

# 基于嵌入式微处理器的“基表集抄器”的设计与实现

唐 锐<sup>1</sup>, 王庆庆<sup>2</sup>

(1 南京师范大学 数学与计算机科学学院, 江苏 南京 210097)

2 南京国瑞科技有限公司, 江苏 南京 210008)

[摘要] 介绍了嵌入式系统的特点, 提出了嵌入式系统开发的原则, 特别是选择软件平台和硬件平台时需要考虑操作系统的硬件支持、开发工具的支持程度、应用的领域、用户的需求、成本、开发的难易程度等因素。阐述了基于嵌入式微处理器的“基表集抄器”的主要功能是实现各类基表(如电表、水表、气表等)数据的远程采集及通信管理的设备, 工作方式采用主/从工作模式, 设计了“基表集抄器”的硬件系统, 并给出了硬件系统结构的逻辑图; 描述了系统软件的设计思想以及系统启动和系统工作流程, 同时简述了如何将数据通过以太网上传至上位机的过程。

[关键词] 嵌入式系统, 操作系统, Linux 集抄器

[中图分类号] TP39, [文献标识码] B, [文章编号] 1672-1292(2005) 03-0064-04

## A Design and Development of The “Information Collector of Base Meter” Based on an Embedded Microprocessor

TANG Rui<sup>1</sup>, WANG Qingqing<sup>2</sup>

(1 School of Mathematics and Computer Science, Nanjing Normal University, Jiangsu Nanjing 210097 China)

2 Nanjing Guorui Technology Limited Company, Jiangsu Nanjing 210008 China)

**Abstract** In this article, the author describes the characters of an embedded system and put forward the principle of the system development as well as some factors under consideration when the software and hardware platform are taken, such as the supportability of a hardware platform for the operation system, the supportability of development tools, the application area, the need of customer, the cost and the difficulties of development. The author argues that the major function of an Information Collector of Base Meter (ICBM) based on an embedded microprocessor is to carry out the remote data collection and the communication management for various Base Meters (Power Meter, Water Meter, Gas Meter, etc.) by Client/Server mode. The author also designs a hardware system of the ICBM and provides the logical chart of its structure, the method of its software design and its schematic flow-charts of starting-up and running procedure, meanwhile the author introduces the procedure of data transmission up to a host via Ethernet in a few words.

**Key words** embed system, operating system, linux, information collector

### 0 引言

嵌入式系统的研究与开发引起了 IT 行业的广泛重视, 它是先进的计算机技术、半导体技术、电子技术和各个行业的具体应用相结合的产物, 是一个技术密集、资金密集、高度分散、不断创新的知识集成系统。它是以应用为中心、软硬件可裁减的、能适应应用系统对功能、可靠性、成本、体积、功耗等综合性要求的专用计算机系统。嵌入式系统是集系统

的应用软件与硬件于一体, 具有软件代码小、高度自动化、响应速度快等特点, 因此特别适合于要求实时和多任务的系统。嵌入式系统主要由嵌入式处理器、相关支撑硬件、嵌入式操作系统及应用软件系统等组成。

嵌入式系统在智能仪器仪表、智能控制等领域有着广泛的应用。本文以“基表集抄器”的设计为例探讨嵌入式系统的开发与实现方法。

收稿日期: 2005-03-08

作者简介: 唐锐 (1961-), 女, 讲师, 主要从事计算机应用等方面的教学与研究。E-mail: tangru@njjnu.edu.cn

# 1 嵌入式系统的设计原则

## 1.1 硬件平台的选择

嵌入式系统的核心部件是各种类型的嵌入式处理器,嵌入式开发硬件平台的选择主要是嵌入式处理器的选择。如:摩托罗拉 MCF5272、IBM POWER PC 405 ARM 等。在一个系统中使用什么样的嵌入式处理器内核主要取决于应用的领域、用户的需求、成本、开发的难易程度等因素。确定了嵌入式处理器内核以后,接下来要综合考虑系统外围设备的性能以选择一款合适的处理器。这些性能包括:是否支持外部总线,支持何种总线标准;有无通用串行接口,其接口数是否满足系统要求;是否内置以太网接口;是否具备 USB HOST 或 USB DEVICE 接口;是否具备 LCD(液晶显示)接口;是否内置音频接口等。

