基于单片机的嵌入式TCP/IP协议栈的设计与实现

赵国锋,邱作雨,张 毅
(重庆邮电大学 移动通信技术重点实验室,重庆 400065)

摘 要:随着网络技术和单片机技术的发展,嵌入式网络在远程控制领域拥有广泛的应用前景。文中以Atmega16单片机和CP2200网络芯片为硬件平台,设计和实现了一个面向远程工业控制领域的精简TCP/IP协议栈,包括ARP,IP,UDP及TCP等协议模块。文中给出了系统的硬件设计,详细论述了精简TCP/IP协议栈的实现方法,并给出了一个远程控制的应用实例。该系统具有低成本、易使用的特点。

关键词:单片机;以太网;CP2200;TCP/IP
中图分类号:TP273+.5 **文献标识码**:A **文章编号**:1673-629X(2009)03-0137-04

Design and Realization of TCP/IP Protocol for Embedded System Based on Single-Chip

ZHAO Guo-feng, QIU Zuo-yu, ZHANG Yi
(Key Lab. of Mobile Communication Technology, Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, China)

Abstract: With the development of network and single-chip technology, embedded network holds a wide range of application prospect in the field of remote control. Taking Atmega16 microcontroller and CP2200 network chip as hardware platform, a simplified TCP/IP protocol orienting to remote industrial control field has been designed and realized, including ARP, IP, UDP, TCP protocol module etc. A simple application example for remote control was given too, when hardware design was given and the realization method of TCP/IP protocol was discussed detailedly. The system has low-cost, easy-to-use features.

Key words: single-chip; Ethernet; CP2200; TCP/IP

0 引 言

Internet一旦与家庭生活用品相结合,必然给家庭生活的网络接入带来飞速的发展。当前,能接入Internet的家庭生活用品及设备大多是基于MCU的嵌入式设备,所以嵌入式系统的Internet接入研究具有广阔的应用前景。嵌入式系统的Internet接入方式众多,目前比较普遍的方式是处理机加TCP/IP协议,这种接入方式对TCP/IP协议的处理有两种方法。其一,在嵌入式实时操作系统(RTOS)上运行TCP/IP协议。由于这种方法对硬件配置要求较高,所以它不仅开发难度大,而且开发成本高。其二,采用固化TCP/IP协议的专用芯片。虽然应用TCP/IP协议专用芯片能降低开发难度,但会增加系统硬件电路设计的复杂性。另外,这种方法的开发成本也较高。

收稿日期:2008-07-02
基金项目:教育部科学技术研究重点项目(208117)
作者简介:赵国锋(1972-),男,陕西泾阳人,博士,教授,主要从事宽带IP网络、流量控制、网络管理研究。

笔者以家庭网络接入的远程开关控制为研究背景,采用处理机+TCP/IP协议+以太网控制芯片的嵌入式以太网接入方式,设计并实现了基于8位单片机的精简TCP/IP协议栈,并固化在单片机内,无需操作系统也可运行。网络控制芯片采用Silicon lab公司最新开发以太网芯片CP2200,与传统的RTL8019和CS8900A等常用芯片相比,具有硬件电路简单,成本较低的特点。

1 硬件设计

1.1 芯片选择与介绍

硬件部分主要由处理机、以太网控制芯片和RJ45三部分构成。

处理机采用AVR公司的Atmega16单片机。用Atmega16作控制器件,工作稳定,抗干扰能力强。Atmega16主要特点如下:

1)具有16k字节的系统内可编程Flash(具有同时读写的能力,即RWW),1k字节SRAM,512字节的

万方数据

EEPROM;

2)32个通用I/O口,32个通用寄存器;

3)用于边界扫描的JTAG接口,支持片内调试和编程;

4)独立片内振荡器的可编程看门狗定时器。

网络控制芯片采用Silicon lab公司的新近推出的CP2200以太网控制芯片。用CP2200做以太网控制器件,电路简单,效能高,能使系统更好地连入以太网中[1]。其主要特点如下[2]:a.它集成了IEEE802.3以太网媒体访问控制器(MAC)、10Base-T物理层(PHY)和8kB非易失性Flash存储器;b.拥有8位并行总线,8位并线总线接口支持Intel和Motorola总线方式,可以使用复用或非复用方式寻址;c.片内Flash存储器的最后6个存储单元固定了一个唯一的48位MAC地址。

