

基于 uC/OS 与 MSP430 的手持数据采集系统

Portable Data Collection System Design Based On μ C/OS And MSP430

(秦皇岛燕山大学) 臧怀泉 范亚伟 李海生

Zang, Huaquan Fan, Yawei Li, Haisheng

摘要: 本文介绍了使用 TI 公司的超低功耗 MSP430 单片机与 uC/OS 相结合设计数据采集系统的方法, 采用了 uC/OS 的多任务的软件设计方式代替了传统的前后台式的嵌入式软件设计方法, 使得软件系统模块化, 并且克服了前后台式软件设计的弊端, 增前了系统的实时性。

关键词: 嵌入式操作系统; 邮箱; 多任务; uC/OS; MSP430

中图分类号: TP274.2

文献标识码: A

文章编号: 1008-0570(2005)02-0105-02

Abstract: In this paper, the design of a data collection system, composed of uC/OS and low consumption micro-controller MSP430 developed by TI company, are introduced in details. The system adopts the way of multitask software design instead of the traditional fore-and-back ground embedding software design. The way makes the system modularized, it can overcome the shortcoming of the traditional way and boost up the real-time ability of the system.

Key words: Embedded operation system; Mailbox; Multitasking uC/OS; MSP430.

1 前言

近年来随着 IC 设备功耗和体积的不断减小, 手持设备的应用领域变的越来越广泛。但是另一方面, 传统的前后台式的软件设计方法却限制了硬件系统功能的充分发挥, 影响了系统的实时性与稳定性。本文介绍了一种基于嵌入式操作系统 uC/OS 上设计系统软件的方法, 即克服了原有前后台式软件设计的一些弊端, 又充分发挥了硬件特性, 增强了系统稳定性, 很好的解决了手持数据采集设备多任务软件系统实时性不强的问题。

2 uC/OS 简介

uC/OS 是由 EAN J.LABROSSE 个人开发的嵌入式操作系统。该系统是一个源代码完全公开的实时内核, 设计人员在应用过程中可以按照自己的需求对内核进行裁减和扩展, 以满足不同工程对应用软件设计的要求。uC/OS 是完全占先式的实时内核, 支持多任务操作, 并且每个任务都有自己单独的栈, 这样就清晰了任务之间的界限, 增强了系统的稳定性。uC/OS 还提供了很多的系统服务, 例如邮箱、消息队列、信号量、块大小固定的内存的申请和释放、时间函数等, 并且还支持多达 255 层的中断嵌套。利用这些系统服务就能轻而易举的完成复杂逻辑的要求, 从而缩短系统开发的周期, 降低开发的成本。同时 uC/OS 良好的可扩展性和可移植性, 使其能够广泛的应用到各种架构的微处理器上。

3 硬件系统设计

臧怀泉: 教授

电话: 010-62132436, 62192616 (T/F)

3.1 硬件系统设计要求

手持数据设备的硬件设计具有一些特殊的要求, 首先手持系统一般都是采用自身携带的电池供电, 对硬件设备功耗的要求十分严格, 另外手持设备还需要具有一个良好的人机交互的功能, 一方面要能显示各种数据的变化, 令一方面也要能响应外部的人为命令。考虑到这些因素, 系统选取了 TI 公司的 MSP430 单片机作为硬件设计的核心平台。

3.2 MSP430 硬件简介

MSP430 是 TI 公司近几年推出的 16 位系列单片机, 采用了 TI 公司最新的低功耗技术, 使其在众多的单片机中独树一帜。MSP430 工作在 1.8~3.6V 电压下, 有正常工作模式 (AM) 和 4 种低功耗工作模式 (LPM1、LPM2、LPM3、LPM4), 在电源电压为 3V 时, 各种模式的工作电流分别为:

