

uIP TCP/IP 协议分析及其在嵌入式系统中的应用

伊文斌, 周贤娟, 鄢化彪, 韩树人, 刘生华

(江西理工大学 机电工程学院, 江西 赣州 341000)

摘 要:介绍了将 uIP 协议嵌入到一种增强型单片机 P89V51RD2 中, 实现将嵌入式系统接入网络中的应用。重点介绍了 uIP 的功能特性、体系结构和相关接口并借助于网卡芯片 RTL8019AS 实现单片机在 Internet 上的 Web Server。远端用户可以通过 Internet 浏览 Web Server 上的网页。

关键词:uIP 协议栈; RTL8019AS; 单片机; Web Server

中图分类号:TN915.04

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2007)09-0240-04

uIP TCP/IP Protocol Analysis and Its Application in Embedded System

YI Wen-bin, ZHOU Xian-juan, YAN Hua-biao, HAN Shu-ren, LIU Sheng-hua

(Sch. of Mechanical & Electrical Eng., Jiangxi Univ. of Sci. and Techn., Ganzhou 341000, China)

Abstract: Introduce that inserts the uIP into a kind of enhance embedded single-chip computer P89V51RD2, realize the application of embedded system access network. Focus on uIP's functional characteristic, architecture, application program interface and use RTL8019AS to realize single-chip computer on Internet's Web Server. The far-end user may browse Web Server through Internet.

Key words: stack - uIP; RTL8019AS; single-chip computer; Web Server

0 引言

网络技术的发展使越来越多的工业控制设备将网络接入功能作为其必备的特性之一。同样, 嵌入式系统的发展, 要求其应用能够支持网络功能, 为用户提供一个简易方便的可视化图形界面。当前 Web 浏览器已经成为用户的合理选择, 因此, 为了可以通过因特网通讯, 实现 Web Server 的功能, 一个可实现的 TCP/IP 协议是必需的。对于一个 32 位的嵌入式处理器组成的系统运行一个集成有 TCP/IP 协议栈的操作系统就可以方便地接入现有的网络中。但是对于 8/16 位的低端微处理器组成的系统, 由于其处理能力和资源的有限, 为保持代码大小和存储器使用量最小, 考虑节约硬件成本等因素, 通常不运行操作系统, 这就要求系统设计者根据需要选择合理的协议栈。uIP 是一个可实现的 TCP/IP 协议组件的一个重要部分, 它能够保持代码大小和存储器使用量最小, 能够方便地使用于 8/16 位低端微处理器构建的系统中。

文中主要描述了 uIP 的特性, 分析了 uIP 协议栈

的应用接口, 通过 RTL8019AS 以太网控制器芯片实现了单片机在 Internet 上的 Web Server。

1 网络接口控制模块的实现

1.1 系统结构

整个系统的设计是利用网卡控制器 (RTL8019AS) 将单片机接入网络, 具体结构如图 1 所示。

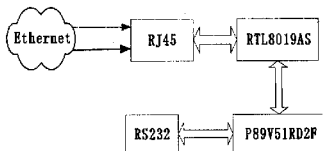


图 1 系统结构图

1.2 以太网控制器选择及其驱动的实现

1.2.1 网卡芯片概述及选择

网络接口芯片选用 RTL8019AS (台湾 REALTEK 公司), 它能够简单地解答即插即用 NE2000 兼容适配器, 全二重功能能够模拟传播和接收在双绞线到全二重以太网交换机, 避免了由于以太网频道争夺特性导致的读出多路存取协议的问题。该控制器的主要特点有:

(1) 支持以太网和 IEEE802.3 (10Base5, 10Base2,

收稿日期: 2006-11-28

基金项目: 教育部科学技术研究重点项目 (2006077); 江西省教育厅基金项目 (2006191)

作者简介: 伊文斌 (1978-), 男, 江西石城人, 硕士研究生, 研究方向为数据挖掘。

10BaseT),软件支持 8 位/16 位的 NE2000;

(2) 全双工,收发同时达到 10Mbps 的速度;

(3) 内置 16kB 的 SRAM,用于收发缓冲,降低对主处理器的速度要求,支持 8/16 位数据总线,8 个中断申请线以及 16 个 I/O 基地址选择为大资源提供了宽松的环境;

(4) 可以使用 8 位 ISA 总线,与 51 系列单片机的接口简单,不用转换芯片;

(5) 性价比高。

1.2.2 RTL8019AS 驱动的实现

网卡的驱动程序屏蔽了底层硬件的处理细节,为上层软件提供了一个与硬件无关的接口。RTL8019AS 的驱动程序将要发送的数据包按指定的格式写入芯片输入输出缓冲区中并启动发送命令^[1],这时 RTL8019AS 自动把数据包转换成物理帧格式在物理信道上传输,反之 RTL8019AS 收到物理信号之后将其还原成数据,按指定的格式输入输出缓冲区中供应用程序来取用。其驱动程序主要包括:网卡的初始化,数据的发送和接受函数。具体的实现由如下函数来完成相应的功能:

