

基于网络的楼宇用电集中控制器的设计与实现

姚放吾, 王旭涛

(南京邮电大学 计算机学院, 江苏 南京 210003)

摘要:随着嵌入式技术的快速发展,各种嵌入式技术已经应用于人们日常生活当中,基于网络的楼宇集中控制器就是将嵌入式技术应用到楼宇用电管理当中,为用户用电管理提供了有效、便捷的途径。基于网络的楼宇集中控制器构建于高性能的 ARM9 硬件环境和开源、稳定、安全的嵌入式 Linux 软件系统平台,同时系统服务程序采用多线程系统架构,实现系统服务高效性。该嵌入式系统通过 RS485 和基于 TCP/IP 的网络通信实现信息的收集、管理与上传,构成智能用电管理系统的核心。

关键词:嵌入式系统;ARM;用电管理系统

中图分类号:TP18

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2011)04-0198-04

Design and Realization of Internet-Based Power Centralized Controller for Buildings

YAO Fang-wu, WANG Xu-tao

(College of Computer, Nanjing University of Posts & Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Along with the rapid development of embedded technology, various embedded technology has been used in our daily life. Through the internet-based centralized controller for buildings, embedded technology is applied to electricity management for buildings. Thus, it provides an effective and convenient way for users' electricity management. The construction of the centralized controller for buildings is based on creating a high-performance ARM9 hardware environment and an embedded Linux software platform which is open-source, stable and secure, and meanwhile the program of system services utilizes the multi-thread system architecture to achieve the high efficiency. This embedded system can collect, manage and upload information to constitute the core of internet-based intelligent power management system via RS485 and TCP/IP communications.

Key words: embedded systems; ARM; power management system

0 引言

随着我国经济的几十年的高速发展,人们生活水平不断的提高,科学技术日新月异的发展,人们对科学技术在生活中应用需求也越来越迫切,以此来进一步提高人们生活质量。基于网络的智能用电管理系统就是将嵌入式技术应用到用电管理中,实现人们对用电管理的智能化和自动化,使人们可以通过一个 PC 控制终端来查看各个电表运行状态及电量信息,同时也可以通过它来实现对各个电表进行操作,如关停某个用电单元等。

1 智能用电管理系统架构

基于网络的智能用电管理系统,通过统一安装在

PC 上的应用管理软件,通过网络接口与安放在每栋楼宇中的集中控制器进行通信,从而实现控制终端对数据的收集与用电的管理。系统实现架构如图 1 所示。

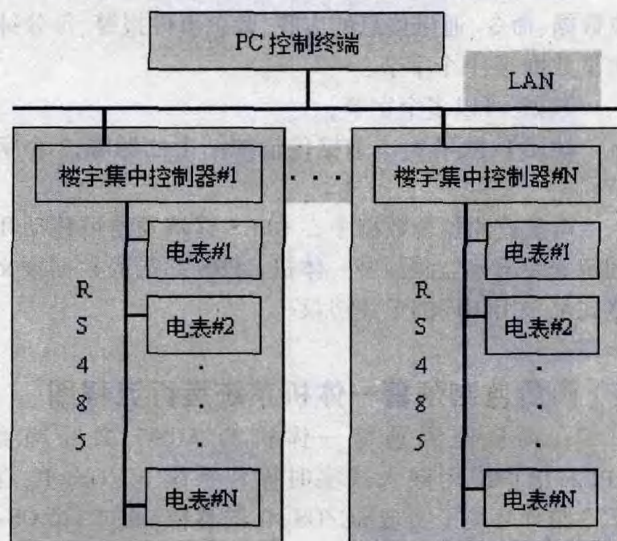


图1 智能用电管理系统架构

收稿日期:2010-09-01;修回日期:2010-12-08

基金项目:江苏省企校合作项目(2009 外 22)

作者简介:姚放吾(1953-),男,教授,硕士生导师,研究方向为嵌入式技术及其在通信中的应用、并行计算机及其体系结构。

可见,智能用电管理系统最底层的管理单位是楼宇集中控制器,由它来直接对所管理的楼宇中的电表进行通讯和管理,而PC控制终端通过网络接口与各个楼宇集中控制器进行通讯,发布操作命令,接受响应信息,从而实现对各个楼宇中的用电实现智能化管理。文中的重点是楼宇集中控制器的设计与实现的相关介绍。

