

时间片轮转技术在单片机控制系统中的应用

赵 虎¹, 赵 岚²

(1. 青海师范大学计算机系, 青海 西宁 810008; 2. 西宁特钢集团公司, 青海 西宁 810008)

摘要: 通过分析单片机控制系统功能结构及软硬件组成, 设计一个简洁高效的调度算法, 将时间片轮转技术运用于单片机控制系统的设计中, 从而实现了单片机多任务、多优先级并发运行架构的建立。

关键词: 时间片轮转; 任务调度; 优先级; 单片机

中图分类号: TP13 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006—8996(2006)05—0076—04

传统的单片机控制系统程序结构均面向过程和基于单任务, 在该机制下编写的程序具有思路简单、编程容易等优点。由于程序只能顺序执行, 缺乏灵活性, 在复杂系统中难以胜任。为了能够在现有的硬件架构基础上极大的拓展单片机控制系统的应用范围, 有必要对传统的单任务编程机制进行改进。多任务机制是现代操作系统的突出优点, 这种机制下 CPU 的运行时间被划分为许多小的时间片, 通过特定的调度算法按不同优先级分配给不同的应用程序, 多个应用程序分别在自己的时间片内占用 CPU 资源, 从而在宏观上实现并发运行的多任务效果^[1]。在单片机系统中引入多任务机制, 可以有效改善程序结构, 满足复杂系统的要求^[2]。通常, 多任务都借助于中断机制实现^[3], 而单片机系统本身集成了有限的中断源, 从而保证了在单片机系统中实现多任务的可行性。然而, 单片机数据处理能力有限, 存储空间相对较小, 多任务调度算法必须简洁。因此, 笔者在单片机系统的开发中借鉴了 Windows 的多任务消息循环机制, 将时间片轮转技术应用于单片机汇编程序设计中, 实现了简单的多任务处理, 并在基于 PID 算法的单片机温度控制系统中得到了验证。

1 基于时间片轮转的多任务编程思想

计算机控制系统的设计思想有两种: 以程序员为中心, 面向过程的单任务编程; 以事件为中心, 面向对象的多任务编程^[4]。后者由于受硬件资源、数据处理能力等限制, 在单片机控制领域中的应用不多见。

1.1 单任务机制工作原理分析 一个完整的单片机控制系统由多个模块组成。在传统的单任务机制下, 各功能模块按特定的顺序构成一个单一任务, 通过循环结构往复执行^[5]。各个模块的执行频率彼此相同。另外, 程序一建立, 各模块的执行顺序也随之固定; 模块间的耦合性较强, 程序控制流程的动态改变和系统功能的扩充变得异常繁琐。

1.2 多任务机制工作原理分析 根据控制系统的功能, 可以将单片机控制系统分解成几个相对独立的模块, 如果将各个模块理解为一个单一的任务, 每个任务都可以在系统调度程序的管理下独立地占用一定数量的 CPU 时间片, 就可以实现简单的多任务并发处理机制, 进而形成一种崭新的程序结构。^[6]在这种结构下, 各个模块彼此处于相同的地位, 模块间的耦合度较低。通过任务调度程序轮流交替执行各模块, 一个模块执行完毕后立即返回任务调度程序, 由调度程序决定下一模块的执行。

模块执行顺序也比较灵活, 只需简单地搬移模块的存储空间, 同时在调度程序中修改模块入口地址, 即可轻松地在运行时动态改变程序结构。各模块的执行频率可看作它们的任务优先级, 优先级越高的模块单位时间内执行次数越多, 通过合理设计时间片的大小和各模块的优先级标记, 即可满足系统内各种复杂的时序要求。

收稿日期: 2006—05—09

作者简介: 赵 虎(1972—), 男, 青海西宁人, 讲师。

根据上述分析, 我们设计了一个可用于实时控制系统的简洁高效的调度算法, 其核心思想是借用单片机的内部定时器中断服务程序作为调度主程序, 以产生精确的单位时间片; 在定时器中断服务程序中设置一个软件计数器, 由计数器的现行值作为各个模块(任务)是否执行的依据。算法流程如图 1 所示。