1.2 硬件连接

系统的硬件连接图如图1所示,在此仅给出了主要的连接。

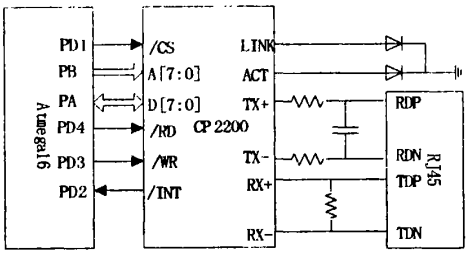

图1 硬件连接图

CP2200有两种总线模式,两种总线模式下均有地址/数据复用和非复用两种工作方式。设计时,将CP2200的MUXEN和MOTEN引脚接地。此时,CP2200工作于Intel总线下地址/数据非复用方式。虽然该连接方式占用较多的单片机的I/O口,但数据传输速率超过30Mbps。设计时将MUXEN引脚设计成跳线连接方式,当单片机I/O短缺时,更改该引脚的跳线连接,CP2200可工作于地址/数据复用方式,释放部分I/O口供系统使用。

Atmega16的PD1口与CP2200的片选信号引脚相连,实现片选功能;PD2口与CP2200中断信号引脚相连,用于读取硬件中断信号。Atmega16的PA0-PA7口分别与CP2200的D0-D7口相连,作为数据线;Atmega16的PB0-PB7口分别与CP2200的A0-A7相连,作为地址线。Atmega16的PD4、PD3口分别与CP2200的/RD、/WR引脚相连,实现读/写选通控制。CP2200通过与RJ45相连实现以太网接入。

1.3 底层驱动与通信

为了确保CP2200的正常工作,必须完成相应的初始化工作。CP2200的初始化工作主要包括物理层初始化、MAC层初始化、接收接口初始化和发送器接口的初始化。CP2200初始化工作是通过Atmega16操作CP2200的寄存器来完成的。为了实现CP2200寄存器读/写功能,该设计方式需要模拟Intel总线非复用方式的读写时序。设计中,使用单片机指令周期作为基准时间,单片机的晶振为8M,所以每个指令周期为125ns。实现总线模拟时,根据Intel总线的AC参数,一般执行一条指令,Intel总线时序就应做出相应变化。在初始化CP2200接收接口应注意定时和缓冲溢出情况,否则接收数据时会出错。

单片机与CP2200之间的通信采用查询模式,读取以太网数据速度快。根据Atmega16存储空间的特点,为接收/发送数据包定义一个共用体类型的静态缓存。之所以使用静态缓存,是因为Atmega16本身存储空间问题不适合为接收/发送数据开辟较大的动态的缓存,而开辟较小的动态的缓存又会影响收/发速度。

2 TCP/IP协议

单片机内实现TCP/IP协议栈与PC机内不同,因为单片机内部资源有限,所以要在单片机内实现TCP/IP协议栈,就必须根据具体应用系统的有限资源环境,对TCP/IP栈协议进行裁简[3],实现与需要有关的功能。文中针对大多应用系统设计的TCP/IP协议栈,同样进行了裁减,实现了ARP、IP、TCP及UDP等功能,其工作流程如图2所示。

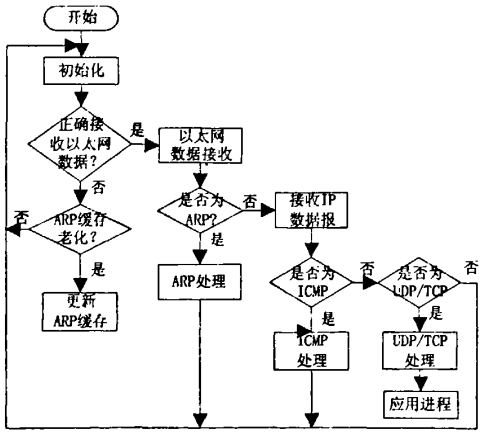

图2 TCP/IP工作流程图

2.1 ARP协议

地址解析协议(ARP)提供IP地址与硬件地址之间的动态映射。为了实现ARP的地址映射功能,设计中将ARP模块主要分成三部分:ARP缓存、ARP应答和ARP请求。ARP缓存实现IP地址与硬件地址之间映射记录的更新,其处于动态更新状态,而ARP应答

