

基于 DSP 的嵌入式 Internet 技术在网络通信中的应用研究

曹国雄¹, 郭戎潇²

(1. 空军工程大学 理学院, 陕西 西安 710051; 2. 空军工程大学 电讯工程学院, 陕西 西安 710077)

摘要:介绍了嵌入式 Internet 技术的实现途径,分析了 TCP/IP 协议应用于嵌入式设备的简化原因,阐述了 DSP 和网络控制器的主要工作流程,设计了基于 DSP 的嵌入式系统的“嵌入式 TCP/IP 协议”方案。系统测试结果表明,该网络终端系统能够与远程主机在局域网中顺利进行数据传输。

关键词:嵌入式 Internet; DSP; TCP/IP; 网络控制器; 嵌入式网络终端

中图分类号: TP393 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-3516(2007)03-0053-03

嵌入式 Internet 技术(简称 EI, Embedded Internet)是先进的半导体技术、电子技术、网络技术以及各种具体应用相结合的产物^[1],其实现途径主要是将 Internet 上的基础通讯协议——TCP/IP 协议作为一种嵌入式应用,从而实现 Internet 接入。而对于以 DSP 为核心的嵌入式系统,如何将 TCP/IP 协议嵌入到 DSP 系统中则成为关键一环。本文针对具体应用以及系统软硬件环境,设计基于 DSP 的嵌入式系统的“嵌入式 TCP/IP 协议”方案^[2],通过网卡芯片实现 DSP 终端设备与远程主机的数据传输。

1 硬件设计

本文所实现的嵌入式 DSP 终端是一种作为独立的以太网结点存在的设备,该设备通过 10base-T LAN 的 RJ45 接口接入局域网中,完成数据的分组、高层协议封装、UDP 封装、IP 封装、Mac 层封装后,以实时数据包的形式在以太网中进行传输,并具有相应的接收、协议拆包等功能。系统具有 JTAG 调试接口、RS-232 串行通信接口、模拟语音输入输出接口以及 RJ45 以太网接口,是一个基本功能比较齐全的网络终端硬件平台。硬件设计中主要采用的芯片如下:

1) 主控芯片:采用由 TI 公司生产的 DSP 芯片 TMS320VC5402 作为系统控制单元和协议处理模块。

2) 网络接口芯片:选用 REALTEK 公司的 RTL8019as 以太网控制器。该芯片适用于 802.3 的 10base-T 以太网接口控制,是 NE2000 兼容芯片。工作电压为 5 V,并可以工作在 16 位模式下。此外,在片内建有 16 kbit 的 RAM,满足高数据率下的传输和接收。

3) 可编程逻辑芯片:采用 Altera 公司的 CPLD MAX7128S,工作电压为 5 V,其有效逻辑门数为 2 500 门,可以运行在最高 100 MHz 的频率上,共有 100 个可用的 I/O 管脚,能够满足本设计的逻辑功能及网络 and 主控芯片的启动初始化电路、地址译码电路以及 AD 芯片工作和采样时钟的需要。

4) 其它芯片:A/D 芯片采用的是摩托罗拉公司的 MC145480;SRAM 芯片采用的是 CY 公司的 7C1021,容量为 64 × 16 kBit。

2 系统软件设计

终端系统的软件实现按照功能分为 4 部分,分别是主程序模块、硬件驱动模块、网络接口模块和嵌入式

收稿日期:2006-10-25

作者简介:曹国雄(1960-),男,陕西榆林人,副教授,主要从事光电子及网络通信技术研究。

TCP/IP 协议模块。硬件驱动程序和部分定时器的操作采用汇编语言编程,其它部分均采用面向 DSP 的 C/C++ 语言实现。下面对其中最为重要的两部分即驱动模块和协议模块分别进行介绍。

2.1 硬件驱动模块

要实现嵌入式系统接入以太网,需要对硬件写入正确的驱动程序。这一部分软件主要完成对 DSP 芯片的初始化和网络控制芯片 RTL8019AS 的驱动。DSP 的初始化工作主要包括对 C5402 的 CPU 控制寄存器和串行口 McBSP0 的初始化设置。RTL8019AS 的硬件驱动程序主要是对其内部寄存器进行控制,从而完成数据包的正确接收和发送。以太网的介质访问控制、CRC 校验及数据帧的接收和发送都由 RTL8019AS 自动完成,只需将 IP 包加上目的地址和源地址,再通过远程 DMA 接口对 RTL8019AS 内部 RAM 进行读写即可。