2 楼宇集中控制器硬件结构设计及实现

依据项目需求,楼宇集中控制器硬件平台构建在以下模块的基础上:CPU核心模块^[1]、通信接口模块^[2]、显示操作终端模块^[3]以及时钟接口模块^[4]等。如图2所示。

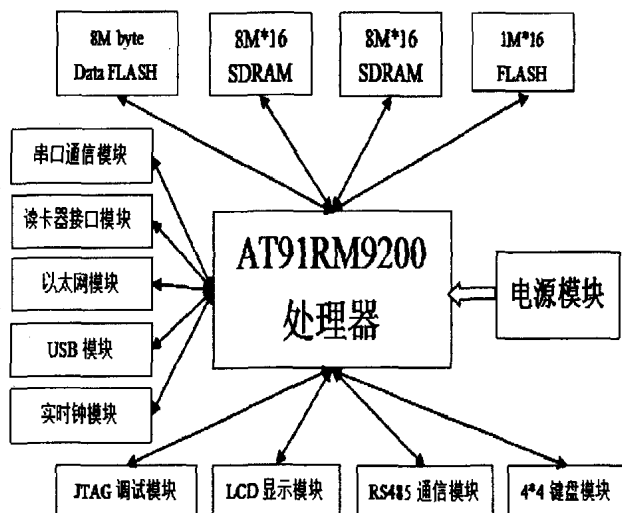


图2 楼宇集中控制器硬件模块组成

2.1 FLASH分区设计与实现

该嵌入式系统FLASH存储器^[5]使用分配情况为:8M NAND FLASH用于存储只读文件系统RAMDISK;2M NOR FLASH将其划分为两部分,128k用于存储u-boot系统引导文件,896k用于存储zImage Linux内核文件,剩余的存储空间用于存放1M的jffs2.img可读写的文件系统,其实现分区表如下:

```
static struct mtd_partition static_partitions[] =
{
    //128K u-boot 存储空间
    .name = "u_boot",
    .size = 0x0020000,
    .offset = 0x0
},
    //896K Linux 内核 zImage 存储空间
    .name = "zImage",
    .size = 0xe0000,
    .offset = 0x020000
},
```

```
//剩余的都归 jffs2 文件系统所有
.name = "jffs2",
.size = MTDPART_SIZ_FULL,
.offset = 0x100000
},
};
```

2.2 RS485 通信设计与实现

楼宇集中控制器通过RS485串口^[6]与所管理单元的电表进行通信管理。RS485串行通信接口是半双工的串行通信接口,所以需要一个IO控制传输方向,系统实现采用AT91RM9200的PIO引脚中的PA27作为发送和接收数据I/O控制^[7](PA27为1时RS485为接收状态,PA27为0时RS485为发送状态),其RS485传输控制函数实现如下^[8]:

```
//设置485输出使能
void RS485_WEN(struct uart_port * port)
{
    if( port->irq == AT91C_ID_US2)
    {
        AT91_SYS->PIOA_CODR |= AT91C_PIO_PA27;
    }
}

//设置485输入使能
void RS485_REN(struct uart_port * port)
{
    if( port->irq == AT91C_ID_US2)
    {
        udelay(40500); //使发送数据有足够时间发出
        AT91_SYS->PIOA_SODR |= AT91C_PIO_PA27;
    }
}
```

3 楼宇集中控制器服务程序设计与实现

楼宇集中控制器系统服务程序的软件主要分两部分^[9]:一部分是与PC控制终端的通讯,即PC控制终端通过TCP/IP网络通信^[10]来实现对楼宇控制器的实时集中管理,完成对楼宇集中控制器的初始化、读信息、定时、控制管理各个用电单元等功能的实现。另一部分是楼宇集中控制器与所管理电单元单元的通讯,即楼宇集中控制器通过RS485串口通信来实现对组内所管理的电表信息收集及相应功能操作的完成,并且其通讯有严格的标准,需要在下发数据时一定要保证数据格式的正确,而在对电表回馈的数据进行收集分析时也要按照通信规约规定的格式进行数据的校验。通过对问题的简述,不难看出在系统设计时要兼顾这两部分,而这两部分看似独立的但又有许多交集,如数据