万方数据

和 ARP 请求通常处理休眠状态。当接收到 ARP 请求时,ARP 应答才从休眠状态被唤醒,更新 ARP 缓存中的 IP 地址和硬件地址之间的映射记录,并发送 ARP 应答包;当上层发送 IP 数据包而没有目的主机硬件地址时,ARP 请求部分才被唤醒、发送 ARP 请求包。整个 ARP 模块实现流程如图 3 所示。

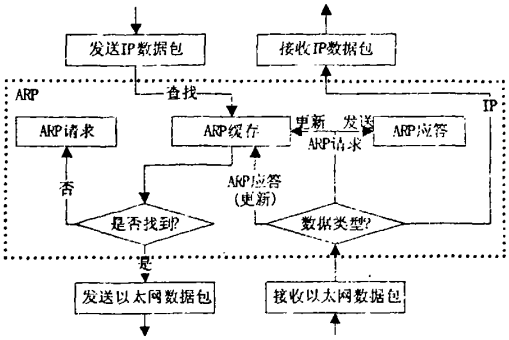

图 3　ARP 模块实现流程图

2.2　IP 和 ICMP 协议

本设计只实现了网络层两个部分:IP 模块和 ICMP 模块。IP 是一个无连接协议,主要负责主机间寻址和数据报包设定路由[4]。设计的 IP 模块只完成 IP 数据包的接收、发送和转交,由函数 IP_Input()和 IP_Output()实现。它不处理带 IP 选项的数据包和 IP 分片数据包。设计时,考虑到系统的需求,IP 模块的分层并不严格,这虽然降低了层与层之间的独立性,但提高了数据的处理速度,对系统的网络通信并无影响。由于底层网络硬件接口为以太网接口,所以应用网络为以太网,因此虽未实现 IP 层的分片与重装等功能,但简化 TCP/IP 协议栈同样可以工作。ICMP 协议的作用是弥补 IP 协议无差错控制机制的缺点,所以 ICMP 模块用于实现系统通信的差错控制。ICMP 功能由 ICMP_Input()和 ICMP_Output()两个函数实现,前者接收处理 ICMP 数据包,后者发送 ICMP 数据包。设计中,ICMP 部分主要实现了 PING 功能和 ICMP 端口不可达差错功能。

2.3　TCP 协议

TCP 用于向应用层提供一种面向连接的、可靠的字节流服务。对于标准的 TCP/IP 协议来讲,TCP 层会实现滑动窗口协议、流量控制、拥塞控制、TCP 计时、重传、TCP 连接状态等机制[5]。但由于设计的协议栈以 Atmega16 为处理机,其存储资源相对有限。所以结合系统本身特点,对 TCP 层的功能进行了简化,未实现其滑动窗口协议、流量控制和拥塞控制机制。设计中,未对 TCP 有限状态简化,这样有利于协议栈的扩展。系统同样实现了 TCP 定时重传的机制,但如果应用系统只用于与标准的 TCP/IP 系统通信,这一功能可以不实现,因为通信对方会实现超时重传。设计的 TCP 层进行数据传输时,每次只接收和发送一个数据包。接收数据时,IP 层将 TCP 报文段交给 TCP_Input()函数处理,该函数主要实现 TCP 连接判断和状态转移。如果 TCP 报文为网络数据报,函数 TCP_Receive()将会被调用,它将数据传给应用程序。应用程序发送数据时,调用函数 TCP_Send(),其对数据进行处理后,将数据交给函数 TCP_Output(),该函数将数据组装成可以发送 TCP 报文段后,交给 IP 层。

2.4　UDP 协议

UDP 虽然和 TCP 共用网络层,但 UDP 并不向应用层提供可靠性服务。由于在某一段时间内,UDP 会话不止一个,所以设计时,为固定时间段内的每个会话都准备了一个输入/输出队列,这个输入/输出队列其实是一个链表。当接收到 UDP 数据报时,该数据报在输入处理模块中被处理。根据 IP 地址和端口号,将 UDP 数据报放到对应的输入队列中并等待应用程序的处理,如果没有,根据 IP 地址和端口号建立一个新的输入队列,然后等待应用程序处理。同理,应用程序发送 UDP 数据报时,UDP 模块会根据 IP 地址和端口号找到对应的输出队列,如果没有,根据 IP 地址和端口号建立一个新的输出队列。输出处理模块从输出队列中取出 UDP 数据,处理后将其输出。整个 UDP 模块设计图如图 4 所示。

