而不是少量的速度慢的综合函数,这就保证了应用程序只执行它所需要的函数,快速高效。而且 IFX 的低的中断延迟保证了关键性实时设备中断不至于丢失。

IFX 由三个模块构成: 调度程序 (Dispatcher), 盘 I/O 系统, 流 I/O 系统。

调度程序 Dispatcher 处理所有 IFX 需求,并将它们分配给适当的 IFX 模式来完成,在任何 IFX 配置里,调度程序都是必须的,盘 I/O 系统与流 I/O 系统则是可选的,且相互独立,但它们都需要调度程序 Dispatcher。

盘 I/O 系统由与 MS-DOS 兼容的文件管理器

(file manager)和盘高速缓存管理器(disk buffer cache manager)组成,IFX 的文件管理器读写与 MS-DOS 兼容的存储介质,高速缓存是为了减少盘 I/O 操作,它保存最新使用过的数据。高速缓存为每个盘卷保留一缓存(LPU 算法),当向缓存写数据时,IFX 一般不立即将数据写到盘上,而是先标记缓存为忙,然后当 IFX 需要另外其它的缓存或盘卷时,它才实际将缓存内容写到盘上,大批量的数据交换是不通过缓存的。

流 I/O 系统处理字节流设备的 I/O 终端,诸如打印机和串行通信设备等。由环形缓存管理器(circular buffer manager)和行编辑器(line editor manager)组成,在应用层上,它所用的调用只是盘 I/O 调用的子集。

3. WIX 窗口 I/O 系统

WIX 是一个基于窗口的输入/输出系统,是 VRTX32 的一个伴随软件。WIX 为基于 VRTX32 的软件系统提供了窗口式的 I/O 手段,它对目标环境没有任何要求,除了需要建立标准的 PC 硬件的键盘和屏幕驱动程序。

借助于 WIX,屏幕可以划分为任意多个窗口,且每个窗口的大小可由用户自由选择,这些窗口可以任意多层重叠,各个任务可以并行地在独用或共用窗口上输出结果。任务可以要求在任何一个窗口进行输入。

WIX 支持 VRTX32 和 RTscope 的 I/O,用户可以指定两个窗口专门用于之。

4. RTscope 调试部件

REscope 是一个实时多任务调试程序和 VRTX32 的系统监控程序,具备两方面的功能,一是作为传统板级监控程序;二是作为 VRTX32 的系统监控,后一功能使得 RTscope 具备以下功能:

- 能对多任务系统并行操作
- 能察看 VRTX32 的数据结构及显示这些结构的状态
- 在 VRTX32 系统调用中设置断点
- 交互式系统调用
- 独立应用的 PROM 调试程序
- 位置独立软件
- 目标与主机的通信
- 软件扩展
- 显示及设置 CPU 寄存器和内存的数据
- 使用 INTEL 汇编语言格式列出汇编目标代码
- 单步执行
- 从主机到目标系统下装二进制代码

RTscope 具有两种操作模式:命令模式和任务模式,两种模式可以互相转换。

5. RTL 运行库

RTL 是一个可移植的标准 C 的运行时间库,它实

现了使用 VRTX/OS 的标准 C 运行时库函数,增强了 C 编译系统的功能,库函数的功能是通过使用 VRTX/OS 的多任务功能实现的。

RTL/86 由以下内容组成:

- 一个 RTL/86 的目标码库
- 可移植的 C 函数的源代码
- 标准头文件
- 汇编语言例程 包括 HOOK 例程,数学协处理例程,算术运算函数

二、VRTX/OS 特点

1. VRTX 对其硬件环境作了最少限制。它不依赖任何关于中断、计时器、存储器管理、总线及 I/O 设备的具体实现(只需一般地了解其硬件概貌和很少的用户例程接口即可)。因此 VRTX 可不经修改地在任何含有标准或定制的微处理器模板上运行。

2. VRTX 是与内存位置无关的,它可不加修改地放在内存地址空间的任何地方。

3. VRTX 的系统服务由“软中断”指令产生,而不是由过程或函数来服务,因此不需把 VRTX 与应用程序链接起来,也就是与特殊链接器的约定无关,高级语言将编译参数传递到 VRTX 的接口函数来与 VRTX 接口,其结果是与开发系统无关,即任何开发系统、任何语言、任何编译程序皆可用来开发 VRTX 应用程序。

4. VRTX 不仅自身代码紧凑(核心仅 8K),而且中断延迟很短,16M 80386CPU 的中断延迟时间仅 14.5 μ s。

5. VRTX 适用于多种微处理器,移植性好。

6. VRTX 的一个最重要特征就是其响应的确定性。VRTX 采用固定开销的搜索算法来保证可确定的调度进程,因此 VRTX 的性能与系统度量(任务、队列、邮箱)的数量无关,不论系统中有多少任务,每个任务调度的延迟都近于常数,这一特性对实时性要求极高的场合是非常重要的。

三、VRTX 的应用

嵌入式实时多任务操作系统 VRTX 特别适用于嵌入式应用,VRTX 的核心及各个部件均可嵌入到开发者的控制系统中,实现实时控制,象前言中所述的波音飞机等应用均是 VRTX 嵌入式应用的成功范例。

同时,VRTX 也可以应用到目前流行的微机平台,Ready System 公司提供的 VRTX-PC 就是其应用到 PC 机上的完整的实时多任务操作系统,这一操作系统除包含前述的各个部件外,还提供一个称为 PCX 的软件包,提供对 PC 机软硬件支持,在 PCX 的支持下,这一操作系统可直接运行于 DOS 环境,这样,既可充分利用 DOS 上丰富的软硬件开发工具,又能实现实时性的要求,从而形成工业控制中一个较好的方案。

(收稿日期:1994-08-09)

《电子技术应用》1994 年第 12 期