## 1.2 嵌入式操作系统的选择

嵌入式操作系统的种类繁多,大体上可分为两种:商用型和免费型。商用型的实时操作系统功能稳定、可靠,有完善的技术支持和售后服务,但往往价格昂贵,如 Vxwork、QNX、LynxOS、Nucleus、Windows CE 等。免费型的操作系统在价格方面具有优势,最具有代表性是 Linux,已被众多的嵌入式系统开发者所使用,它与商业型操作系统相比较具有以下优点:适应于多种 CPU 和多种硬件平台,性能稳定,裁剪性很好,开发和使用都很容易;Linux 是源

代码开放软件,不存在黑客技术;Linux 作为一种可裁减的软件平台系统,是发展未来嵌入设备产品的绝佳资源;遍布全球的众多 Linux 爱好者又能给予 Linux 开发者强大的技术支持;Linux 更小、更稳定,而且是免费的,在价格上极具竞争力。

无论选择商业型或是免费型操作系统都要考虑以下几点:操作系统的硬件支持;开发工具的支持程度;能否满足应用需求。

由此可见,选择一款既能满足应用需求,性价比又可达到最佳的实时操作系统,对开发工作的顺利开展意义重大。

# 2 基于嵌入式微处理器的“基表集抄器”设计

## 2.1 系统功能

“基表集抄器”是用来实现各类基表(如电表、水表、气表等)数据的远程采集及通信管理的设备,各类基表数据通过 RS485 接口与集抄器连接并构成通信网络。工作方式采用主/从工作模式,即集抄器为主设备,基表为从属设备。工作时由控制中心向集抄器发出抄表指令(可以群发,也可以指定基表),集抄器根据指令读取指定基表的数据,并对所读取的数据进行分类处理、计算后存储到硬盘中,同时通过以太网将数据上传到控制中心的网络服务器。网络拓扑如图 1 所示。

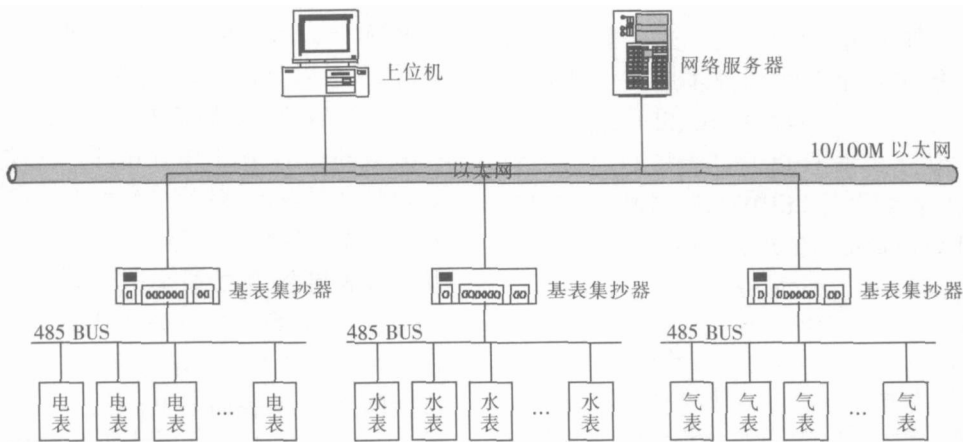


图 1 网络拓扑结构

## 2.2 硬件设计

本系统采用了摩托罗拉的 MCF5272CVF66 高性能 ColdFire 32 位微处理器作为嵌入式系统核心 CPU,该微处理器主频 66MHz,内置一个合乎 IEEE 802.3 10/100 快速以太网控制器 (FEC) 并有专用 DMA; 2 个 UART、SW 监视器、计时器以及 16 位通

用 I/O 等,确保对“集抄器”的支持。硬件连线如图 2 所示。

(1) IDE 接口: 可以接一个 IDE 硬盘,用于集抄器的数据备份;

(2) 网络接口: 10/100M 自适应以太网口可直接与以太网连接;