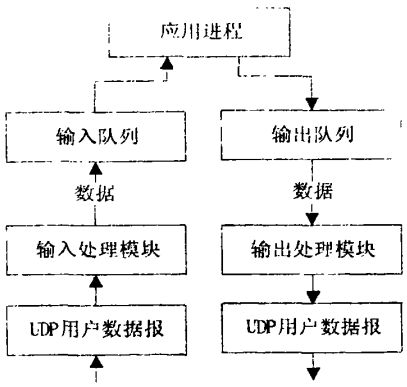

图 4　UDP 模块设计图

3　远程控制应用

为了验证设计的正确性,将其应用到远程 LED 警示灯控制系统中。为了满足远程控制应用的实时性,传输层采用面向数据报的不提供可靠性的 UDP 协议。应用系统未采用提供可靠连接的 TCP 协议,一是因为 TCP 连接建立与终止过程会降低系统通信的实时性;二是由于高效的 TCP 协议实现会占用大量存储空间,

万方数据

降低系统性能。至于系统对通信质量的要求,可交由应用层来完成。

该远程控制系统同以太网接口共用一块控制芯片,实现 LED 警示灯的远程控制。系统中,PC 机为控制端,被控端为嵌入本以太网接入模块的应用系统。本设计采用类似 TFTP 机制实现控制端与被控端的通信连接。建立一个通信连接时,被控端一直监听某一固定端口,当监听到来自该端口 UDP 连接请求时,主动打开连接,然后腾出其监听的端口供其它连接使用,这一过程同 TFTP 的连接过程无异。在建立连接后,开始用户认证过程,该过程采用私有的通信机制。认证通过后,控制端才能对被控制端进行控制和状态监控。远程控制系统通信流程图如图 5 所示。

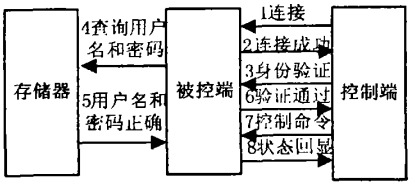

图 5 远程控制系统通信流程图

4 结束语

在单片机内实现 TCP/IP 协议时,应从四个方面考虑其是否合理:是否提供易用的底层硬件 API,即与硬件平台的无关性;占用的系统资源是否在可接受范围内;对于应用系统的支持程度;是否有裁减优化的空间。

文中以上述要求为标准,结合系统的硬件特点,设计实现的嵌入式 Internet 系统,成本低,易于应用。设计实现的精简 TCP/IP 协议栈简单,适用于无操作系统支持的嵌入式设备,并且易于扩充。该系统经过测试验证,设计正确,工作正常,为今后更进一步的应用奠定了基础。

参考文献:

[1] 肖洪详,邵彭飞,才 娟.基于 CP2200 的嵌入式以太网接口设计[J].微计算机信息,2007(17):33-35.

[2] Silicon Laboratories Inc. CP2200/1 Complete Datasheet[M]. USA: Silicon Laboratories Inc,2006.

[3] 王晓菊,潘琢金,杜 睿.嵌入式网络接口模块设计及协议实现[J].沈阳航空工业学院学报,2007(1):49-52.

[4] 刘 伟,崔永锋,吴相林.TCP/IP 协议在远程单片机控制系统的设计[J].微计算机信息,2007(3):93-95.

[5] Forouzan B A, Fegan S C. TCP/IP 协议族[M].谢希仁,等译.北京:清华大学出版社,2006.