的共享,对其共享数据的临界区进行合理的互斥访问设计,以达到临界区数据的安全。

为了提高系统服务执行效率,楼宇集中控制器服务程序采用多线程系统架构。将系统服务分为以下五个线程进行实现^[1]:

(1) 主线程:该线程主要在系统启动的时候进行系统的初始化,并分离出其他辅助功能线程,在系统进行正常的运行的时候,本线程进入对上位机服务和电表轮询的无限循环当中。

(2) 辅助功能线程1——系统显示线程:该线程的任务是实时相应键盘的操作,并将其显示在LCD屏上,在此需要将该线程的优先级尽量设计的高一些,这样才能快速地响应键盘的操作。

(3) 辅助功能线程2——更新系统时间线程:该线程维护着一个系统时间数组,以便系统中其他地方使用,同时该线程还担负定时保存电量信息的功能。

(4) 辅助功能线程3——定时控制线程:该线程的主要功能是实现对电表的定时进行操作,该线程主要是通过不断查询系统时间与电表定时设置信息进行比较来进行相应的控制,同时该线程担负着按月下发基础用电量功能。

(5) 辅助功能线程4——系统监控线程:该线程的主要作用是监控另外三个辅助线程是否发生错误或死锁,由于主线程存在与PC控制终端的交互问题,故存在不稳定的运行时间,所以这里没有对其进行监控,正常情况下系统维护了一个线程监控数组,前三个辅助线程定时向该数组写入数据以报告自己的线程运行正常,而监控线程每次有数据写入线程监控数组时就对线程监控数组进行查询是否所有的线程都已经进行报告,如果都已经报告则清空数组然后对系统“喂狗”以防止系统的重起。

本系统的系统架构图如图3所示。

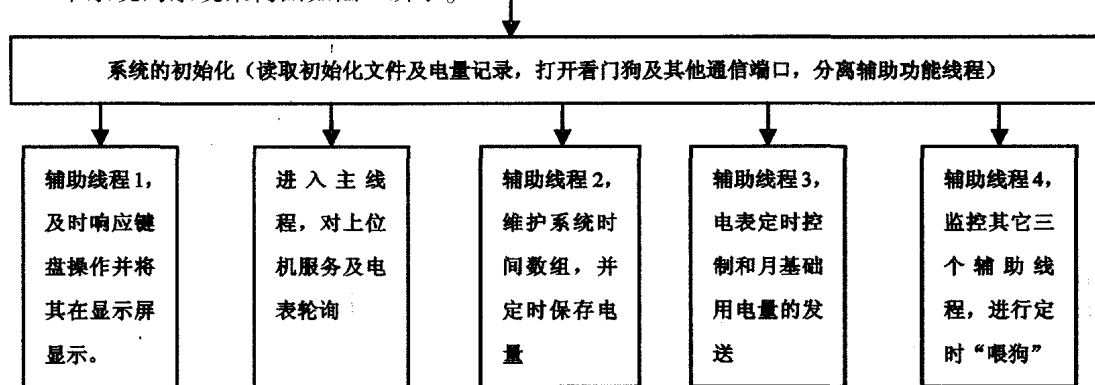


图3 系统架构

3.1 主线程

主线程即主函数 `main()` 下的程序,该部分程序负责对系统进行初始化,打开相应的设备文件,然后进入一个无限循环中,即正式进入该线程的日常运行,日常

运行分为两部分,一部分是查询网络端口,看是否上位机有命令下发,若有则进入网络服务函数进行命令处理;另一部分是轮询电表操作,一次对一个电表进行操作,然后函数返回下一个电表在电表数组中的位置以便下一次的轮询。其主线程系统流程图如图4所示。

