

基于 WinDriver 看门狗在电力 自动化系统中的实现

李山德, 刘宪林

(郑州大学 电气工程学院, 河南 郑州 450002)

摘要: 电力自动化系统运行于电磁干扰严重的环境, 且需要长期连续运行, 必须为系统配备看门狗以满足系统的可靠性要求。介绍在 Windows 2000 操作系统下用 WinDriver 和 C++ Builder, 在工控机看门狗电路的基础上实现 2 级看门狗的方法。第 1 级看门狗在应用程序运行异常时重启应用程序; 第 2 级看门狗在第 1 级看门狗拒动或操作系统崩溃时重启操作系统。该方法实现简单、效果良好。

关键词: 看门狗; 中断; Windows 2000; WinDriver; 工控机

中图分类号: TP 319

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2006)04-0084-03

某电力自动化系统的应用程序是一个运行于 Windows 2000 专业版操作系统(以下简称 Win2000)下的实时数据采集、计算、判断和控制的软件。由于它运行于电磁干扰严重的环境, 且需要长期连续运行, 因此必须配备看门狗以满足系统的可靠性要求。本文以工控机为硬件系统, 在 Win2000 下, 用 WinDriver 和 C++ Builder 编写 I/O 读写和中断服务程序, 实现工控机在 Win2000 下的 2 级看门狗功能。试验表明, 该方法切实可行, 效果良好。

1 系统介绍

本系统硬件主体是 1 台工控机。采用 IPC-6113 LP4 底板, FSC-1621VDCPU 卡。CPU 为奔腾 III 733 MHz(FSB133 MHz $\times$ 5.5), 128M 内存, 板载显卡和 8M 显存。CPU 卡上有 2 个可编程硬件看门狗电路, 30 GB 硬盘, IPC-810 机箱。另有 A/D 卡和开关量采集卡。

本系统使用的系统软件主要有微软 Win2000, Jungo WinDriver 6.21 和 Borland C++ Builder 5。

2 看门狗总体设计

一般的硬件看门狗动作于重启系统, 这在单片系统中容易实现而且重启时间极短。但如果要重启的是整个类似 Win2000 的操作系统, 其重启时间将相当可观。基于 Windows NT 内核的 Win2000 具有很高的稳定性, 如果只是应用程序运行异常, 则只需重启应用程序即可恢复正常运行, 这个过程只需几秒钟, 可以满足一般实时控制系统的要求。但如果干扰导致操作系统崩溃, 就只有重启操作系统。

本系统设置 2 级看门狗, 第 1 级负责处理应用程序运行异常, 第 2 级负责重启操作系统。参考其

用户手册可知, CPU 卡上集成了 2 个可编程看门狗计时器电路。其中一个由华邦 W83977 超级 I/O 芯片实现。可编程实现发中断或重启系统, 时间间隔 1~255 s(或 min)。另外一个看门狗则由 2 个只写的 I/O 口 0x441 和 0x443 实现。可编程实现发不可屏蔽中断(在 Win2000 中, 若系统接收到不可屏蔽中断将蓝屏纪录事件或重启系统)或重启系统。本系统由超级 I/O 芯片发中断, 中断服务程序结束并重启应用程序实现第 1 级看门狗。当第 1 级看门狗拒动或操作系统崩溃时, 则重启系统实现第 2 级看门狗。

3 第 1 级看门狗的实现

超级 I/O 芯片看门狗的实现通过向 2 个 I/O 地址发送设置信息来完成对时间间隔、间隔单位、中断号等设置。然而, Win2000 出于安全性考虑, 所有涉及内存、磁盘、中断、端口读写操作都必须通过一个内核态的 WDM 驱动程序完成, 禁止用户态的应用程序直接读写 I/O^[1]。以下利用 WinDriver 编写 I/O 读写和中断服务程序, 即用户态和内核态的接口程序。

