

嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 在 通信电源监控中应用

郭凯东¹, 张东来¹, 苏光明²

(1. 哈尔滨工业大学 深圳研究生院, 广东 深圳 518055;

2. 中兴通讯股份有限公司, 广东 深圳 518057)

摘要: 对嵌入式操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 在 AVR 单片机的移植做了简要介绍, 用一个通信电源监控系统的实例, 介绍了监控系统的硬件结构和软件设计, 说明了如何有效地将 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 应用到目标系统中, 叙述了监控系统的可靠性保证措施及系统调试中需要注意的问题。嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的应用改变了传统的嵌入式开发过程, 使系统有足够的通用性、实时性、可扩展性。

关键词: 嵌入式操作系统; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$; 电源监控; 多任务

中图分类号: TM 910; TP 311.54 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006-6047(2005)04-0069-03

0 引言

电源系统运行质量的好坏将直接关系到通信网络的运行质量及安危。这决定了通信电源监控系统必须是实时性、准确性、快速响应性都很高的大型分布式网络系统。它必须具有“三遥”的基本功能, 数据的存储及处理、告警的查询分析和统计等功能也必不可少。通信电源设备运行参数多, 实时效果强, 在设备当中选择功能强大的控制芯片, 应用嵌入式操作系统, 使其尽可能地发挥出强大的软件控制功能, 满足用户对通信电源控制的各种要求。

与传统的单片机开发相比, 使用实时嵌入式操作系统, 利用其多任务管理, 任务间同步与通信等特点, 可以在一定程度上提高系统的可靠性和实时性。嵌入式实时操作系统有几十种, 如: VxWorks, pSOS, $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$, WinCE, Linux 等。在本文中选用了源码公开的 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$, 因为该操作系统具有内核小、实时性高、源代码公开等优点^[1]。

AVR mega128 是 mega 系列里功能强大、资源丰富的单片机, 有 128 k 的在系统可编程 flash, 4 kByte 的 SRAM 和 EEPROM, 同时带有 8 路 10 位 A/D 转换器及 1 个可用于程序下载的 SPI 串行口, 并且已应用于中兴的第三代组合电源 ZXDU300A(3.0) 中, 为系统的移植提供了一个良好的平台。本文针对 AVR 单片机讨论操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 在电源监控系统中的应用。

1 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 的移植

AVR mega 系列单片机是基于 AVR RISC 结构的 8 位单片机, 内部有 32 个通用寄存器。通过在 1

个时钟周期内执行 1 条指令, 运行速度可以达到 1 MIPS/MHz 的性能。AVR 单片机内核有丰富的指令集, 通过 32 个通用寄存器直接与逻辑运算单元相连接, 允许在 1 个时钟周期内 1 条单一的指令访问 2 个独立的寄存器。这样的结构使得代码的执行效率比传统的复杂指令集的微处理器快近 10 倍。

操作系统移植的工作有 3 个主要部分。

a. 在 OS_CPU.H 中要定义数据类型、开/关中断函数以屏蔽编译器和处理器; 定义堆栈的增长方向; 定义任务切换函数。

b. 在 OS_CPU_A.ASM 中, 用 C 编写以下几个函数: OStStartHighRdy(), OSCtxsw(), OSIntCtxSw(), OSTickISR()^[2]。

c. $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 移植需要用户在 OS_CPU_C.C 中定义 6 个函数, 而实际上需要定义的只有 OSTaskStkInit() 1 个函数, 其他 5 个函数需要声明, 但不一定有实际内容。这 5 个函数是用户自己定义的。使用时需要将 OS_CFG.H 里的 OS_CPU_HOOKS_EN 定义为 1, 设置为 0 表示不使用这些函数。在移植代码中并不要求使用。这几个函数, 故只定义其位空函数。这 5 个函数分别为: OSTaskCreateHook 函数; OSTaskDelHook 函数; OSTaskSwHook 函数; OSTaskStatHook 函数; OSTimeTickHook 函数。

除上述需要修改的文件外, INCLUDES.H 是 1 个头文件, 在所有后缀为 .C 的文件开始都包含 INCLUDES.H 文件, 其主要包含 OS_CFG.H, OS_CPU.H, UCOS_II.H 3 个文件。对于不同类型的处理器, 还需要改写 INCLUDES.H 文件, 增加自己的头文件, 但必须加在文件末尾。OS_CFG.H 主要包含的是一些二值常量, 通过对这些常量置 1 或 0, 可以方便的对内核进行裁减, 这是 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 较为突出的一个优点。

2 监控系统的硬件结构

组合电源的监控系统要求实现完成实时数据采集、实时告警判断、液晶显示控制、电池管理、历史告警和历史数据记录、参数保存,同时通过 RS-232/RS-422/RS-485 接口将组合电源系统的当前状况数据送往近端监控终端或远端监控中心,把组合电源系统的当前状况实时地上报,同时接收后台下发的各种命令,对前台实现智能化管理。电源监控系统的硬件结构如图 1 所示。