AM: 340 μ A

LPM1: 70 μ A

LPM2: 17 μ A

LPM3: 2 μ A

LPM4: 0.1 μ A

单片机可以方便的在各种工作模式之间切换。MSP430 也具有非常高的集成度, 单片集成了多通道 12bit 的 A/D 转换、片内精密比较器、多个具有 PWM 功能的定时器、斜边 A/D 转换、片内 USART、看门狗定时器、片内数控振荡器 (DCO)、大量的 I/O 端口以及大容量的片内存储器, 单片可以满足绝大多数的应用需要, 节省了大量的板上空间。此次设计中选择了 MSP430F149 作为硬件设计平台, 其多种功耗模式完全适合设计低功耗的要求, 丰富的片上资源又能够满足交互界面的开发。更重要的是其多达 60KB 的闪存存储器和 2KB 的 RAM 为 uC/OS 的移植与稳定运行提供了充分的空间。

3.3 手持数据采集系统硬件结构

对于本次设计, 一个完整的手持数据采集系统还需要具有以下硬件模块:

1) A/D 转换模块, 板上内置传感器, 预留模拟信号输入接口。2) DS1302 外部实时时钟。3) 两个 RS232 串口, 用来和上位机和其他设备通信。整体的硬件示意图如下所示:

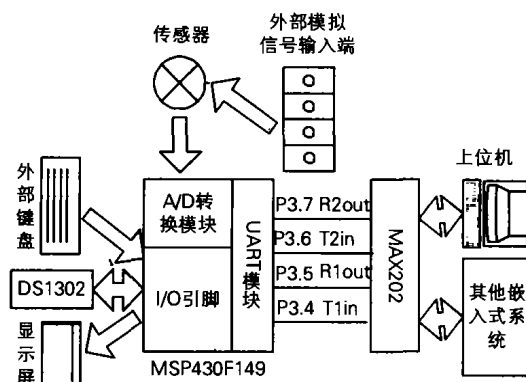


图 1 硬件系统示意图

4 软件系统设计

4.1 前后台软件设计方法的弊端

一般的嵌入式软件系统的设计都是采用前后台式的设计方法,前台程序是一个无限循环,循环依次调用相应的函数来完成对应的操作,后台是中断服务程序,负责处理异步事件。这种设计方法在实际应用中存在三个缺陷:

一是中断不能得到及时响应,处理时间过长,无法保证系统的实时要求。

二是当系统任务多时,要实现多个任务实时操作的常规方法是采用多级嵌套来实现多个任务并行处理,这就增加了软件编写的难度,同时降低了软件系统的可靠性。

三是各任务之间信息交换困难。多任务在运行时,任务之间不可避免的有同步和互斥的情况发生。前后台设计方法一般采用全局变量的方法来解决通讯问题,但任务多情况复杂时容易出错,如果调用不当就会发生死锁。

工程中设计的数据采集系统是一个典型的多任务系统,并且要能够响应多个外部信号,传统的前后台式的软件设计方法已经不能满足工程的需要,因此设计中引入了 uC/OS,采用了多任务式的软件设计方法。

4.2 基于 uC/OS 的软件设计

使用 uC/OS 设计软件系统首先要实现 uC/OS 在硬件应用平台上的移植,主要就是完成对 OS_CPU_C.C, OS_CPU_A.ASM 等几个与处理器相关文件的改写,使其能够适应硬件和编译环境的要求,选取的编译器一定要能够支持函数的重载,此次设计选取了 IAR 公司的 IAR for MSP430 1.26A。另外在本次设计中,笔者将空闲任务修改为如下形式。

```
void OSTaskIdleHook (void)
{
    LPM3; /* Enter low power mode
}
```

这样当系统进入空闲状态时就会进入低功耗模式 LPM3,从而充分发挥硬件低功耗的特性,这也体现了 uC/OS 应用的灵活性。

完成移植后就要根据工程要求合理划分系统任务,确定任务间的通信机制以及各个中断信号。设计中,我们将整个系统划分为如下几个部分:

- 任务 1 数据采集及显示
- 任务 2 串口通讯
- 任务 3 DS1302 实时时钟设定

外部中断:多个外部键盘触发中断,用来唤醒不同的系统任务。

Timer 中断:一个 timerA 中断,用来显示系统时间。

任务 1 的功能是采集外部的模拟输入信号,将采集到的数据通过一定的滤波算法和转换处理后显示在 LCD 上面,并将数据保存到一个数组里面。该任务是系统的最高优先级任务,用邮箱 CltMbox1 和 CltMbox2 来控制,当任务开始的时候要等待邮箱 CltMbox1 或 CltMbox2,如果没有邮箱的释放,系统将转到任务 2 执行。如果有数据采集的外部键盘触发信号产生,当按键时间超过 1s 时释放邮箱 CltMbox2,则系统开始循环执行任务 1,直到有外部停止中断信号挂起 CltMbox2 才中止。如果按键时间小于 1s 则释放邮箱 CltMbox1,任务 1 循环执行 10 次后释放邮箱 CltMbox1,然后进入等待状态,直到再次有外部信号的触发才开始执行。任务 1 每次执行后都要将自己挂起 1s,这一方面为其他任务的执行提供了时间,另一方面也是考虑到人眼的实际分辨能力,太快的 LCD 的刷新频率是没有意义的。

任务 2 实现的是串口通讯功能,主要是用来完成手持设备

与上位机的数据交流,其执行也是通过外部键盘的触发信号来控制。当发送按键触发后将会释放一个邮箱 SMbox,任务 2 在得到这个邮箱后将会把采集到的数据发送给上位机,如果需要修改软件的滤波算法或转换公式的参数的话就要触发键盘的接收键,任务 2 在得到相应的邮箱 RMbox 后将接收上位机的数据,改变对应的参数。