3.1 WinDriver 下 I/O 读写程序编制

根据文献[2], 运行 WinDriver 中的 Driver Wizard, 依次在各操作界面下完成下列基本步骤: 创建一个新的任务; 在“Select Your Device”中选择“ISA card(I/O ports/memory/interrupts)”; 在“Define and Test Resources for Your Device”中选择要操作的 I/O 地址段, 作为第 1 个地址空间(Address Space); 选择集成开发环境“C++ Builder 4-6”; 保存所生成的 .wdp 文件。在文件所保存的目录下的 .c 文件中包含了所要调用的打开 I/O 句柄的函数原型和 I/O 读写字节、字、双字和四字的函数原型。依次向指定的地址写字节数据, 设定看门狗的参数。由于使用 WinDriver, 不再需要专门编写繁琐的内核态驱动程序。

3.2 WinDriver 下中断服务程序编制

WinDriver 下中断服务程序编制基本步骤与上

面类似。只是在选择“ISA card(IO ports/memory/interrupts)”后,应选择要设定的中断号。设定的中断号必须是未被占用的。可利用“Listen to Interrupts”监听中断确定该中断是否被占用。在所生成的.wdp文件目录下的.c文件中包含所要调用的打开中断句柄函数原型和中断处理函数原型。用 C++ Builder 编写中断处理程序,调用中断处理函数实现看门狗功能。当中断处理程序运行时,通过 WinDriver 自带的内核态通用驱动程序,将中断号对应的中断向量地址指向中断处理函数,以实时响应中断。该方法不需要编写复杂的内核态中断处理程序,简单易用。

3.3 Win2000 中进程的优先级

根据文献[3],Win2000 通过给具有较高优先级(Priority Class)的进程优先分配 CPU 时间片段实现对进程的管理。Win2000 将进程优先级从高到低分成实时、高、高于标准、标准、低于标准和低 6 个级别。优先级较高的进程将优先得到 Win2000 分配的 CPU 时间片段,优先运行。在应用程序和中断处理程序中要合理地分配优先级。中断处理程序对应用程序进行监听,故其进程优先级应高于后者。

3.4 第 1 级看门狗程序总体框图

由文献[4-10]可知,写 I/O 的指令置于应用程序的主循环中,每进行 1 次循环就清 1 次看门狗计数器;第 1 级看门狗则作为独立程序运行,实时监听中断。当应用程序运行异常,第 1 级看门狗程序便作相应的中断处理,分别用不同的 Windows API 获取应用程序的文件路径,中止应用程序,并再从该路径重新启动应用程序。有鉴于此,应用程序必须设计成一旦启动就自动投入运行。而且,第 1 级看门狗必须运行于较应用程序高的优先级上,否则当应用程序进入死循环时,系统的绝大部分 CPU 时间片段将被其占用,第 1 级看门狗将不能及时得到系统分配的 CPU 时间片段,执行所要的操作,如中止应用程序。经试验,将应用程序和第 1 级看门狗分别运行于高于标准和高的优先级上较为合理。这样,运行如打印清单、查看数据库等外部程序时(这些程序都运行于标准优先级),不至于影响应用程序和第 1 级看门狗的运行。参见图 1。

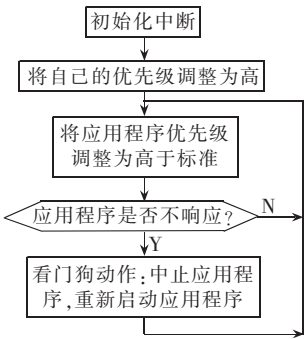


图 1 第 1 级看门狗框图

Fig.1 Block diagram of the 1st stage watchdog

4 第 2 级看门狗的实现

第 2 级看门狗的作用在于,当第 1 级看门狗拒动或 Win2000 崩溃时,重启操作系统,使软件系统在不太长的时间内重新投入运行。

对该看门狗的调用较为简单,只需向 I/O 地址 0x443 发送延时代码(对应延时),以启动看门狗。而向 0x441 发送任意数据即可禁用看门狗。故其实现步骤只需用 WinDriver 打开先前在 3.1 保存的.wdp 文件,在“Define and Test Resources for Your Device”中将 0x441~0x443 添加其中,作为第 2 个地址空间,与第 1 级看门狗共享 I/O 读写函数。与第 1 级看门狗一样,将第 2 级看门狗写 I/O 指令也放在应用程序的主循环中。而第 2 级看门狗延时应比第 1 级看门狗长,以防止其误动作。