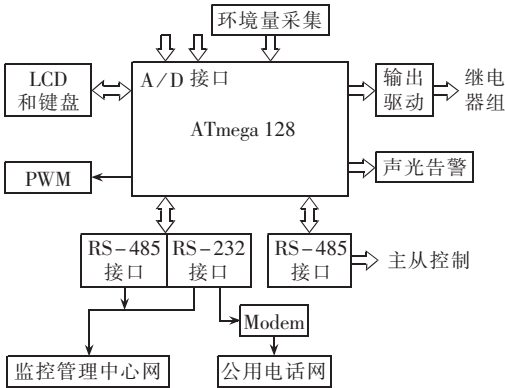


图 1 电源监控系统硬件结构

Fig.1 The hardware structure of monitoring and control system of power supply

3 监控系统软件设计

软件以 ATmega128 的 T0 定时器作为操作系统的时钟中断源,中断频率周期为 10 ms。系统采样的周期也为 10 ms,当采样次数达到 6 次时,发送消息通知告警管理和电池管理任务开始执行。同时,每 10 ms 查询 1 次键盘是否有键按下,实时地刷新液晶显示。当时间到达 10 min 时,保存 1 次系统参数,同时上位机可以查询和设置系统的参数。对于蓄电池的使用情况可以检测并自动管理。当监控系统检测到故障时,要发出声光告警或者向上位机发送告警通知维护人员。

RS-485 通信和串口通信采用的都是中断方式接收和发送信息。任何时候只要没有关中断,中断的执行高于任何任务。根据监控系统的工作原理,任务的划分原则^[3,4]如表 1 所示。

本系统任务间的通信和同步用到的系统服务有消息邮箱和信号量。信号量用于控制共享资源的使用权及激发其他任务的产生;消息邮箱用于通知任务的产生。由上述任务可将系统中的任务分为 3 种:定时产生的任务,由其他任务激活而不需要等待的任务,由其他任务激活而需要延时接收的任务。综上所述本文监控系统的软件流程如图 2 所示。

表 1 任务划分表

Tab.1 The task list

任务名称	主要功能	优先级	实时性	操作时间 / μs
监视任务	监视各任务,防止程序跑飞	0	最高	由其他模块决定
串口通信	完成与上位机的通信	1	很高	113
数据采集	负责数据量的采集	2	很高	20
告警管理	根据采集结果进行判断,并上送告警	3	比较高	120
菜单显示	刷新 LCD 液晶显示内容	4	高	119
键盘处理	根据键值分别进行处理	5	高	469
电池管理	根据检测到的电池数据,进行电池性能管理,包括均充、浮充、限流、下电等内容	6	低	520
参数管理	负责参数的修改、保存、读取,参数有效性的判别,当参数失效时调用缺省值。	8	很低	150
时钟计时	读取时钟芯片的时间	9	最低	207

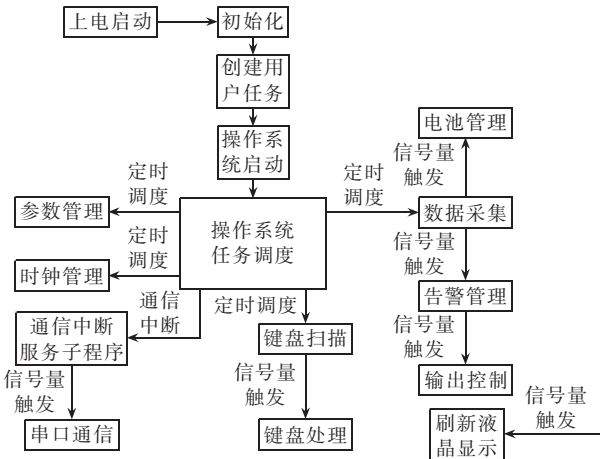


图 2 多任务系统框架

Fig.2 The multitask system frame

调试过程中需要注意 5 个问题。

a. 与编译器相关的函数(OSIntCtxSw())是问题最集中的地方。如果在多次任务切换后用户的系统崩溃了,用户应该怀疑堆栈指针在 OSIntCtxSw()中是否调整正确。

b. 在本系统中通过任务分割提高系统的实时性,解决长任务造成的执行过程中频繁被打断的问题;在设定优先级时,利用信号量只是通知 1 个事件的发生,不需要发生任务切换,所以接收邮箱任务的优先级要低于发送方。

c. 为了减少操作系统的体积,只应用操作系统的任务调度、任务切换、信号量处理、邮箱服务、延时及超时服务几部分。这样可使该操作系统的大小减小到 3~5 kB,再加上应用程序最大可达约 100 kB。