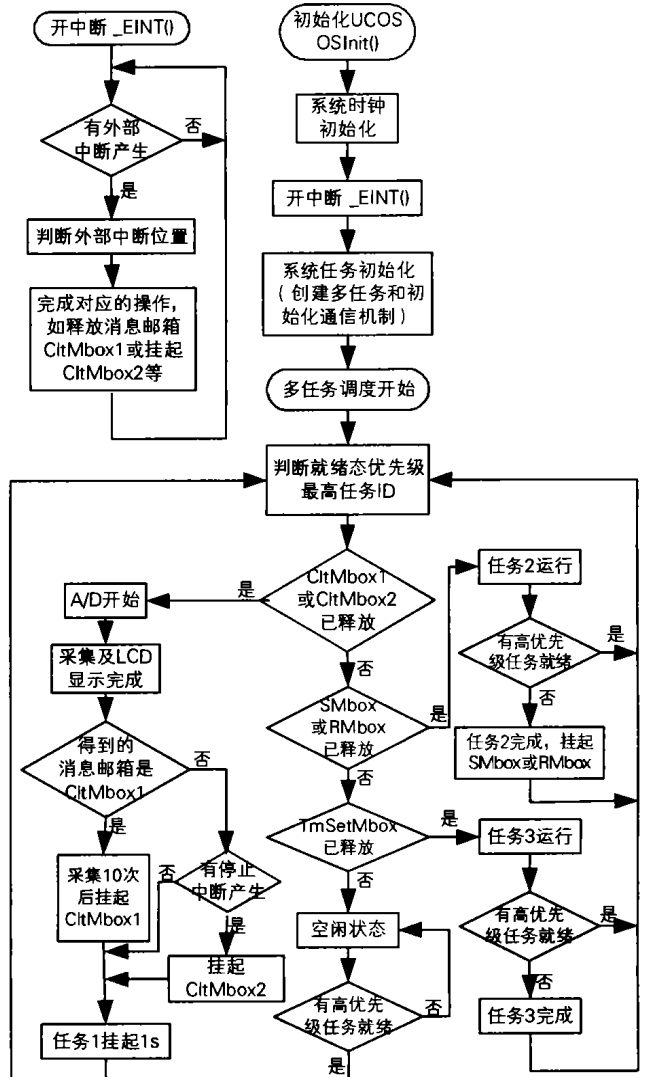


图 2 系统软件流程图

任务 3 是外部实时时钟的设定任务,它是 3 个系统任务中优先级最低的。在传统的前后台软件设计方法中,如果将这个任务放到前台系统中,其大量的耗时将降低系统的实时性,使得其它中断任务得不到及时的响应,如果将其放到后台处理,在中断中调用过大的程序又会降低系统的稳定性,但在 uC/OS 多任务的体系结构中却很好的解决了这个问题。作为系统的最低优先级的任务,任何处于就绪态的高优先级的任务都能打断外部实时时钟的设定,当在其他更高优先级任务完成后,设定过程会在原先中断的地方继续执行。在外部实时时钟设定的过程中如果有数据采集触发信号产生,任务 1 将进入就绪态,但是由于数据采集的过程非常的快,当任务 1 挂起 1s 的时候任务 3 将会再次得到系统的控制权,给我们的感觉就像在设定外部时钟的同时又完成了系统的数据采集和显示,从而利用 uC/OS 提供的这种分时操作的功能,很好的解决了系统的实时性问题,增强了系统的稳定性。

时间显示是系统中调用最多的任务,考虑到系统的功耗问题,设计中将时间显示任务放到了 TimerA 的中断里面来完成。通过外部键盘的触发将开启 TimerA 的中断使能,LCD (见 68 页)

函数值,不会产生字符被上下切分的情况,具有良好的鲁棒性和适应能力。

3 实验结果及讨论

为了测试我们的算法的鲁棒性和适应性,我们对从摄像机和数码相机截取的 211 张图片进行了实验,这些图片有四种不同的分辨率,拍摄于不同地点,不同气候、光照下,有汽车的前脸和后尾的远景、近景和特写照,车型有轿车、小客车、大客车、货车。部分情况的分类见表 1。

表 1

拍摄方式		光照			分辨率			
平视	斜上方	亮	较暗	暗	640×480	640×240	1280×960	768×484
154	57	28	105	78	117	25	37	32

我们将以下几种情况视为定位错误:未能找到车牌区域、候选区选择错误、定位区域过大或过小导致不能正确分割字符。实验结果如表 2:

表 2

	未能找到车牌区域	候选区选择错误	定位过大或过小
错误个数	0	1	2
定位正确率	98.6%		

在粗定位阶段我们全部找到了车牌区域,最后有 3 张图象中的车牌最后未能准确定位。其中候选区选择错误是由于在客车的车牌斜下方有一个字母和数字组成的标识,是一个类牌照区,由于我们采取识别反馈的方式将识别结果的语法错误反馈回定位阶段,最后我们仍能正确定位此车牌。有一个车牌的水平定位太窄是因为车牌对比度较低并且车牌较大造成边缘图象的不连续行数大于我们在实验中设定的冗余值。另一个车牌的垂直定位太宽是因为车牌的左右两边的尾灯发光时成格子状,具有同车牌字符相似的纹理特征。由于我们在字符分割阶段根据车牌字符的排列特点做了字符区域筛选,根据车牌字符的边缘和灰度做区域增长,最后我们仍能得到正确的分割结果。所以,考虑字符分割和字符识别的反馈我们将进一步提高定位的正确率和准确性。

4 结论

本文提出了一种新的快速自适应车牌定位算法。在粗定位阶段结合车牌区域的纹理特征和灰度信息定位车牌,接着利用车牌字符的边缘特点精确定位,为下一阶段的车牌字符处理打下了良好的基础。经实验证明,本文提出的方法速度较快,满足整个系统的实时性要求,对车牌大小、长宽比、车牌类型、是否有边框等车牌信息不敏感,对不同的拍摄方式、不同的拍摄条件、不同的图象类型同样具有较好的鲁棒性。由于抓住了车牌共有的特征,本方法有着广泛的适用性,可应用于道路收费、车辆监控、停车场管理等诸多领域。

