

基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 嵌入式远程网络智能节点的研究与应用

The research and application of the embedded long - distance network intelligence nodes based on $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$

陈锦强 李琨 樊杨臻 (昆明理工大学 信息工程与自动化学院 云南 昆明 650051)

摘要:本文针对现实工业现场设备数据传输量小、时滞大、数据处理能力弱、产品兼容性差等缺陷,提出了基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的嵌入式远程网络智能节点设计,具有大容量实时数据采集、远程网络通信及良好兼容性等特点,具体给出了智能节点系统设计原理及硬件连接,并论述了 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 下多任务设计的要点。

关键词:嵌入式系统 以太网 S3C4510B $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$

1 引言

传统的工业现场设备普遍具有数据传输量小、时滞大、数据处理能力弱、产品兼容性差等缺陷,即使工业现场总线技术仍具有信号标准不统一、企业管理网络不兼容等问题。随着以太网技术的飞速发展,以太网应用于工业控制领域的障碍已基本解除,不仅在控制系统的管理层和控制层等中上层网络通信中得到了广泛应用,并有直接向下延伸应用于工业现场设备间通信的趋势,成为近年来工业自动化领域研究的热点。

因此,本文提出了基于 $\mu\text{C}/\text{OS} - \text{II}$ 的嵌入式远程网络智能节点设计与应用。32 位 RISC 的高性能微控制器及实时嵌入式操作系统的引入,满足了工业现场设备控制实时性要求高、数据传输及现场处理等多任务的要求;TCP/IP 开放通信协议的移植,更顺应了工业控制系统结构网络化、开放性的发展趋势,利于各个系统的无缝连接。

2 系统功能结构

嵌入式远程智能网络节点本身具有数据采集和控制的功能,系统功能结构如图 1 所示。

数据采集模块接收模拟量及数字量等工业标准信号,模拟信号经 A/D 转换、开关量信号经滤波及光电隔离等运算、处理后送入 CPU,并通过以太网接口利用 TCP/IP 协议传送给远程控制终端;同时接收终端

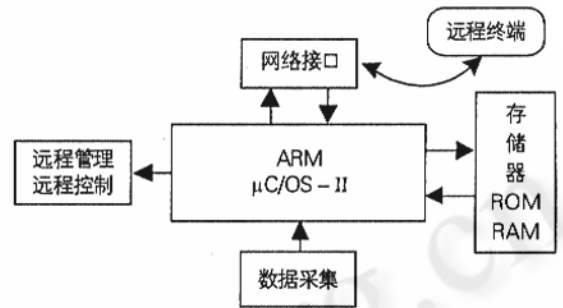


图 1 系统功能结构框图

传输的控制信息,实现工业现场设备的远程管理与控制。

3 主要硬件选型及设计

系统采用 32 位微控制器 S3C4510B 作为硬件设计的核心,它是三星公司生产的一种网络微控制器,以 32 位 RISC 类型的 ARM7TDMI 为内核,在片内集成了以太网 MAC 层控制器,可以简化本系统网络接口电路的设计并提高系统的可靠性。系统时钟可达 50MHz,满足系统设计实时性的要求,此外该芯片具有同步动态存储器 SDRAM 控制逻辑,能够以低廉的价格方便地扩展大容量的存储器空间来运行操作系统^[1]。

3.1 存储器

S3C4510B 处理器支持统一的内存地址空间,使用组(Bank)配置;外部地址总线支持 8/16/32 位数据宽

度的 ROM, RAM 和外部 I/O 器件, 可达 64M 字节的寻址空间。由于处理器内部只支持 8K Cache/SRAM, 因此必须对其进行扩展。

本系统 Flash ROM 选用 8/16 位的 SST39VF040, 作为 512KB 的操作系统代码启动区; EEPROM 选用 16 位的 AM29V16, 作为 16MB 的操作系统及应用程序扩展存储空间; SDRAM 选用 32 位的 HY57V161610ET-7, 提供 16MB 的系统 RAM 空间。S3C4510B 具有 4 个 ROM 组, 6 个 RAM 组和 4 个外部 I/O 组。系统设计中, 配置 Flash ROM 在 ROM 组 0, EEPROM 在 ROM 组 1; 配置 SDRAM 于 RAM 组 0。通过设置分组基地址, 可以灵活配置各自在地址空间的位置。

3.2 数据采集模块

智能节点接收 8 路模拟量输入信号、16 路开关量输入信号, 模拟量输入支持电压/电流/频率工业标准信号。A/D 转换器采用 Maxim 公司的 MAX197, 它具有 8 路输入通道、16 位测量精度; 只需单一电源供电, 且转换时间很短 (6ms), 满足系统设计的要求。硬件框图如图 2 所示。

