

基于单片机的 LCD 显示终端设计

陈享成¹, 耿长青²

(1. 郑州铁路职业技术学院 信息工程系, 河南 郑州 450052;

2. 郑州铁路职业技术学院 电气工程系, 河南 郑州 450052)

摘要: 为适应工业应用现场需要将本地远程命令以汉字和 ASCII 码显示的要求, 提出采用基于单片机的液晶显示器(LCD)显示终端。其硬件系统主要由微处理器、译码电路、字库、临时缓冲区、LCD 模块接口、通信电路、蜂鸣器发声、复位及看门狗等组成。软件采用 RTX51 实时操作系统, 可实现按时间片轮转和抢先的任务调度, 并支持事件和信号驱动。叙述了软件的任务分解、任务工作流程。所设计的 LCD 显示终端成本低、可靠, 符合设计要求。

关键词: LCD 显示终端; 实时操作系统; 单片机; RTX51Tiny

中图分类号: TP 39

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)09-0110-03

在一些工业应用现场, 经常需要本地根据远程控制命令能够显示汉字和 ASCII 码, 这些应用并不需要很大的显示装置, 采用基于单片机的液晶显示器(LCD)显示终端便可以达到要求。下面介绍基于单片机的 LCD 显示终端的设计。

1 功能要求

- a. 微控制器用 RS-485 与远程主控机通信;
- b. 用单色 320 × 240 LCD 模块作为显示部件;
- c. 能够显示任意 1、2 级汉字库的汉字;
- d. 能够显示任意 ASCII 码;
- e. 根据命令提供声响报警功能;
- f. 能够缓冲远程命令, 随时检索更新、执行显示命令;
- g. 能根据应用的需求, 较快地增加软件功能;
- h. 设备本身在出现错误时能够自行恢复。

2 设计分析^[1-6]

分析上述功能要求, 确定 6 点设计原则。

a. 为保证设计开发速度, 考虑使用较为通用的微控制器(单片机)。

b. 设备本身必须包含 1、2 级汉字和标准 ASCII 码字库的图形点阵信息。根据需要确定用 12 × 12 点阵汉字字库, 字库文件用 UC DOS 附带的 HZK12。

c. 由于远程控制命令的发出速度不可预计, 信息显示速度本身受显示信息量大小影响而不可预计, 因此需要缓冲控制命令。为提高效率, 显示控制命令的更新、检索和执行不能采用串行化的方式进行。

d. 作为显示终端可能会出现中西文混排、整屏上卷等特殊显示效果, 因此需解决所谓“半个汉字显示”的问题且历史显示信息也需要保存, 信息保存所占用的内存大小另行计算。

e. 对于要实现全部功能要求, 尤其是需要能够较快增加软件功能的设计要求, 采用传统的基于单任务的顺序执行机制的程序设计方法较难胜任, 且设计较复杂。针对应用要求能够同时进行多个工作的执行这一情况, 又由于本设计的系统功能可分为几个模块, 也可理解为任务, 因此, 可在软件设计中引入多任务机制。在多任务机制下每增加一个大的功能模块就可演变为添加一个任务, 因此, 每个任务功能相对独立、简单, 便于快速设计开发和调试。

f. 当前使用较多的 51 单片机软件开发系统是 Keil 公司的 Keil C51 开发系统, 该系统本身包含一个小的实时操作系统 RTX51。本设计在软件设计中决定采用 RTX51 实时操作系统。

3 RTX51 简介

RTX51 是一种应用于 MCS51 系列单片机功能强大的、可用于目前世界上所有由 MCS8051 标准内核派生的 350 多种增强微控制器的实时操作系统。使用 RTX51 可实现程序按时间片轮转和抢先的任务调度, 并且支持事件和信号驱动^[7-9]。