(上接第 136 页)

法,为分布式异构信息源的透明访问提供了统一标准,为信息的动态集成奠定了基础;

(2)整个框架基于 XML 技术,XML 是文本形式而非二进制形式,从而提供了跨应用平台的能力;

(3)消息传递通过 SOAP 实现,SOAP 是一种基于 XML 的轻量级对象访问协议,它使用 HTTP、SMTP 等作为传输协议,从而可以跨越防火墙,使跨系统的信息集成为可能;

(4)Web Services 提供完整的封装性,可以保留遗产系统,实现渐进式开发,从而降低实施跨企业信息集成的风险和成本;

(5)Web Services 提供统一的界面,可以在第三方机构注册,可以被潜在的商业伙伴发现[5]。在任何地点,使用任何设备,通过任何方式都可以访问 Web 服务提供的服务,从而提高了跨企业集成的效用,实现"即插即用"的要求。

3 结束语

文中在分析了标准的信息集成协议栈的基础上,结合本体技术和 Web Services 技术提出了一个自底向上的信息集成框架。文中结合信息集成协议栈分析了框架的体系结构,详细阐述了框架的层次结构、模块功能。该框架解决了传统信息集成不能解决的语义异构问题,实现了信息的透明访问和原有系统上的信息集成,满足信息集成对动态性、平台无关性和可扩展性的要求,为进一步研究奠定了基础。

参考文献:

[1] Burg B. Agents in the world of active Web - services[EB/OL].2001 - 11. www. hpl. hp. com /org/ stl/ maas/docs/ HPL - 2001 - 295. pdf.

[2] 顾 宁,刘家茂,柴晓路.Web Services 原理与研发实践[M].北京:机械工业出版社,2006.

[3] Wache H, Ogele V, Visser T, et al. Ontology - based integration of information - a survey of existing approaches[C]//IJCAI - 01 Workshop: Ontologies and Information Sharing. [s. l.]:[s. n.],2001:108 - 117.

[4] Huang Ning, Diao ShiHan. Ontology - based enterprise knowledge integration[J]. Robotics and Computer - Integrated Manufacturing,2008,24(4):562 - 571.

[5] 周航滨,夏安邦,张长昊.基于 Web 服务的跨企业信息集成框架[J].计算机集成制造系统,2003,9(1):1 - 5.

万方数据

基于单片机的嵌入式TCP/IP协议栈的设计与实现

万方数据 WANFANG DATA 文献链接

作者： 赵国锋， 邱作雨， 张毅， ZHAO Guo-feng， QIU Zuo-yu， ZHANG Yi
作者单位： 重庆邮电大学,移动通信技术重点实验室,重庆,400065
刊名： 计算机技术与发展 ISTIC
英文刊名： COMPUTER TECHNOLOGY AND DEVELOPMENT
年，卷(期)： 2009，19(3)
被引用次数： 0次

参考文献(5条)

1. 肖洪详.邵彭飞.才娟 基于CP2200的嵌入式以太网接口设计[期刊论文]-微计算机信息 2007(17)

2. Silicon Laboratories Inc CP2200/1 Complete Datasheet 2006

3. 王晓菊.潘琢金.杜睿 嵌入式网络接口模块设计及协议实现[期刊论文]-沈阳航空工业学院学报 2007(01)

4. 刘伟.崔永锋.吴相林 TCP/IP协议在远程单片机控制系统的设计[期刊论文]-微计算机信息 2007(03)

5. Forouzan B A.Fegan S C.谢希仁 TCP/IP协议族 2006

相似文献(10条)

1. 期刊论文 付蓉.高晓丁.王旭.居法立.FU Rong.GAO Xiao-ding.WANG Xu.JU Fali 基于C8051F020单片机的以太网通信 -微处理机2009,30(1)

介绍了C8051F020和以太网控制芯片RTL8019AS的技术特点.设计了以单片机C8051F020和以太网控制芯片RTL8019AS连接的嵌入式系统以及系统软件;实现了8位单片机以太网通信设计方案.