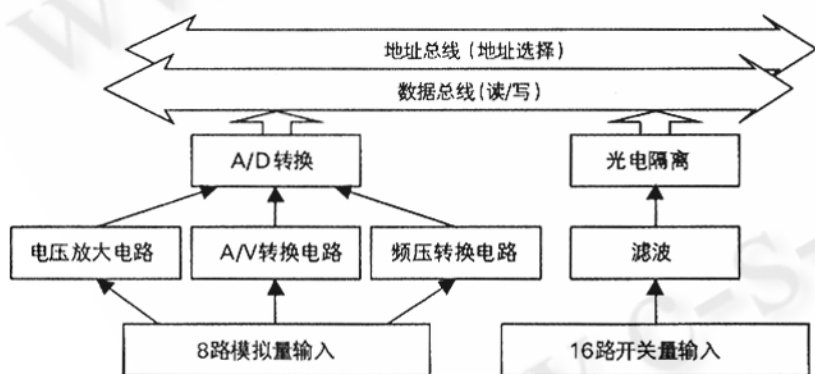


图 2 数据采集硬件框图

硬件连接设计中, A/D 转换器和数字开关量映射在 CPU 地址空间外部 I/OBank1, 使用外部组选择信号和地址线通过逻辑器件确定地址。A/D 转换器属慢速器件, 为提高系统效率, 使用 MAX197 的 INT 管脚与 S3C4510B 的中断 2 连接, 通知 CPU 数据转换完成, 便以取走数据。数据读取与 A/D 通道配置通过 16 位宽度数据总线与 MAX197 相连。

3.3 以太网接口

以太网接口电路主要由 MAC 控制器和物理层 (PHY) 接口两部分组成。S3C4510B 内嵌一个以太网控

制器, 支持媒体独立接口 (Media Independent Interface, MII) 和带缓冲 DMA 接口 (Buffered DMA Interface, BDI), 可在半双工或全双工模式下提供 10M/100Mbps 的以太网接入^[2]。因此, S3C4510B 内部实际上已包含了以太网 MAC 控制, 但并未提供物理层接口, 故需外接一片物理层芯片, 以提供以太网的接入通道。

系统选用带有即插即用功能的全双工以太网控制器 RTL8019AS, 它的主要特点包括: 符合 Ethernet II 与 IEEE802.3 标准; 全双工, 收发可同时达到 10Mbit/s 的速率, 内置 16KB 的 SRAM, 用于收发缓冲, 减低对主处理器的要求; 支持 UTP、AUI、BNC、自动检测, 还支持对 10BaseT 拓扑结构的自动极性修正^[2]。硬件连接如图 3 所示。

RTL8019AS 置 65 引脚高电平, 工作在跳线方式下, 硬件地址映射在外部 I/O 组 0, S3C4510B 数据总线的低 16 位接网卡的 16 位数据线, 置 IOCS16 为高电平, 设置网卡为 16 位工作模式。

4 程序设计及关键技术

4.1 多任务结构

传统的程序设计基本是顺序结构, 效率低下, 嵌入式网络智能节点软件设计基于 $\mu C/OS-II$ 实时操作系统, 其主要特点为: 源代码公开、代码结构清晰、可移植性好; 可裁剪、可固化; 内核属于抢占式, 最多可以管理 60 个任务^[3]。程序采用多任务设计的思路, 有效提高了系统资源的利用率, 按优先级由高到低排列的主要任务有:

- (1) 定时读取和处理数据采集模块的实时数据。
- (2) 网络接口管理, 进行网络通信, 完成远程数据传输。
- (3) 接收远程终端控制命令, 创建网络通信子任务, 实现对现场设备的远程管理于控制。

4.2 关键技术

程序设计的关键在于网络通信应用程序的编写, 而前者又以网络接口驱动程序与 TCP/IP 协议栈为基础进行底层调用。由于 $\mu C/OS-II$ 提供的仅仅只是一

个实时的调度及任务间通信的内核,没有集成网络协议,因此,本文引入了源码开放的 LwIP 轻型 TCP/IP 协议栈。LwIP 在设计时就考虑到了将来的移植问题,它把所有与硬件、操作系统、编译器相关的部分独立出来,放在/src/arch 目录下,移植 LwIP 时直接修改这个目录下的文件,其它的文件一般不需要修改。而网络接口驱动部分在 LwIP 中有一定的模板,根据选用的接口芯片参考相应的驱动模块编程即可。