RTX51 有 2 个版本: RTX51FULL 和 RTX51Tiny。RTX51Tiny 短小精悍, 是 RTX51FULL 的一个子集, 只占用 900 Byte ROM、7 Byte DATA 型及 3 倍于任务数量的 IDATA 型 RAM 空间, 可很容易地运行在无扩展外部存储器的单片机系统上。RTX51Tiny 内核完全集成在 Keil C51 编译器中, 以系统函数调用的方式运行, 因此可很容易地使用 Keil C51 语言编写和编译一个多任务程序, 并嵌入到实际应用系统中。内核主要提供的函数供应用程序引用见表 1。

为保证任务在执行顺序上的协调, 必须采用同步机制。内核用以下事件进行任务间的通信和同步。

a. **Signal**. 用于任务之间通信的位, 可用系统函数置位和清除。若一个任务调用了 `os_wait` 函数等待 **Signal** 而 **Signal** 未置位, 则该任务被挂起至 **Signal**

收稿日期: 2006-12-30; 修回日期: 2007-04-01

表1 KeilC51 内核函数
Tab.1 Kernel function of KeilC51

系统函数	文字说明
isr_send_signal	从一个中断发送一个信号到一个任务
os_clear_signal	删除一个发送的信号
os_create_task	创建一个任务
os_delete_task	删除一个任务
os_running_task_id	返回当前运行任务的编号
os_send_signal	从一个任务发送一个信号到另一个任务
os_wait	等待一个事件

置位,才返回 Ready 状态,并可被再次执行。

b. TimeOUT。由 os_wait 函数开始的时间延时,其持续时间可由定时节拍数确定。带有 TimeOUT 的值调用 os_wait 函数的任务将被挂起,至延时结束,才返回到 Ready 状态,并可被再次执行。

c. Interval。由 os_wait 函数开始的时间间隔,其持续时间可由定时节拍数确定。带有 Interval 值调用 os_wait 函数的任务将被挂起,至间隔时间结束,才返回到 Ready 状态,并可被再次执行。而与 TimeOUT 不同的是,任务的节拍计数器不复位。

RTX51Tiny 采用微控制器(51)内部定时器(T0)产生定时节拍,各任务只在各自分配的定时节拍数(时间片)内执行。当时间片用完后,切换至下一任务运行,因此各任务是并发执行的。RTX51 的任务切换图如图1所示。

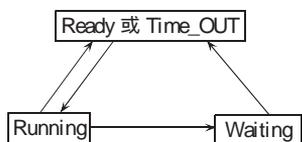


图1 RTX51的任务切换图
Fig.1 Task switching of RTX51

4 电路设计

针对功能要求并结合设计原则,得出本设计的硬件系统结构图,如图2所示。

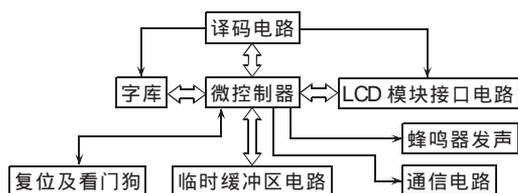


图2 系统硬件结构
Fig.2 System hardware

整个硬件系统包含8个主要组成部件。

a. 微控制器(单片机)。在系统中采用 AT89C52 单片机。内部集成了 8 KByte Flash 程序存储器, 256 Byte 随机 RAM。设计时单片机工作频率为 18.432 MHz。

b. 译码电路。由一片 GAL16V8D 电擦除可编程逻辑器件实现,使用 abel 语言编程设计本系统的地址译码电路。

c. 字库。使用一片 27C020 OTP 芯片实现,该芯片可以存储 256 KByte 的信息,可满足保存 12 × 12 点阵汉字库的要求;由于该芯片的容量超出了 89C52 的直接寻址范围,因此需要在硬件设计中由单片机模拟扩展芯片地址线以便对字库进行全地址访问。