d. 任务可能出现异常或者跑飞,如使用看门狗将系统复位会导致部分信息丢失,为防止发生这种情况,系统中有1个优先级最高的监视任务,用来接收其他任务发出的信号量,如果在一定时间内没有接收到消息,即通过 `OSMboxPend()` 返回的 `err` 可以判断是否出错,说明该任务可能出现异常或者跑飞,这时将该任务的堆栈初始化,重新进行任务调度,而不影响其他任务的运行。

e. 每个任务堆栈大小是在初始化时设定的,但是任务在运行的过程中并不对堆栈使用进行限制,当栈顶超越了原定之后出现越界,这样操作系统中该任务以外的内存区域可能被改写,会造成难以预料的结果。利用 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 中的堆栈检验函数 `OSTaskStkChk()` 确定任务实际需要的堆栈空间大小,考虑到经理最坏的堆栈使用情况,在初始设置时预留一定的堆栈空间。

4 结语

该操作系统已成功应用于通信电源的监控系统中,经试验证明该系统运行可靠、实时性强,任务的独立性好,当一部分程序出现问题时不会影响其他任务的运行,也便于调试和维护。实时多任务操作系统的运用改变了传统的嵌入式开发过程,使通信电源的监控系统具有足够的通用性、实时性和可扩展性。

参考文献:

- [1] LABROSSE J J. 嵌入式实时操作系统 $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ [M]. 邵贝贝译. 第2版. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [2] 张 谦,裴海龙,谢 斌. $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ 实时嵌入式操作系统在 AVR mega 系列 MCU 上的移植 [J]. 微计算机信息, 2004,20(4):6-8.
- ZHANG Qian, PEI Hai-long, XIE Bin. $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$, the real-time kernel port to AVR mega MCU [J]. **Micro-Computer Information**, 2004,20(4):6-8.

- [3] 高建平,何 超,赵龙庆. 通过任务分割提高嵌入式系统的实时性[J]. 单片机及嵌入式系统应用,2003,(10):12-14.
- GAO Jian-ping, HE Chao, ZHAO Long-qing. Improvement of real-time in embedded system by task fragmenting [J]. **Application of SCM and Embedded System**, 2003, (10):12-14.
- [4] 曾海波,黎 雄,张凌俊,等. 实时多任务内核在电力系统励磁调节器中的应用[J]. 电力自动化设备,2002,22(8):35-38.
- ZENG Hai-bo, LI Xiong, ZHANG Ling-jun, et al. Real-time multi-task kernel and its application in power system AER [J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2002,22(8):35-38.
- [5] 白 玮,高 平,逢健鹏,等. DTS-SOTS 实时通信接口的设计与实现[J]. 电力自动化设备,2002,22(6):33-35.
- BAI Wei, GAO Ping, PANG Jian-peng, et al. Design and implementation of real-time communication interface between DTS and SOTS [J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2002,22(6):33-35.
- [6] 邹思轶,张广春,吴广宁. 基于 uClinux 的嵌入式操作系统在状态监测中的应用[J]. 电力自动化设备,2002,22(7):38-40.
- ZOU Si-yi, ZHANG Guang-chun, WU Guang-ning. Application of uClinux-based embedded operating system in status monitoring [J]. **Electric Power Automation Equipment**, 2002,22(7):38-40.

(责任编辑:汪仪珍)

作者简介:

郭凯东(1978-),男,辽宁开原人,硕士研究生,研究方向为嵌入式操作系统及通信电源监控系统的设计(E-mail: guo.kaidong@zte.com.cn 或 gkd99@hotmail.com);

张东来(1973-),男,吉林九台人,副教授,博士,主要研究方向为电磁测量与电力电子(E-mail: zhangdonglai@263.net);

苏光明(1973-),男,河南辉县人,工程师,研究方向为通信电源监控系统嵌入式软件设计(E-mail: su.guangming@zte.com.cn)。

Application of $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ in monitoring and control system of telecommunication power supply

GUO Kai-dong¹, ZHANG Dong-lai¹, SU Guang-ming²

(1. Shenzhen Graduate School, Harbin Institute of Technology, Shenzhen 518055, China; 2. ZTE Corporation, Shenzhen 518057, China)

Abstract: The transplant of embedded operating system $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ to AVR mega128 is introduced. With a centralized monitoring and control system of telecommunication power supply as an example, the hardware structure and software design are described and the application of $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ in objective system is illuminated. Some measures to ensure its reliability are depicted and the key points in system debugging are put forward. The application of $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$ changes the developing process of embedded system, which makes the system have enough universality, real-time performance and expandability.

Key words: embedded operating system; $\mu\text{C}/\text{OS}-\text{II}$; power monitoring; multitask