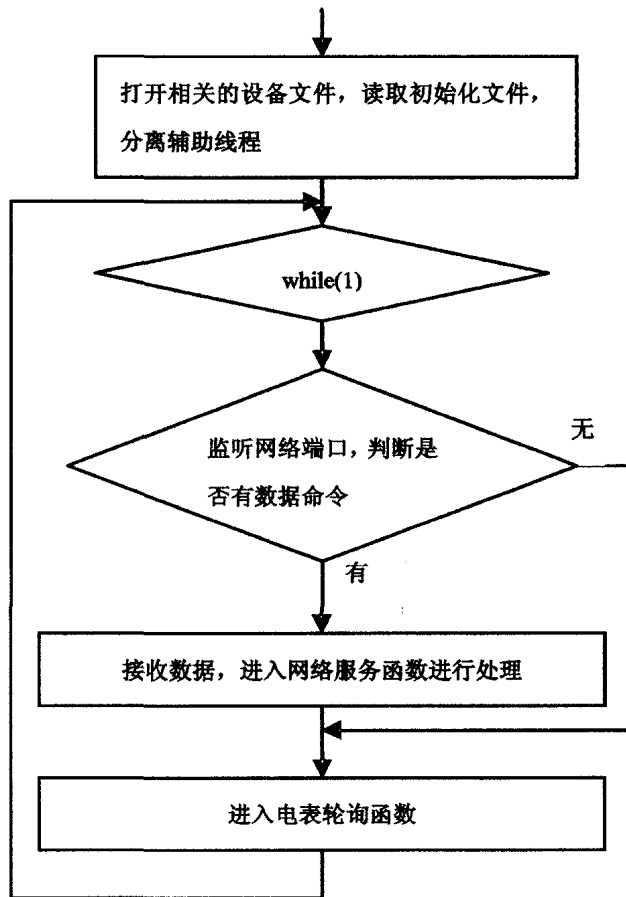


图4 主线程系统流程图

3.2 辅助线程1——键盘显示服务线程

该线程用于实时响应键盘操作并将显示结果在屏幕上显示。该线程函数主要负责对键盘的实时响应,

所以需要不断扫描键盘端口。在服务程序中建立 `while(1)` 的无限循环,在循环内首先读取键盘设备文件,然后判断是否有键输入,如果有的

话则根据键码来判断进行相应操作,然后休眠一段时间,再进行下一次的扫描操作。在进行按键处理时在服务系统中采用有限状态机来通过读取键码来判断用户所要就进行的操作,从而进入相应的状态,而在相应

的状态下可以通过用户按键来进行状态内所需要的不同服务操作。

3.3 辅助线程2——更新系统时间数组线程

该线程负责对系统时间数组不断进行更新,以便其他线程能够较好的访问,同时负责定时保存电表的电量信息。系统服务中在需要时间信息时都从系统时间数组中读取,这样既提高了系统效率,又解决了对外部实时钟的并发控制。

3.4 辅助线程3——定时控制线程

该线程服务函数负责系统定时操作以及系统按月发放基础电量。该线程依次查看每个电表结构体中的定时信息,判断是否定时时间已经到了,以便进行相应的操作。然后再依次判断是否是月初,以便下发月基础用电量,最后休眠1秒,至于为什么休眠1秒,同更新时间线程一样,系统时间精度要求不是很高,所以就让出不必要的处理器时间以供其他线程使用。

3.5 辅助线程4——系统监控线程

该线程服务函数负责监控其他三个辅助线程是否工作正常。其实现过程是首先进入该线程后对系统“喂狗”,防止系统由于看门狗时间耗尽重新启动,然后获取对线程监控数组操作的线程锁,依次判断线程监控数组中各辅助线程对应的各个元素是否已经置为1,如果已经都置为1,则将线程监控数组中各辅助线程对应的各个元素置为0,等待下次各个辅助线程的报告,然后释放线程锁,重新对系统进行“喂狗”;如果存在线程监控数组中辅助线程对应的元素没有置为1,则调用条件变量^[12]等待函数等待没有报告的线程进行报告,如果过了许久仍没有报告,而这时由于看门狗一直没有喂,系统就会自动重新启动。