在设计中使用微控制器 Port 1 端口低 4 位模拟扩展地址线。

d. 临时缓冲区。采用 1 片 HD62256 芯片实现,该芯片是静态随机存储 RAM,包含 32 KByte 空间。

e. LCD 模块接口。硬件设计采用带显示控制器(SED1335)的单色 320 × 240 STN LCD 模块(型号为 QY 3202401),该模块相当于整个系统中的一个外部设备,模块直接挂在系统总线上,微控制器通过端口直接向 SED1335 传输命令和数据^[9-10]。

f. 通信电路。采用 MAX1480B 芯片实现 TTL_RS-485 的信号转换,使得本终端可挂载在外部 RS-485 总线,直接接收远端控制机命令。

g. 蜂鸣器发声。使用自振荡蜂鸣器,振荡频率为 3 kHz。通过单片机 Port 3 的第 3 位(P3.3)口线控制发声与否。当口线置位时蜂鸣器工作,清除时停止。

h. 复位及看门狗部件。为保证硬件系统在受到干扰造成死机后能够尽快恢复工作,电路里设计了看门狗(WatchDog)电路,使用 MAX813L 芯片实现。该芯片集上电复位、手动复位、看门狗和掉电报警等功能于一体。MAX813L 芯片在本系统中的看门狗动作时间为 1.2 s。

5 软件设计

根据用户需求及设计原则开展软件设计,主要有下面几部分。

5.1 任务分解

由于系统已经确定了使用实时多任务操作系统,软件设计的第一步就是进行任务分解。

a. TASK_INIT。根据 RTX51 的使用说明,软件运行首先从 0 号任务开始。由于本系统正常运行需要进行一些必要的硬件初始化,因此 0 号任务的主要功能就是系统初始化。由于每个任务的建立都需要额外的 RAM,而 0 号任务在执行完成后没有其他工作,因此,为了节省 RAM 将看门狗电路控制功能也加入了这个任务,而没有建立单独的看门狗任务。该任务执行完初始化部分后将循环执行看门狗控制功能。使用宏定义将 0 号任务命名为 TASK_ID_INIT。

宏定义如下:

```
#define TASK_ID_INIT 0
```

硬件初始化包括:外部随机 RAM(62256 芯片)的可用性检查,LCD 控制器 SED1335 的工作模式设置。

b. TASK_BELL。系统本身被要求提供声响报警功能,硬件电路采用一个蜂鸣器实现。为达到断续发声的效果,必须在一定时间(或次数)里连续开/关蜂鸣器。如果采用顺序执行的程序机制设计,为保证系统的实时性将会提高程序的复杂性。因此,在多任务系统里单独建立一个发声任务,是很好的解决方法。

任务宏定义如下:

```
#define TASK_ID_BELL 2
```

c. TASK_DISPLAY。在系统里的核心任务就是进行 LCD 屏幕显示,因此单独设立显示任务。由于每次显示的内容不尽相同,所以该任务实际的执行时间可能千差万别;而远程显示控制命令可能随时到达,因此任务必须时刻等待事件的触发并在最短的时间里完成显示命令。该任务主要完成显示命令解释、执行, LCD 屏幕绘制等工作。

任务宏定义如下:

```
#define TASK_ID_DISPLAY 3
```

该任务在执行过程中涉及大量内存操作,主要的技术难点也在这里,下面将单独说明。

d. 通信任务。该任务不是操作系统所管理的任务,是典型的中断处理过程,主要负责远程控制命令的接收、缓冲、触发显示任务等工作。

5.2 任务工作流程

在多任务操作系统内核的管理下,任务的执行按照一定的方式运行。任务执行的流程示意图见图 3。

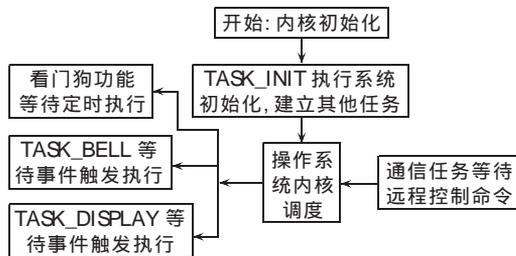


图 3 系统任务流程
Fig.3 System task flow

从图 3 可看出,软件首先执行系统内核初始化,然后,先执行 0 号任务(TASK_INIT)。在 TASK_INIT 中先是对硬件执行了必要的检查和设置后,建立其他相关任务,整个过程完毕后控制权重新回到操作系统内核;此时所有任务都处于等待状态。当通信任务接收到远程控制命令后,就向内核发送一个信号,内核根据信号的目的地分别发往 TASK_BELL 或 TASK_DISPLAY;同时内核检查看门狗功能是否应该执行。从微观上看在操作系统的调度下每个任务都执行固定的时间片,时间片用完后操作系统检查是否有其他任务可以运行,如此周而复始。在本设计中时间片为 10 ms。