2. 学位论文 余刚 以太网供电设备的设计与实现 2006

以太网技术在二十多年的发展过程中，从单一的数据网变成了混合的应用网，目前已经包括了诸多典型应用，并得到广泛使用。以太网供电技术使以太网能够为设备提供直流电源，从而能够简化管理并节省资源。作为以太网技术的最新应用，以太网供电被认为是以太网技术发展历程中的又一个里程碑。

本文致力于一种用户可监控的以太网供电设备的设计实现。主要包括了以下几方面内容：

首先，描述了以太网供电的独特优点及发展趋势，指出了目前存在的大多数以太网供电设备端口电源管理不够灵活的缺点，提出了设计用户可监控的以太网供电设备的必要性。

其次，在深入研究IEEE802.3af以太网供电标准中的关键技术的基础上，采用以太网供电设备电源直流电源TPS2383A和MSP430F148单片机，基于I2C-BUS通信规范，设计实现了一种符合IEEE802.3af标准的用户可监控的以太网供电设备。重点论述了采用符合IEEE802.3af标准的以太网供电电源管理器TPS2383A和超低功耗16位单片机MSP430F148实现的以太网供电设备的硬件设计和软件实现方法。

最后，给出了设计完成的以太网供电设备在EPA系统中的应用实例，着重分析了该供电设备在系统中的运行状况，主要包括供电设备对EPA接入设备和现场设备提供的电源参数(电压、功率)的正确性、供电设备工作时对网络数据通信质量的影响程度、双色LED对供电设备各种运行状态的正确指示、供电设备终端监控软件的作用和设备工作的温度范围等。

目前，作者开发的以太网供电设备应用于EPA系统中对EPA无线接入设备和现场设备进行供电，使用效果良好。

3. 期刊论文 张雷.周斐 基于以太网的双单片机数据采集器的研制 -工业控制计算机2007,""(12)

介绍一种基于以太网的双单片机数据采集器的研制,数据采集器的硬件主要由两片AT89C52单片机和一片RTL8019AS网卡芯片以及相关的电路组成,其中一片单片机负责现场信号的采集,另一片单片机通过UIP协议栈进行TCP/IP协议的通信,最终实现现场信号的采集并通过TCP/IP协议进行数据传送.

4. 学位论文 张学锋 基于以太网的现场总线通信接口研究 2003

与其它现场总线相比，由于以太网技术具有开放性、结构简单、带宽易于扩展、兼容性能好和成本低廉等优点，近年来在工业控制的高层已得到了广泛的应用。而把以太网技术用于工业控制的底层网络，却还没有得到充分的研究。利用以太网技术作为现场总线，用于工业控制的底层网络，既有利于现场总线的发展，又能有效地提高现场总线的传输速率和简化现场总线的种类。

本论文首先简单介绍了当前现场总线的发展情况，在分析和比较各种现场总线技术的基础上，指出了其存在的问题，在参照国内外关于用以太网技术作为现场总线研究的基础上，提出了在以太网协议的应用层对现场传输的信息进行规范的方法。该方法能提供报文服务和短帧信息结构，满足现场通信的实时性要求。接下来为了实现这个方法，论文介绍了利用W78LE516B单片机和RTL8019AS网卡驱动芯片开发的RS-232C转以太网通信协议的嵌入式以太网通信模块，利用该模块可实现将现场设备的RS-232C通信转换为以太网通信，也可以直接将该模块嵌入单片机控制设备使用。然后，论文对嵌入式以太网通信模块的硬件电路设计和驱动程序编写作了详细的介绍，并在不改变以太网TCP/IP协议主体结构的基础上，对TCP/IP协议作了精简处理，以满足现场通信的实时性和可靠性要求。最后论文分析了嵌入式TCP/IP协议的总体框架设计、帧的封装过程及数据包的发送和接收流程。

在完成论文撰写的过程中，本课题完成了对嵌入式以太网通信模块的设计，实现了RS-232C通信协议和以太网通信协议的相互转换功能，并在利用C语言模块化的编程思想的基础上，用单片机实现了嵌入式TCP/IP协议的设计，该设计具有很强的实时性和移植性。调试结果表明该嵌入式以太网通信模块具有集成度高、可靠性高和成本低等特点，可应用于远程设备的实时监控和访问。

5. 期刊论文 吴强.WU QIANG 基于单片机的以太网嵌入式控制器设计 -微计算机信息2008,24(8)

本文设计了基于SX52BD网络单片机的嵌入式控制器的硬件结构和相关软件,设计了嵌入式控制器各功能模块和相关接口电路(网络通信接口电路和控制设备接口电路),本文设计的以太网嵌入式控制器是以SX52BD为核的新型"嵌入式WebServer",除了编写传统的控制、通信软件外,在基于以太网数据传输基础上,将传统Web功能融入控制器,给出相关的协议栈软件设计、Java Applet客户端的应用设计.以太网应用于工业控制系统是可行的.