4 结束语

基于网络的楼宇用电管理系统主要是针对学校,社区等区域用电管理,而该系统核心部分是楼宇集中控制器。

该控制器起着上传下达的作用,它是真正对各个用电单元实施管理的控件,同时也是PC控制终端进行管理的执行者,PC控制终端所有命令都是下发到楼宇集中控制器中,楼宇集中控制器再对下发的命令进行解释,然后执行相应的操作,最后返回PC控制终端以结果,可见一切操作都是围绕着楼宇集中控制器进行,楼宇集中控制器设计与实现的好坏直接影响着整个楼宇用电管理系统的高效实现。

参考文献:

- [1] Atmel Corporation. AT91RM9200 数据手册[M]. [s. l.]: Atmel Corporation, 2005: 1-60.
- [2] 江俊辉. 基于 ARM 的嵌入式硬件设计[J]. 微计算机信息, 2007(2): 120-122.
- [3] 白复东. 嵌入式 Linux 驱动程序的开发[J]. 信息技术, 2009(9): 185-187.
- [4] 周立功. 单片机发展有限公司. DS1302 涓流充电时钟保持芯片的原理与应用[M/OL]. 2005. <http://www.zlgmcu.com>.
- [5] 孟宪栋. 嵌入式 Linux 集成开发环境研究与实现[J]. 计算机系统应用, 2004, 4(5): 19-21.
- [6] 刘琳霞, 沈安文, 李自成. 基于 ARM 芯片的网络化电能表设计[J]. 嵌入式系统, 2004(8): 87-88.
- [7] 李世勇, 肖竟华. 基于 Linux 驱动程序的编写技术[J]. 电脑与信息技术, 2006(3): 43-45.
- [8] 强新建. 基于 S3C2410x 的 Linux 下 UART 驱动程序实现[J]. 计算机技术与发展, 2006, 16(10): 58-60.
- [9] 姚莉, 熊皓. 基于 ARM9 的嵌入式 Linux 应用系统设计[J]. 黄冈职业技术学院学报, 2008(3): 23-24.
- [10] 胡友水, 李汉强. 基于 ARM 的嵌入式 TCP/IP 协议的实现[J]. 电子技术应用, 2003(12): 25-27.
- [11] Guan Mo, Gu Minghai. Design and implementation of an embedded web server based on ARM[J]. Software Engineering and Service Sciences (ICSESS), 2008(3): 24-27.
- [12] Robbins K A, Robbins S. UNIX 系统编程[M]. 陈涓 赵振平译. 北京: 机械工业出版社, 2005.

(上接第197页)

- rm of 3 - 5 January, 1982 in the San Francisco Bay Region, California. [s. l.]: [s. n.], 1988.
- [5] 马永安, 叶子祥, 马奇蔚. 实时雨量自动监测警报网建设方案的探讨及新一代遥测雨量计介绍[J]. 浙江气象, 2003, 24(2): 27-30.
- [6] 辛凯, 徐国元. 西北地区自动雨量监测站及监测原理与维护[J]. 青海气象, 2005, 49: 4-6.
- [7] 王立端, 杨雷, 战兴群, 等. 基于 GPRS 远程自动雨量监测系统[J]. 计算机工程, 2007, 33(16): 199-201.
- [8] 田泽. 嵌入式系统开发与应用[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [9] 郭海杰, 吴飞, 雷必成. 嵌入式智能家居控制系统的研究[J]. 福建电脑, 2009(3): 111-112.
- [10] 胡胜利, 胡彪. 基于 GPRS 无线技术的水资源计量监测系统的设计[J]. 水利水电技术, 2010, 41(4): 87-90.
- [11] Stuckmann P, Muller F. GPRS radio network capacity and quality of service using fixed and on-demand channel allocation techniques [C] // in: Vehicular Technology Conference Proceedings, 2000. VTC 2000 - Spring Tokyo. 2000 IEEE 51st. Tokyo: [s. n.], 2000.
- [12] 宋克章, 王月茹, 冯胜章. 基于 ARM 的有线无线混合网网管实现[J]. 计算机技术与发展, 2007, 17(8): 190-193.