6 结论

文中分析了采用 Keil 公司开发的 RTX51 实时操作系统解决远程控制 LCD 显示终端的研究和设计,很好地解决了基于 51 系列单片机对汉字、ASCII 显示的问题,工业成本低、可靠性高。

参考文献:

- [1] 马忠梅. 单片机 C 语言应用程序设计(修订本) [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 1999.
- [2] 余锡存, 曹国华. 单片机原理及接口技术 [M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2000.
- [3] 张载鸿. 微型机(PC 系列) 接口控制教程 [M]. 北京: 清华大学出版社, 1992.
- [4] 张毅刚. MCS-51 单片机应用设计 [M]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学出版社, 2001.
- [5] 马忠梅, 刘滨, 戚军, 等. 单片机 C 语言 Windows 环境编程宝典 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2004.
- [6] 徐爱钧, 彭秀华. 单片机高级语言 C51 Windows 环境编程与应用 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2003.
- [7] 张利军, 蔡友发, 宁金钗. RTX51 及其在单片机系统中的应用 [J]. 天津工业大学学报, 2002, 21(1): 55-57.
ZHANG Li - jun, CAI You - fa, NING Jin - yi. Applications on RTX51 and the single chip microcomputer system [J]. Journal of Tianjin Polytechnic University, 2002, 21(1): 55-57.
- [8] 陈超华. 用 KeilC51 开发大型嵌入式程序 [J]. 计算机应用, 2003, 23(11): 140-143.
CHEN Chao - hua. Writing large embedded program using KeilC51 development environment [J]. Journal of Computer Applications, 2003, 23(11): 140-143.
- [9] 郭强, 王辛之. EPSON 图形液晶显示控制器系列 SED135X 和 SED1374 [M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2000.
- [10] 简献忠, 虞箐. 基于 80C51 和 KeilC51 的 LED 点阵显示系统 [J]. 仪器仪表学报, 2005(26): 315-316.
JIAN Xian - zhong, YU Qing. System of LED lattice displaying Chinese word based on 80C51 and KeilC51 [J]. Chinese Journal of Scientific Instrument, 2005(26): 315-316.

(责任编辑: 汪仪珍)

作者简介:

陈享成 (1971 -), 男, 湖北广水人, 讲师, 硕士, 从事电子技术、计算机教学和管理工 (E-mail: cxcinzz@163.com);

耿长青 (1954 -), 男, 河南新乡人, 高级讲师, 从事计算机教学和管理工 (E-mail: gcq371@sohu.com)。

LCD terminal design based on singlechip

CHEN Xiang-cheng¹, GENG Chang-qing²

(1. Department of Information Engineering, Zhengzhou Railway Vocational & Technical College, Zhengzhou 450052, China; 2. Department of Electrical Engineering, Zhengzhou Railway Vocational & Technical College, Zhengzhou 450052, China)

Abstract: In industrial application site, the remote control commands need to be displayed in Chinese and ASCII codes locally. An LCD(Liquid Crystal Display) terminal based on singlechip is designed for it. Its hardware is mainly composed of microprocessor, encoding circuit, word warehouse, buffers, LCD interface, communication circuit, buzzer, reset circuit and watchdog. Its software adopts RTX51 real-time operating system, realizing task dispatch by time slice rotation and competition mechanism, and supporting event and signal driving. The task decomposition and working flow are described. The designed LCD terminal is cheap, reliable and meets design requirements.

Key words: LCD terminal; real-time operating system; singlechip; RTX51Tiny