其中, 假设控制系统由 k 个任务构成, 每个任务对应一个模块。第 i 个任务的优先级用 n_i 表示($i = 1, 2, 3 \dots$)。假定用一个存储单元作为软件计数器单元, 令计数初值 $= 1$, 并考虑到取模运算会导致某些不同优先级取值具有相同的执行频率, (如取值为 16、17 和 24、25 等)则 n_i 取值范围为 $1 \sim 255$, 可产生 30 个有效的任务优先级; 优先级 n_i 的取值与任务执行频率间的关系如表 1 所示。优先级最高的任务, 其 $n_i = 1$; 优先级较低的任务可由编程者根据具体要求选定一个较大值。如果加大计数单元长度, 就可产生更多优先级。调度程序头部的条件判断($i = 0?$)

可防止计数单元溢出。任务调度程序在固定的时间间隔内往复执行, n_i 值越小的模块(任务)执行频率越高, n_i 值越大的模块(任务)则相反, 从而实现了多任务多优先级的并发运行。调整不同模块的物理存储位置和调用地址, 即可动态改变模块的执行顺序。系统功能的增删只需通过修改任务子程序、任务调度程序中的判断转移指令和模块入口地址来实现。

表 1 优先级 n_i 与任务执行频率间的关系

n_i	频率	n_i	频率	n_i	频率	n_i	频率	n_i	频率	n_i	频率
1	1	6	0.165	11	0.090	16 ~ 17	0.059	24 ~ 25	0.039	43 ~ 51	0.020
2	0.498	7	0.141	12	0.082	18	0.055	26 ~ 28	0.035	52 ~ 63	0.016
3	0.333	8	0.122	13	0.074	19	0.051	29 ~ 31	0.031	64 ~ 35	0.012
4	0.247	9	0.110	14	0.070	20 ~ 21	0.047	32 ~ 36	0.027	86 ~ 127	0.008
5	0.200	10	0.098	15	0.067	22 ~ 23	0.043	37 ~ 42	0.024	128 ~ 255	0.004

注: 频率= 实际任务执行频率× 定时器定时时间。

2 单片机多任务控制系统的实现

MCS—51 系列 8 位单片机以其价格低廉、品种繁多和较高的市场占有率著称。现以 8031 单片机为控制核心, 通过笔者设计的电阻炉炉温控制系统为例, 介绍时间片轮转技术在单片机多任务控制系统中的实现。

2.1 系统功能 以 8031 单片机作为控制系统核心, 每隔 0.02 s 采集一次炉温。若温度超过上限, 则报警并停止加热。若温度超过下限, 则报警并根据温度偏差值决定加热功率。温度的上下限可通过键盘输入设定。系统每隔 0.03 s 显示一次当前炉温。

2.2 硬件接口电路 系统采用镍铬—镍铝热电偶, 适用于 $0 \sim 1\,000\,^{\circ}\text{C}$ 测量范围, 相应输出电压为 $0 \sim 41.32\text{ mV}$, 经毫伏变送器和电流/电压变送器变换后, 送 ADC0809 转换为数字量。ADC0809 的 CLK 由 8031 的 ALE 引脚信号经 2 分频后提供; ADC0809 的 EOC 引脚信号经反相器连接到 8031 的 $\overline{\text{INT1}}$ 引脚, 通过中断完成温度数据采集。变送器经零点漂移后, 可使量化温度误差在 $\pm 2.34\,^{\circ}\text{C}$ 以内。系统采用 8155 可编程 I/O 接口芯片用于键盘和 LED 显示器接口, Intel2732 作为 8031 外部扩展 ROM 存储器。过零信号发生电路^[3] 产生 50HZ 的过零脉冲信号, 与 P1.3 输出的同步脉冲相与后作为可控硅的触发同步脉冲, 以决定加热丝的加热功率。P1.3 输出的同步脉冲宽度由计数器 T1 的溢出中断控制。系统硬件接口电路如图 2 所示。

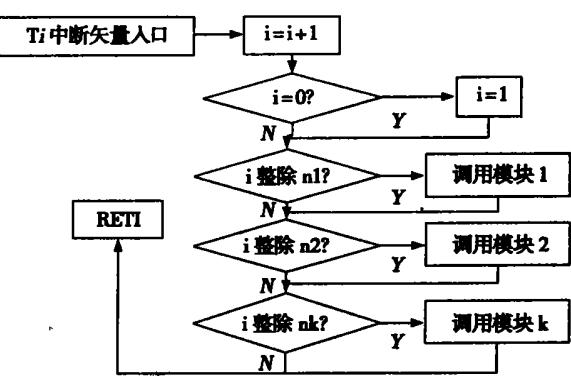


图 1 任务调度程序流程

2.3 软件结构 控制系统按功能划分为以下 5 个模块：

- (1) 炉温采样模块：通过三中取二算法^[2]得到正确温度值。
- (2) 数字滤波模块：通过中值滤波算法滤去现场干扰。
- (3) 温度调控模块：判断炉温是否超限，通过 PID 算法^[7]，结合 T1 溢率率控制 P1.3 脉冲宽度，调整加热丝功率。
- (4) 键盘扫描模块：扫描 4×8 行列式非编码键盘，读取用户设定值。
- (5) 温度显示模块：显示当前温度值。