进行初始化硬件时钟和 LwIP,并创建 tcpip_thread 后台监听主线程,接收远程客户端的连接请求,实现双向通信。

5 结束语

随着 Internet 技术的飞速发展,以太网技术应用于工业现场设备将日渐普及,而嵌入式系统于以太网的结合不及大大提升现场设备的系统容量和处理速度,

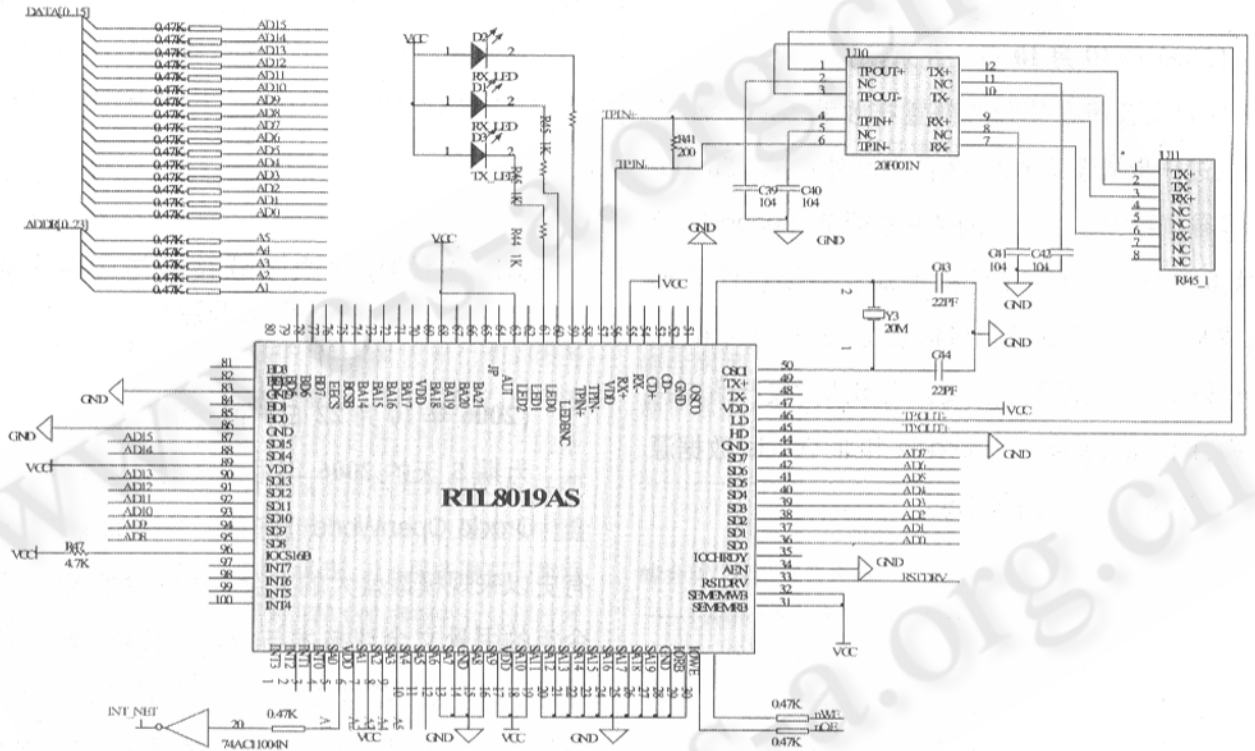


图 3 RTL8019AS 与 S3C4510B 的接口电路

移植完 LwIP 协议栈及网络接口驱动程序后就可以开发与远程通信的应用程序了,考虑数据传输的可靠性,并且在工业应用中,嵌入式仪器仪表设备大多作为提供数据的服务器,因此,在网络传输层作者采用 TCP 协议,使智能节点作为服务器端,监听客户端的连接请求。关键部分的代码和说明如下:

```

OsInit();
OsTaskCreate(LwIP_init_task, &LineNo2, &LwIP_init_stk
[TASK_STK_SIZE - 1], 0);
.....
OsStart();

```

程序中,创建了 LwIP_init_task 初始化 LwIP 任务,

更提供了良好的兼容性,具有广阔的发展前景。

参考文献

- 1 程文俊、习博,基于嵌入式 uClinux 系统工业以太网设备的设计[J],现场总线与网络技术,2005,(3): 45-47.
- 2 胡晓莉、吴刚,RTL8019AS 在嵌入式以太网系统中应用[J],电子测量技术,2005,(3):81-82.
- 3 JEAN JLABROSSE 著,μC/OS-II 源码公开的实时嵌入式操作系统[M],邵贝贝译,北京:中国电力出版社,2001.