

基于嵌入式实时操作系统 RTX51 的软件系统设计

居锦武

(四川理工学院计算机科学学院, 四川 自贡 643000)

摘要: RTX51 是工作在 MCS51 单片机上的小型嵌入式实时操作系统, 该操作系统具有运行速度快、硬件要求低、使用灵活、便于移植与编程等优点, 在单片机的软件开发中得到越来越广泛的应用。介绍了 RTX51 的基本原理, 分析了 RTX51 对任务的管理机制, 以智能电子镇流器控制系统为例, 详细分析了基于 RTX51 的软件系统的设计方法。

关键词: 嵌入式系统; 实时; 操作系统; 任务管理; 镇流器

中图分类号: TP311

文献标识码: A

在计算机工业控制领域, 单片机作为一种微型化、低成本、高可靠性的微型计算机, 具有广泛的应用领域。单片机软件系统的传统结构是基于前后台结构, 即前台为无限循环, 完成一些时间不敏感任务, 后台的多个中断服务程序完成时间敏感任务, 采用全局变量作为前后台之间的信息传递纽带。这种软件结构具有结构简单、程序流程比较清楚等优点。但随着单片机外围部件的多样化、软件的大型化与多功能化, 系统的开发周期却要求越来越短, 由于各硬件的控制代码、软件中的各个模块相互牵扯、干扰等原因, 前后台结构要协调这些问题将比较困难, 将使系统开发周期显著加长。为了解决这些问题, 在单片机软件设计中采用嵌入式实时操作系统, 已经成为一种必然的趋势。

1 RTX51 简介

RTX51 是德国 KEIL 公司为 MCS51 系列单片机设计的小型嵌入式实时操作系统。RTX51 操作系统内核集成在 KEIL C51 编译器中, 通过系统功能函数的调用方式来完成任务的管理及其它工作, 任务可使用 C51 语言或是汇编语言进行程序设计和软件编译工作^[1], 系统的使用非常灵活和方便。很容易将多任务的系统软件与实际的嵌入式系统相结合, 基于 RTX51 设计的多任务系统的调试与仿真方法^[2]与一般的 C51 程序也完全相

同。

依据对任务的管理能力及对存储器的分配能力, RTX51 内核分为两种, RTX51 - FULL 是一个比较完整的嵌入式实时操作系统, 支持按时间片循环和任务优先级两种任务调度方式, 具有比较完善的任务管理能力, 支持任务间消息传递, 支持任务优先级分级, 支持内存池分配能力及系统邮箱功能, 最大可支持 256 个任务。RTX51 - TINY 是 RTX51 - FULL 的子集^[3], 该系统的实现相当紧凑, 同时支持 16 个任务, 运行时代码仅需 700 字节, 但不支持任务优先级分级、内存池分配、系统邮箱等功能, 仅支持按时间片循环任务调度方式。

RTX51 的设计相当精巧, 系统以 API 函数方式提供系统调用, 供用户完成多任务系统的软件设计。主要的 API 函数共有 18 个, 简要分述如下。

1.1 任务管理

任务管理函数完成对系统中任务的管理工作, 主要包括任务的创建, 任务的删除, 任务中断的分配等。任务管理函数包括: `os_create_task`、`os_delete_task`、`os_set_slice`。

1.2 消息管理

消息管理函数完成任务之间的消息发送、接收等操作。消息管理函数包括: `isr_recv_message`、`isr_send_message`、`isr_send_signal`、`os_clear_signal`、`os_send_message`、`os`

收稿日期: 2011-03-08

基金项目: 四川省教育厅项目(09ZB128); 自贡市科技局项目(10N19)

作者简介: 居锦武(1976-), 男, 上海人, 副教授, 硕士生, 主要从事计算机体系结构、嵌入式计算机、设备驱动等方面的研究, (E-mail)jjwmail@163.com

_send_signal、os_send_token、os_wait。

1.3 中断管理

中断管理函数完成系统对中断的管理工作,包括中断的禁止、允许,中断与任务的分配等。中断管理函数包括:os_attach_interrupt、os_detach_interrupt、os_disable_isr、os_enable_isr。