其中，炉温采样、数字滤波和温度调控模块属最高优先级，将其 n_i 设定为 2，可使上述模块执行频率接近 0.50/tHz (t 为过零脉冲周期)；键盘扫描和温度

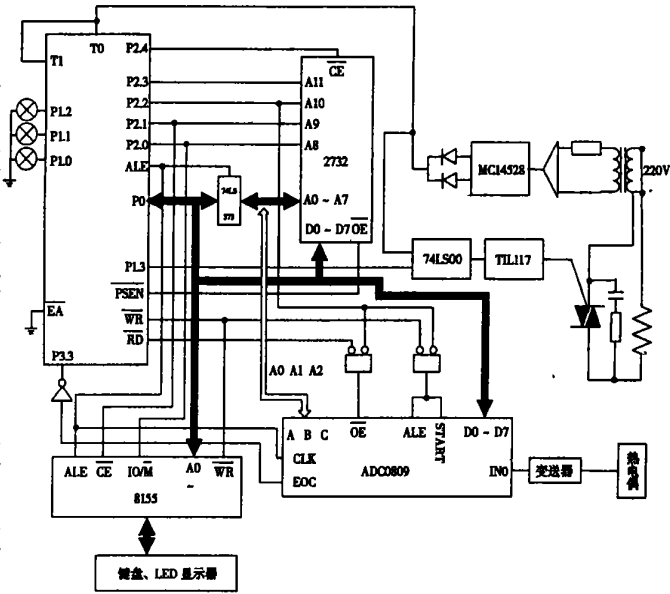


图 2 系统硬件接口电路原理示意

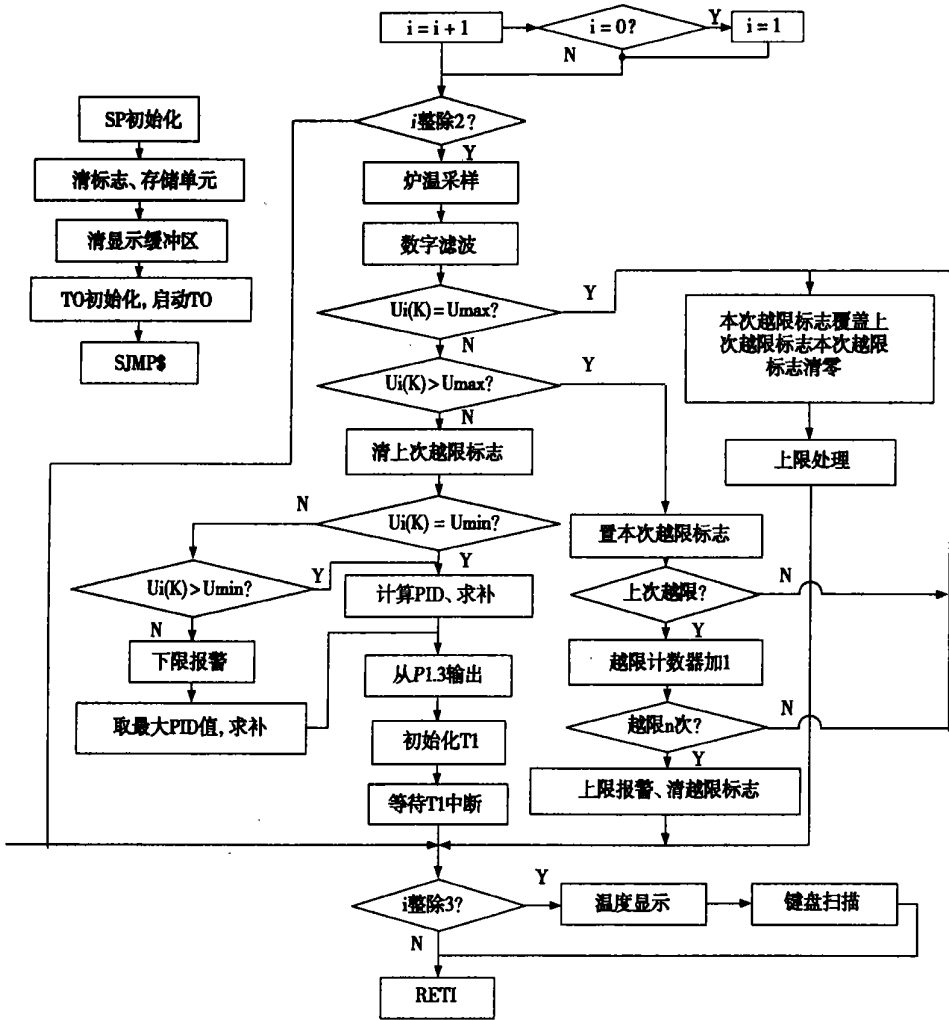


图 3 系统初始化及调度程序流程示意

显示模块属较低优先级, 将其 n_i 设定为 3, 可使上述模块执行频率接近 $0.33/\mu\text{Hz}$ 。其中 T0 设定为计数器模式、方式 2、T1 为计数器模式、方式 1, 由 220V 50Hz 市电经 MC14582 过零信号发生电路产生的过零脉冲驱动计数。系统调度程序由 T0 的中断服务程序构成。系统运行时首先对堆栈/显示缓冲区及 T0 初始化, 此后, 每产生一次过零脉冲, 就启动一次任务调度程序; 当过零脉冲产生偶数次时, 炉温采样、数字滤波和温度调控模块就被调用执行一次, 以完成对炉温的频繁采集、转换和越限判断。每当过零脉冲累计达三次时, 调用温度值显示和键盘扫描模块各一次。上述四个模块在宏观上实现了二优先级的并发运行, 适当修改 n_i 值, 即可改变对应任务(模块)的时间片占用率。各个功能模块的二次修改、完善不会影响现行任务调度程序。系统初始化及调度程序如图 3 所示。

由于篇幅所限, 仅给出了调度程序的总体流程及温度调控模块的详细流程, 炉温采样、数字滤波、温度显示、键盘扫描等模块及 T1 中断服务程序的详细流程和相关代码在此略去。

3 结语

本文在单片机控制系统组成及软硬件结构分析的基础上, 借鉴多任务操作系统的运行机制, 通过设计一个简洁高效的任务调度算法, 成功地将时间片轮转技术运用于单片机控制系统的设计中, 从而实现了多任务、多优先级并发运行系统架构的建立。通过实践验证, 可以在基本不修改硬件接口电路的基础上, 优化单片机硬件资源在不同优先级任务间的合理分派, 并使程序结构更加明晰、任务模块的增减和修改异常简单, 极大提高了系统的移植性、可维护性和可扩展性。

参考文献:

[1] 王培杰, 张应中, 周金钢. 面向对象的 Windows 编程技术[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 1994.