参考文献:

- [1]H.j.Choi A study on the extraction and recognition of a car number plate by image processing. Journal institute of telematics and electronics. 1987; 24: 309~315.
- [2]S.H.Park Locating car License plates using neural networks.Electronics Letters, 1999. 35:1475~1477.
- [3]王少杰,朱志刚,石定机,等.货运列车车型车号自动分割和识别算法[J].模式识别与人工智能,1998,11(3):328~334.
- [4]戴青云,余英林.一种基于小波与形态学的车牌图象分割方法[J].中国图象图形学报,2000,5(5):4U~415.

作者简介:谈永新,男,1979年生,汉族,上海大学通信与信息学院信号处理专业硕士研究生;研究方向:数字图象处理,模

式识别;电话:021-64390144;E-mail:f_fresh@citiz.net

Author Briefing: Tan,Yongxin, Male, Born in 1979, Han, Major: Signal Processing, school of Communication and Information, Shanghai University; Research Field: Digital Image Processing and Pattern Recognition; Tel: 021-64390144; E-mail: f_fresh@citiz.net (200072 上海大学通信与信息工程学院)谈永新 黄锡鹏
通信地址:(200072 上海市延长路 149 号(上海大学)M7 楼 318 室)谈永新

(收稿日期:2004.9.1)

(接第 106 页)将开始显示外部实时时钟的时间。同样通过键盘控制也可以关闭 TimerA 的中断使能,这样在没有任何任务就绪的情况下,系统将进入空闲任务中,从而进一步降低了系统的功耗。

4.3 系统升级扩展

为了满足远程数据采集处理的要求此系统可以与 GSM MODEM 联合使用,以达到远程无线传输数据的功能。数据采集系统与 GSM MODEM 通过 RS232 通信,将需要发送的数据输给 GSM MODEM,然后再通过 GSM MODEM 发送到远程的数据采集站。增加此功能的软件修改十分简单,只需将此功能作为一个独立的任务添加到 uC/OS 中,通过键盘触发来完成该任务的调用,而无需再对整个软件系统的逻辑进行修改,这也体现了 uC/OS 模块化软件设计的优势。需要注意的是 GSM MODEM 的初始化过程时间较长,在这个过程中尽量不要有任务的切换,从而造成整个发送过程的失败。有效的方法就是将 GSM 的发送作为最低优先级的任务来处理,在没有其它任务触发后再调用该任务。

5 结论

uC/OS 在手持数据采集系统的成功应用为手持设备软件系统的设计探索了一条新的道路。使用 uC/OS 设计嵌入式软件克服了传统的前后台式的软件设计方法的弊端,提高了系统的实时性和稳定性,使得软件系统代码模块化,更进一步增强了系统升级扩展的能力。未来,在嵌入式系统软件设计中 uC/OS 的应用领域必将变得更加的广泛。

参考文献

- [1]Jean J.Labrosse 著,邵贝贝译.嵌入式实时操作系统 μ C/OS-II (第 2 版).北京航空航天大学出版社 2002.3.
- [2]魏小龙编著.MSP430 系列单片机接口技术及系统设计实例.北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [3]胡大可主编.MSP430 系列单片机 C 语言程序设计与开发.北京:北京航空航天大学出版社,2002.
- [4]IAR Company, MSP430 Windows WorkBench, TEXAS INSTRUMENTS. 1999 72~83

作者简介:臧怀泉(1963—),男,博士、教授。主要从事计算机控制、通信网络技术等方面的教学与科研工作。范亚伟,李海生 研究生。电话:13313330507,Email:fywtiger@hotmail.com

Author brief introduction: Zang Huaiquan(1963—), male, doctor, professor. Major in the teaching and scientific research of computer control and network communication. Fan Yawei, Li Haisheng post-graduate.

(066004 河北省秦皇岛燕山大学电气工程学院) 臧怀泉 范亚伟 李海生

(收稿日期:2004.9.12)