(3) RS485 串行接口: 用一片 MAX485 实现将

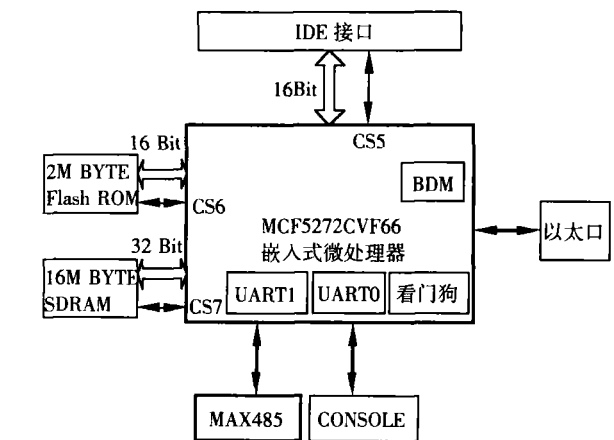


图 2 硬件连线

RS232转换成 RS485接口,用于和各类基表通信;

(4) CONSOLE口:可与 PC 机串口相连接用于监视系统运行状态(调试用);

(5)硬件看门狗电路:当系统受外界干扰造成“死机”,看门狗电路自动复位;

(6) BDM: BDM 可用来下载程序,调试系统,仅在出厂前需要使用.

本“基表集抄器”的核心功能是实现以太网接口与 RS-485 串口之间的协议转换,为提高系统的性能和容量通常需要扩展若干个串口以便挂接更多通信设备理论.该“集抄器”通过系统总线扩展了 9 个 RS-485 异步串口,按每个串口挂接 256 个设备计算,本系统理论上可以同时挂接 2300 个各类基表.

串口的扩展采用 16C554 通信控制器实现,该控制器内部集成 4 个九线的异步串口 (UART),MCF5272 通过总线实现对两片 16C554 的控制.本系统中异步串口、IDE 接口的逻辑控制通过一片 EPLD (可编程控制芯片) EPM7128 实现. EPM7128 的编程采用 Verilog 语言实现,程序源代码如下:

```
input wr; // write signal
input rd; // read signal
input cs6; // chip select signal 6
input a10 a9 a8 a7; // address bus
output uart_cs0, uart_cs1, uart_cs2, uart_cs3, uart_cs4,
uart_cs5, uart_cs6, uart_cs7;

// chip select signals of two 16c554s
output ide_wr, ide_rd, ide_cs0, ide_cs1;

// control signals of ide
assign uart_cs0 = cs6 | a10 | a9 | a8 | a7;
// address = 0000h
assign uart_cs1 = cs6 | a10 | a9 | a8 | !a7;
// address = 0080h
assign uart_cs2 = cs6 | a10 | a9 | !a8 | a7;
```

```
// address = 0100h
assign uart_cs3 = cs6 | a10 | a9 | !a8 | !a7;
// address = 0180h
assign uart_cs4 = cs6 | a10 | !a9 | a8 | a7;
// address = 0200h
assign uart_cs5 = cs6 | a10 | !a9 | a8 | !a7;
// address = 0280h
assign uart_cs6 = cs6 | a10 | !a9 | !a8 | a7;
// address = 0300h
assign uart_cs7 = cs6 | a10 | !a9 | !a8 | !a7;
// address = 0380h
assign ide_wr = wr | cs6 | !a10;
// address = 0400h
assign ide_rd = rd | cs6 | !a10;
// address = 0400h
assign ide_cs0 = cs6 | !a10 | a7;
// address = 0400h
assign ide_cs1 = cs6 | !a10 | !a7;
// address = 0480h
```

### 2.3 软件设计

软件系统可分为两层,即操作系统层和应用层.操作系统采用嵌入式 uclinux 操作系统,并根据系统功能对其进行裁减,将操作系统和应用程序压缩后存放在 Flash ROM 中,当系统加电启动后,CPU 首先读取 Flash ROM “0”地址处的指令用于启动 COLILO (ColdFire Linux Load) 引导程序,执行 COLILO 程序将系统初始化,初始化完成后将存放在 Flash ROM 中的系统和应用程序解压释放到 SDRAM 中并开始运行.这样既保证程序的不易被破坏,又可以节省大量存储空间.

系统启动完毕后转入应用程序的运行,由于系统采取的是主/从工作方式,即集抄器对于上位计算机是从属设备,而对于基表为主控设备,所以集抄器基本工作状态是等待上位计算机的指令,一旦接收读表指令,集抄器就开始按要求读取指定基表的数据,并对数据进行分类计算、保存、上传.集抄器也可以脱离上位计算机独立工作,但需要设定读表时间.软件流程如图 3 所示.