硬件驱动程序主要分为芯片初始化、数据接收、数据发送 3 部分,采用汇编语言编写,工作过程分别如图 1、图 2、图 3 所示。



图 1 芯片初始化过程流程图

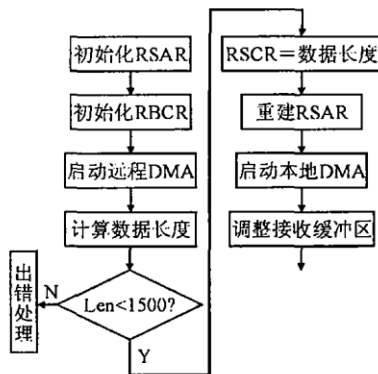


图 2 数据接收过程流程图

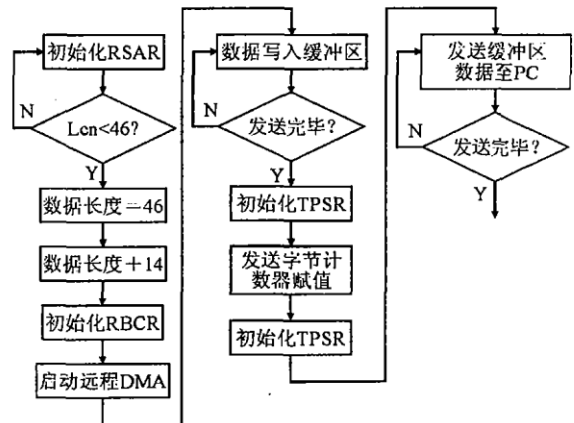


图 3 数据发送过程流程图

2.2 协议模块

整个 TCP/IP 协议内容复杂,协议种类繁多,这样一个庞大的体系要运行在资源相对受限的 8/16 位嵌入式系统中几乎不可能。因此,针对嵌入式系统具体的软硬件环境和应用需求,对标准 TCP/IP 协议制定一套简化策略是非常必要而且可行的^[3-5]。因此,本文在设计中有选择的实现了 ARP(地址解析协议)、IP(网际协议)、ICMP(互连网控制报文协议)和 UDP(用户数据报协议)的大部分功能。简化后的 TCP/IP 协议虽然功能上比标准 TCP 协议有所弱化,但保留了 TCP/IP 几乎所有优点。通过划分模块构造网络任务,整个软件代码量小、结构清晰、易于移植和扩充。

这部分程序主要完成数据的解包打包。当有数据从系统的 RJ45 接口传来,DSP 对数据报进行分析,如果是 ARP 数据包,则程序转入 ARP 处理程序;如果是 IP 数据包且传输层使用 UDP 协议,端口正确,则认为数据报正确,数据解包后,将数据部分通过串口输出。反之,如果 DSP 从串口收到数据,则将数据按照 UDP 协议格式打包,送入 RTL8019AS,由 RTL8019AS 将数据输出到局域网中。

DSP 主要处理协议的网络层和传输层,链路层部分由 RTL8019AS 完成。因为 DSP 将数据接收后完整不变地通过串口输出,所以将应用层交付用户来处理,用户可以根据需求对收到的数据进行处理。工作流程如图 4 所示。

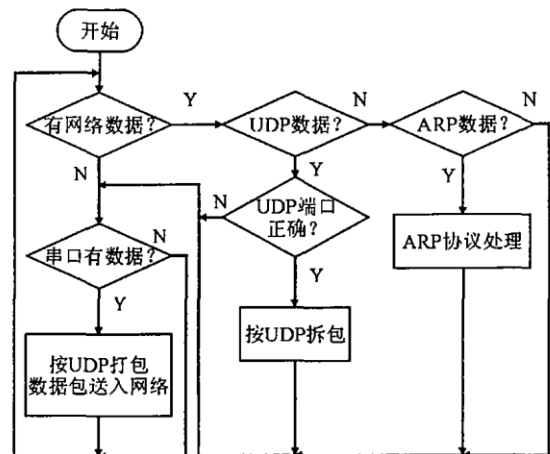


图 4 DSP 工作流程图

3 系统测试及结论

我们通过字符串的接收和发送来验证 UDP 协议的实现。PC 端口号为 7,嵌入式终端端口号为 1024,IP 地址设置同上。PC 机向 DSP 终端设备发送字符串“udptest”,并且能够收到 DSP 回送的相同字符串。

运行结果表明,该网络终端接受到了来自 PC 端口 1024 的 UDP 请求,并回送了接受到的数据。从而验证了该终端与 PC 机间能够通过 UDP 协议实现在局域网中可靠的数据发送和接收。

从系统调试及应用测试的结果可以得出,本文设计的基于 DSP 终端的“嵌入式 TCP/IP 协议”方案解决了 DSP 嵌入式系统的网络接口问题,实现了与 PC 机的数据通信,验证了方案具有较好的实用性和可行性。

参考文献:

- [1] Robert E F. Embedded Internet systems come home [J]. IEEE Internet Computing, 2001, 5(1):52-53.
- [2] Ruhuarul J, Mahonen P, Saaranen M J. Providing Network Connectivity for Small Appliances a Functionally Minimized Embedded Web Server [J]. IEEE Communication Magazine, 2001, 39(10):74-79.
- [3] 李明,康静秋,贾志平. 嵌入式 TCP/IP 协议栈的研究与开发[J]. 计算机工程与应用, 2002, 38(16):118-121.
- [4] 史治国,王勇,王涛. 嵌入式 Internet 中 TCP 协议的实现[J]. 计算机工程与应用, 2003, 39(6):148-150.
- [5] 郭戎潇,曹国雄,王洪强. 嵌入式 TCP 协议在 DSP 中的实现研究[J]. 空军工程大学学报:自然科学版, 2005, 6(6):49-51.

(编辑:门向生)

Research and Implementation of Embedded Internet Based on DSP in Network Communication

CAO Guo-xiong¹, GUO Rong-xiao²

(1. The Science Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710051, China; 2. The Telecommunication Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710077, China)

Abstract: This paper introduces the concept and realization of Embedded Internet technology, analyzes the reasons for simplifying TCP/IP in embedded system, elaborates the main working courses of DSP and NIC, and then designs a scheme of "embedded TCP/IP" based on DSP. The testing result shows that this network terminal functions smoothly in data exchange with PC in LAN.

Key words: embedded Internet; DSP; TCP/IP; NIC; embedded network terminal