6. 学位论文 汪寿义 基于MC9S12NE64单片机的远端抄表系统 2009

远端自动抄表系统发展至今，已有近30年的历史。在这30年间自动抄表系统的形式发生了很大变化，先后出现了公众电话网自动抄表系统、电力线载波自动抄表系统、无线自动抄表系统、以太网自动抄表系统。随着嵌入式Internet时代的到来，基于以太网的嵌入式系统已被广泛应用于家庭、工业等各个领域，抄表系统也逐渐向嵌入式以太网方向发展。因此，对基于单片机的嵌入式以太网抄表系统进行研究，符合技术的潮流和社会的需求。

本课题是以山东省自然科学基金资助项目“基于互联网络的热工参数测控关键技术研究”(2006ZRB01001)为背景展开的，涉及到了远程测控技术、数据库管理技术、嵌入式TCP/IP系统及数据采集与处理等诸多问题，关键问题有如下几点：

1. 嵌入式系统网络协议栈应用层协议、采集数据动态存储及文件格式问题。当前，所采用的网络协议栈应用层协议主要有：发送Web网页的HTTP(超文本传输协议)、发送文件的FTP协议(文件传输协议)、发送电子邮件消息的SMTP(简单邮件传输协议)或POP3(邮局协议)、及用户自定协议。由于网络协议栈应用层协议、采集数据动态存储及文件格式涉及测控管理数据库的动态更新，并且具有较强的实时性，是采用标准协议还是自定协议，需要深入研究。

2. 嵌入式网络参数、I/O参数配置问题。众所周知，PC机接入Internet需要配置网关、IP地址等网络参数，因此基于Internet的智能I/O设备不仅需要配置网络参数，还需要根据现场传感器配置上/下限参数等。为降低成本，减小体积，I/O设备不设显示和输入装置，因此，如何通过远程管理系统配置相应参数是I/O设备正常工作的关键。

3. 嵌入式系统网络通讯、数据采集及控制任务的并行运行问题。由于嵌入式系统往往具有程序存储和动态存储空间的局限性，这就限制了系统软件的大小及中间数据的数量。因此，如何优化程序代码成为解决该问题的关键。

论文首先介绍了远端抄表系统的发展状况、各种抄表系统的基本组成结构、原理，论证了由飞思卡尔(Freescale)公司生产的16位单片机MC9S12NE64是一个单芯片的以太网微控制器解决方案，是一款经济的基于以太网的嵌入式系统的开发芯片，然后提出了基于MC9S12NE64单片机的抄表系统的设计架构。

其次阐述了嵌入式系统的发展，指出了基于单片机的嵌入式WebServer是一个低成本、高可靠性且符合潮流的技术方案。给出了单片机实现嵌入式WebServer的前提、方法和原理，又从MC9S12NE64的硬件支持、软件支持两方面论证了实现基于MC9S12NE64的嵌入式WebServer的可行性，并结合飞思卡尔公司提供的免费协议栈NE64_OpenTCP，介绍了如何实现将网页嵌入、链接及在线更改IP等问题。

最后谈到了基于NE64的Web服务器如何接收从浏览器和管理中心的计算机传来的参数和命令，并对Web服务器与采集器之间实现数据传输的方式也给出了描述和说明。

论文用到的知识点较多，其中包括网络技术、嵌入式技术、Web技术、网页知识、单片机知识、VB编程，数据库知识，RS485总线等，给出了这些知识点在本设计中的关联和作用。在文章最后对全文的工作进行了系统的总结，指出了其中的不足，并就今后的研究工作内容作了展望。

7.期刊论文 狄金海 单片机以太网嵌入式系统的实现方法 -浙江工贸职业技术学院学报2003,3(4)

随着INTERNET在中国的普及,针对INTERNET的各种技术也随之产生.目前,以太网协议已经广泛地应用在各种计算机网络,如办公局域网、工业控制网络、因特网等场合.基于以太网协议的各种设备也不断出现.本文介绍了用8位单片机采用以太网协议通过因特网传输数据的技术.