### 2.4 数据通信的相关函数的具体实现

数据通信的相关函数由 7 个主要函数所组成,即主处理函数、以太连接函数、以太发送函数、以太接收函数、以太关闭函数、串口初始化的函数、串口处理函数.主处理函数主要是通过以太连接函数对上位机以太网口进行检测,一旦上位机发出读数据指令,主处理函数即调用串口处理函数转入数据处理,以下为主处理函数程序代码.

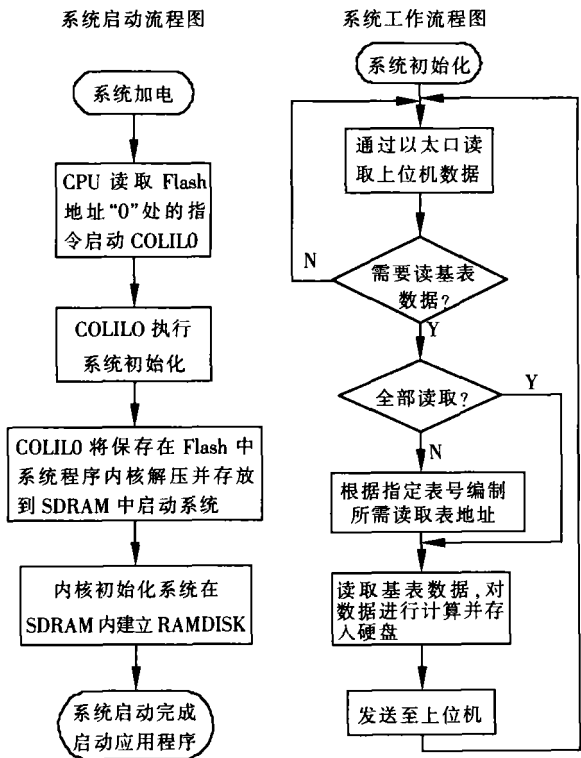


图 3 软件流程图

主处理函数

```
int main( void)
{
    Client_Connect( 192 168 168 62 5699);
    //调用以太网连接函数, 连接上位机
    for( i= 0; i< MAXDEVNUM; i++ ) {
        initport( i); //初始化串口
    }
    for(;;) {
        Client_Read( mdbuf 1000);
        //接收以太网数据, 分析上位机数据
        if(要读取下位机数据) {
            for( i= 0; i< MAXDEVNUM; i++ ) {
                handleport( i);
```

```
                //调用串口处理函数, 分析所取得的数据, 并通过
                //以太口将数据发送至上位机
            }
        }
    }
}
```

3 结束语

“基表集抄器”现已研制成功并投入使用. 随着智能化住宅小区不断增加, 对各类基表自动集抄的要求也越来越高. 基于嵌入式微处理器的“基表集抄器”具有可靠性高、性能价格比高等优点, 而受到用户的关注和欢迎. 另外由于采用  $\mu$ cLinux 操作系统, 免除知识产权的困扰. 因此, 该基表集抄器具有很广泛的应用前景.

[参考文献]

[ 1 ] 关沫. 一个嵌入式系统 Internet 软件开发平台的研究与实现 [ J ]. 计算机工程, 2004 30( 20 ): 30- 31.  
[ 2 ] 周国昌. 一种改进的嵌入式 SMD 协处理器设计 [ J ]. 计算机工程与应用, 2004 40( 31 ): 13- 16  
[ 3 ] 陶永. 基于 MIPS 体系的嵌入式 Linux 引导装载系统的设计与实现 [ J ]. 计算机应用, 2004 24( 11 ): 159- 162  
[ 4 ] 飞思卡尔半导体. ColdFire 系列 32 位微处理器特色解决方案 [ J ]. 今日电子, 2004( 8 ): 60- 63  
[ 5 ] A mohd Berger 嵌入式系统设计 [ M ]. 北京: 电子工业出版社, 2002  
[ 6 ] 邹思轶. 嵌入式 Linux 设计与应用 [ M ]. 北京: 电子工业出版社, 2002

[ 责任编辑: 刘健 ]