[2] 曲绍刚, 杨广文, 林 闯, 等. 基于完成时间的任务分配方案与性能分析[J]. 计算机研究与发展, 2005, (8): 1397—1402.
[3] 涂时亮. iDCX51 分布式控制执行软件[M]. 北京: 航空航天大学出版社, 1996. 233.
[4] 崔贺峰, 古志民. 基于能力的动态任务委派机制[J]. 微机发展, 2005, (10): 82—84.
[5] 韩 . 操作系统教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2005. 7.
[6] 王小明, 毛 敏. 基于 DSP 的实时多任务嵌入式系统[J]. 微计算机信息, 2005, (10): 22—24.
[7] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术(第二版)[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004. 7.

(责任编辑 唐宏伟)

(上接第 59 页)

[39] 李善林. 小麦它感作用物的提取分离及其对白茅的杀除效果[J]. 植物保护学报, 1997, 24(1): 81—84
[40] Peterson J K. Differential inhibition of seed germination by Sweet potato (*Ipomoea batatas*) root periderm extracts[J]. Weed Sci, 1991, 39(1): 119—123.
[41] Zobel A M. Identification of eight Coumarins on leafsurfaces[J]. Chem Ecology, 17(9): 1859—1869.
[42] 俞晓平, 吕仲贤, 陈建明, 等. 我国植物源农药的研究与进展[J]. 浙江农业学报, 2005, 17(1): 42—48
[43] 王林江, 冯智宇, 徐 顺, 等. 植物源农药的活性成分和作用机理研究进展[J]. 河南化工, 2004 (4): 4—6.
[44] 艾应伟, 范志金, 李 伟, 等. 植物源生理活性物质与害虫防治[J]. 资源科学, 2000, 22(3): 78—81

(责任编辑 杨君丽)