8.学位论文 石世光 基于以太网的电力谐波远程测控系统的设计 2005

论文首先分析了原有的电力谐波分析仪中的一个环节—远程测控系统，结合现代以太网技术，提出了新的解决方案，对如何利用现有资源—计算机网络来整合工业控制系统的数据传输具有重要的意义。论文的最终目的是：组建一个以电力谐波为中心，具有数据采集、数据分析处理、数据远程传输为一体的智能型谐波分析系统；同时，因为在系统软件设计过程中渗透了模块化的思想，因此，本系统软硬件都可很方便的根据实际情况进行功能配置。

文中，结合以太网、TCP/IP技术的原理，研究了它们在工业控制系统中存在的问题，提出了改进措施；基于公用电话网的远程测控系统是以前普遍采用的一个方法，针对以往系统中存在的开放性、互联性差以及带宽较低的问题，得出了利用单片机P89C52RD和以太网控制器RTL8019AS构建了基于以太网的电力谐波远程数据传输测控系统，对系统进行改进，同时可以实现将设备低层网和企业内部网乃至国际互联网无缝连接起来，为进一步解决此类问题提出了新思路和新方法，为后续研究提供了参考模型。

本文深入地研究了TCP/IP协议模型，得出了在单片机上只需实现ARP、PING、IP、UDP协议，根据以太网控制器RTL8019AS自身的特点，可以达到在计算机网络中传输的目的；剖析了以太网控制器RTL8019AS硬件本身的结构，给出了单片机与以太网控制器的接口，编写了初始化程序；最后，针对上位机远程数据接收的问题，分析了WinSocket接口原理，提出了采用目前流行的WinSocket接口来实现数据的接收。系统的结果基本达到了预定的设计指标，并证明了本文方法的正确性和可行性。

9.期刊论文 杜文雄.王钦若.潘永平 基于Freescale以太网单片机的智能灌溉系统通讯设计 -工业控制计算机2008,""(4)

针对目前灌溉系统多以串行总线控制为主,提出了一种以PC机为上位机,Freescale单片机为下位机而组建的分布式以太网智能灌溉系统.阐述了基于单片机的TCP/IP协议的实现,并给出了系统的组成.由中央监控计算机通过以太网控制各个现场测控终端,并且由内置的模糊自适应控制系统以及通过Internet获取的天气信息进行节水灌溉.

10.学位论文 关丽荣 单片机嵌入TCP/IP的研究与实现 2004

随着计算机技术与网络技术的发展和普及,以单片机为核心的小型嵌入式设备,已经在工业自动化、办公自动化和楼宇自动化等领域得到了日益广泛的应用.为了实现远程数据采集、远程监控等功能,网络化已成为新一代嵌入式系统发展的一个重要趋势.研究嵌入式系统与Internet的接入方法,具有重要的现实意义和经济价值.该文给出了一种基于8位单片机控制ISA总线网卡控制器实现上网的方案,单片机选用Philips公司P89C51RD2,以太网控制芯片选用Realtek公司10Mbps的RTL8019AS,硬件方面主要涉及以太网网络接口的设计,软件方面主要是设计网卡控制器驱动程序和TCP/IP协议.文中介绍了P89C51RD2单片机的主要特性,选择RTL8010AS网卡芯片的优势,给出了硬件接口电路,并对电路中涉及的主要外围器件的功能进行了说明.文中对网卡控制器的内部结构、主要引脚、以太网帧格式、收发数据包原理做了详细说明,描述了RTL8019AS的DMA操作,并给出了驱动程序实现的流程图.TCP/IP是一组协议集,内容庞大,考虑到8位单片机的自身资源,该文在详尽的介绍了TCP/IP协议及其报文格式后,对有些TCP/IP协议的功能进行了裁减,使之适应单片机上网的需要.文中给出了系统的工作流程以及TCP/IP各个子模块实现的流程图.该文研究了单片机上网问题,说明基于8位单片机控制的小型嵌入式设备联网是可行的,为将来实现远程数据采集、远程诊断、远程软件升级等提供了依据,实现成为可能.

本文链接：http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_wjfz200903035.aspx
授权使用：石家庄学院(sjzxy)，授权号：83fcec84-90c0-4439-a18d-9e3401446506
下载时间：2010年11月20日