1.4 内存池管理

内存池管理函数完成系统中内存池的管理工作,包括内存池的创建,在任务中分配、释放存储空间等工作。内存池管理函数包括:os_create_pool、os_free_block、os_get_block。

2 RTX51 的任务管理

RTX51 操作系统的核心是完成对多任务的管理工作。内核提供函数 os_create_task 来完成任务的创建,由函数 os_delete_task 来完成任务的删除。系统中的任务可能处于 5 种状态之一,分别是:运行、就绪、等待、删除、超时。任务状态的转换如图 1 所示。RTX51 内核对任务的切换调度基于时间片轮换和任务优先级算法进行,当一个任务所分配的时间片结束或是任务调用了函数 os_wait,或是有更高优先级的任务进入了就绪队列,该任务暂停工作,由切换调度算法决定下一个任务进入运行状态。任一时刻,只有一个任务处于运行状态。

RTX51 提供了一些函数完成任务间的同步处理工作^[4],任务通过调用函数 os_wait 使自己退出运行状态,然后进入等待状态。当其它任务调用函数 os_send_signal 向该任务发送信号后,该任务进入就绪状态。中断服务程序中也可以调用函数 isr_send_signal 向特定的任务发送信号,以实现中断与任务之间的同步。RTX51 不支持抢先式任务调度,当任务完成自己的工作,但时间片没有结束时,任务通过调用函数 os_wait,设定一个超时时间,使自己进入等待状态,超时时间到达后,任务再进入就绪状态,等待内核的调度,准备再次进入运行状态。

3 基于 RTX51 的固件程序设计

3.1 智能电子镇流器控制系统的结构

智能电子镇流器是一种具有连网功能的镇流器,镇流器控制大功率紫外线灯管发出紫外线,用于城市污水处理过程中的尾水消毒。数百个镇流器通过 RS485 总线组成一个网络,由上位机对各个镇流器进行控制,控制功能包括开启、关闭镇流器,设置镇流器的输出功率、启动延时时间、启动电流大小等参数,上位机还要定时对各个镇流器进行监测,读取镇流器的总工作时间、工

作状态等信息,同时还进行镇流器的故障检测工作。

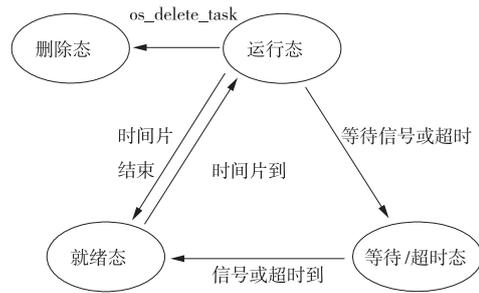


图 1 任务的状态切换

智能电子镇流器内置基于 51 单片机的控制系统,该系统的结构如图 2 所示。单片机内置的串行接口通过 485 转换芯片与其它镇流器及上位机的 RS485 接口相连,构成 RS485 网络。单片机通过外部 IO 接口来控制镇流器或是读取镇流器的状态。在正常工作状态下,单片机还要记录镇流器的总工作时间等信息,这些信息存储在 EEPROM 存储器中。

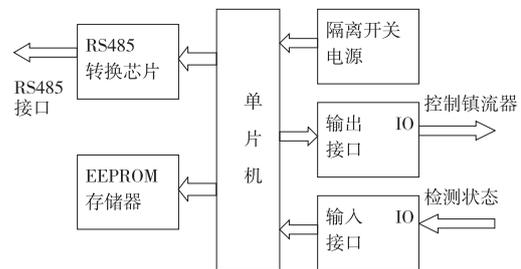


图 2 镇流器控制系统结构

3.2 固件程序设计

控制系统基于 MODBUS 总线协议与上位机通讯,该通讯协议的解析工作比较复杂,时间相关性较强。为提高系统的可靠性,加快系统的开发速度,决定基于 RTX51 - TINY 实时嵌入式操作系统完成固件程序的设计。对于多任务的嵌入式软件系统,首要的工作是完成系统任务的划分^[5]。系统的任务划分如下:

- (1) 任务 0: 完成系统初始化,包括中断系统、定时器、串行接口等,完成系统中其余任务的创建。
- (2) 任务 1: 系统工作时间统计。
- (3) 任务 2: 镇流器软启动控制,包括启动延时时间和启动电流大小的控制。
- (4) 任务 3: 镇流器故障状态检测,包括灯管故障、镇流器故障、PFC 电路故障、过压故障等。
- (5) 任务 4: 镇流器工作控制,包括开启、关闭、输出功率控制等。
- (6) 任务 5: EEPROM 存储器访问。
- (7) 任务 6: MODBUS 协议解析。

(8)任务7:MODBUS 协议命令的响应。

固件程序基于 RTX51 - TINY 系统实现,软件的总体结构如图3所示。

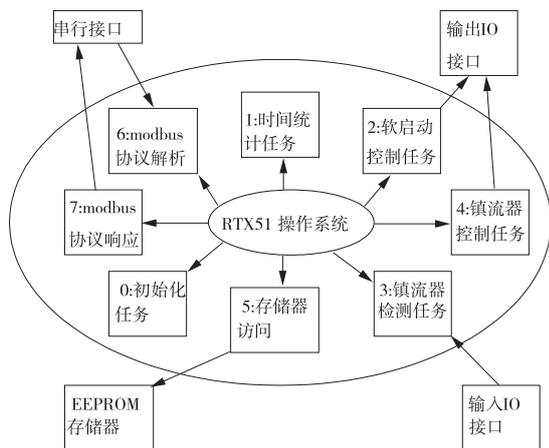


图3 固件程序结构

4 结束语

随着嵌入式技术的发展,嵌入式系统的结构越来越复杂,系统要控制的部件也越来越多,整个系统的开发周期要求也越来越短,这对嵌入式系统的软件开发提出了更高的要求,要求嵌入式系统软件更健壮、更灵活、更易于维护与更改功能,传统的基于前后台结构的嵌入式软件结构已经不能适应这些要求。在嵌入式系统软件的开发中,引入实时嵌入式操作系统 RTOS 是问题的解决之道。KEIL 公司的 RTX51 是一种小型的实时嵌入式

操作系统,它虽然功能较简单,任务切换调度算法也不是非常完善,但非常适用于资源较少的 MCS51 系列单片机,也易于移植到其它的单片机上。文章介绍了 RTX51 的基本情况,介绍了内核提供的 API 函数,分析了内核的任务管理机制,详细介绍了 RTX51 在智能电子镇流器控制系统上的应用,对基于单片机的嵌入式系统的开发人员,具有实际的参考价值。

参考文献:

- [1] 王兰英,居锦武.单片机 C51 与汇编语言混合调用的实现[J].四川理工学院学报:自然科学版,2008,21(3):57-59.
- [2] 居锦武,王兰英.一种单片机在线仿真方法的实现[J].四川理工学院学报:自然科学版,2008,21(2):51-53.
- [3] 孙惠围,孟利民.基于 RTX51Tiny 的电话远程家电控制系统设计[J].杭州电子科技大学学报,2009(5):12-14.
- [4] 曾红兵.基于 RTX51 嵌入式实时操作系统的温度调节器[J].湖南冶金职业技术学院学报,2006,4:521-523.
- [5] 冷雪峰.基于 RTX51 Tiny 的步进电机控制器的设计[J].工业控制计算机,2010(3):18-19,22.
- [6] 张国安,汤龙梅.基于 RTX51 的多任务处理的实现[J].仪表技术,2009,11:3-6.

Design of Software System Based on RTX51 Embedded Real Time Operating System

JU Jing-wu

(School of Computer Science, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: As an embedded real time operating system, RTX51 works in 51 MCU, which has the advantages of running fast, low hardware requirements, flexible to use, easy to transplant and program. It is more widely used in the MCU software development. The basic principles of RTX51 is described, and the RTX51 task management mechanism is analyzed. Take intelligent electronic ballast control system as an example, the software system design methods based on RTX51 are proposed.

Key words: embedded system; real time; operating system; task management; electronic ballast