5 结语

本文介绍的实现方法简单、可行。该方法省去了为看门狗编辑内核态 WDM 驱动程序的繁琐过程,实现步骤简单容易,操作界面友好。结合简单易用的 C++ Builder,可轻易实现 2 级看门狗。为运行在电磁干扰严重环境下电力自动化系统提供可靠性保障。

由于 Win2000 基于 Windows NT 技术,所以本文所涉及的 I/O 操作和中断处理操作也适用于同样基于 Windows NT 技术的 Windows XP 和 Windows Server 2003。

参考文献:

[1] 冉林仓. 用 DDK 2000 开发 NT 环境下的 Direct I/O WDM 驱动程序[J]. 电脑编程技巧与维护,2001(10):32-36.
RAN Lin-cang. Develop direct I/O WDM drivers in NT environment using DDK2000[J]. Computer Programming Skills & Maintenance,2001(10):32-36.
[2] 吕琦鹏,顾红,苏卫民. 用 WinDriver 开发适合多平台的设备驱动程序[J]. 单片机与嵌入式系统应用,2003(5):80-83.
LÜ Qi-peng, GU Hong, SU Wei-min. Develop multiplatform device drivers using WinDriver[J]. Microcontrollers & Embedded Systems,2003(5):80-83.
[3] 苑颂军,陈凡,黄厚宽. Windows NT 操作系统的优先级调度及一种改进方法[J]. 北方交通大学学报,1998,22(2):93-98.
YUAN Song-jun, CHEN Fan, HUANG Hou-kuan. Priority scheduling in Windows NT operating system and its improvement[J]. Journal of Northern Jiaotong University,1998,22(2):93-98.
[4] 蒋萌辉,詹仕华. 基于单片机测控系统抗干扰的软件设计[J]. 福州大学学报:自然科学版,2001,29(增刊):83-85.
JIANG Meng-hui, ZHAN Shi-hua. The design of anti-interference software based on the measure and control system of single-chip microcomputer[J]. Journal of

Fuzhou University:Natural Science,2001,29 (Supplement):83-85.

[5] 武安河. Windows 2000/XP WDM 设备驱动程序开发[M]. 2 版. 北京:电子工业出版社,2005.

[6] 武安河,周莉莉. Windows 设备驱动程序(VxD 与 WDM)开发实务[M]. 北京:电子工业出版社,2001.

[7] CANT C. Windows WDM 设备驱动程序开发指南[M].孙义,马莉波,国雪飞,译. 北京:机械工业出版社,2001.

[8] 吴秀清,周荷琴. 微型计算机原理与接口技术[M]. 2 版. 合肥:中国科学技术大学出版社,2001.

[9] 张有顺. 单片机简明教程[M]. 北京:中国计量出版社,1998.

[10] 刘光. C++ Builder 程序设计导学[M]. 北京:清华大学出版社,2002.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:
李山德(1981-),男,广东台山人,硕士研究生,研究方向为电力电子在电力系统中的应用(E-mail:firstlaugh@163.com);
刘宪林(1955-),男,河南洛阳人,教授,博士,主要从事电力系统分析与控制方面的科研和教学工作。

Implementation of watchdog for power automation
system using WinDriver

LI Shan-de,LIU Xian-lin

(Zhengzhou University,Zhengzhou 450002,China)

Abstract: Power automation system runs continuously in the environment full of electromagnetic interferences. It is necessary to employ watchdog in it. The implementation of 2-stage watchdogs based on Windows 2000,C++ Builder and WinDrive is introduced. The 1st stage watchdog restarts the application program when it becomes abnormal; the 2nd stage watchdog restarts the whole system when the 1st stage watchdog fails or the whole system halts. It is easy to implement and gets good performance.

Key words: watchdog; interrupt; Windows 2000; WinDriver; industrial PC