(1) void initRTL8019(void) //RTL8019AS 的初始化函数

(2) unsigned char RTL8019dev_poll(void) //网卡的接受函数

```

{
    unsigned int packetLength;
    packetLength = RTL8019beginPacketRetrieve();
    if( ! packetLength) //判断是否有数据
        return 0;
    if( packetLength > UIP_BUFSIZE)
    {
        RTL8019endPacketRetrieve();
        return 0;
    }
    RTL8019retrievePacketData(uiplib_buf, packetLength);
    RTL8019endPacketRetrieve();
    return packetLength;
}

```

(3) void RTL8019dev_send(void) //网卡发送函数

```

{
    RTL8019beginPacketSend(uiplib_len);
    if(uiplib_len <= TOTAL_HEADER_LENGTH)
    {
        RTL8019sendPacketData(uiplib_buf, uiplib_len);
    }
    else
    {
        uiplib_len -= TOTAL_HEADER_LENGTH;
        RTL8019sendPacketData(uiplib_buf, TOTAL_HEADER_LENGTH);
    }
}

```

```

RTL8019sendPacketData((unsigned char *) uiplib_appdata,
uiplib_len);
|
RTL8019endPacketSend();
}

```

2 uIP TCP/IP 协议分析

目前,市面上几乎所有的嵌入式 TCP/IP 协议栈都是根据 BSD 版的 TCP/IP 协议^[2]改写的。TCP/IP 协议在全球互联网上取得了巨大的成功,已成为全球网络通讯的标准。但是对于嵌入式系统,由于其资源有限,功能单一,针对性强,没有必要支持一个完整的 TCP/IP 协议组件,只需要实现与需求相关的部分协议。由瑞典计算机科学研究所 Adam Dunkels 开发的 uIP,去掉了全功能的 TCP/IP 协议栈中不常用的功能,保留了网络通讯所必要的协议机制,减少了协议代码量,降低了协议对系统资源的要求。uIP 是适用于 8/16 位微处理器嵌入式系统的一个可实现的极小的 TCP/IP 协议栈,它实现了 TCP/IP 协议集的四个基本的协议:ARP 地址解析、IP 网际互联协议、ICMP 网络控制报文协议和 TCP 传输协议。而且该协议由公开源代码的 C 语言编写,任何人都可以在网络上下载其源代码并对其进行修改,以适应于具体的系统。

2.1 uIP 0.6 体系结构

uIP 0.6 的体系结构如图 2 所示^[3]。uIP 处于网络通信的中间层,其上层协议称之为应用程序,下层硬件和其它固件称之为网络设备驱动。这样就屏蔽了下层硬件的处理细节,为上层应用提供一个统一的接口。在实际的应用中用户只要根据自己的需要编写相应的应用程序来实现具体的应用要求而不必过多地考虑硬件接口问题。为程序员提供了更多方便,使其将主要精力集中在高层应用程序的开发上。

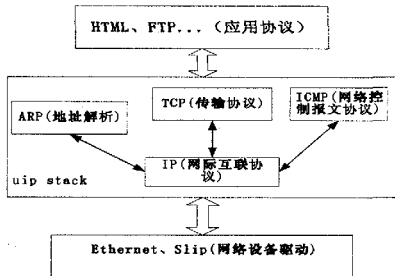


图 2 uIP 0.6 体系结构

2.2 协议栈接口

uIP 相当于一个代码库,通过一系列的函数实现

与底层硬件和高层应用程序的通讯,对于整个系统来说它内部的协议组是透明的,从而增加了协议的通用性。

uIP 协议栈与系统底层和高层应用之间的关系如图 3 所示。

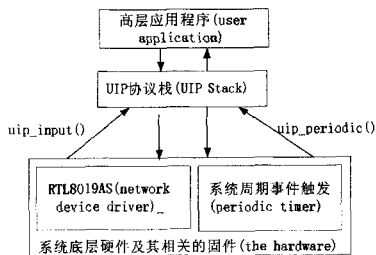


图 3 uIP 协议栈与高层应用和底层硬件的关系

uIP 提供了三个函数到系统底层^[3],即 uip_init(), uip_input() 和 uip_periodic(),同时还提供了许多函数与堆栈交互。需要注意的是 uIP 提供的大部分函数是作为 C 的宏命令实现的,主要是为了速度、代码大小、效率和堆栈的使用。表 1 列出了 uIP 提供的所有函数^[4]。

表 1 uIP 提供的所有函数

系统接口	功能	其它
uip_init()		
uip_input()	初始化 uIP	uip_mss()
uip_periodic()	处理输入包 处理对周期事件	uip_ipaddr() lwipc(), lwipb() 在主机和网络之间转换 字节次序
应用程序的接口		测试函数
uip_listen()	开始监听端口	uip_newdata()
uip_connect()	连接到远程主机	uip_acked()
uip_send()	在当前连接发送数据	uip_connected()
uip_datalen()	输入数据的大小	uip_close()
uip_close()	关闭当前连接	uip_abort()
uip_abort()	中止当前连接	uip_timeout()
uip_stop()	停止当前连接	uip_retransmit()
uip_stopper()	查找连接是否停止	uip_poll()
uip_restart()	重新启动当前连接	

2.2.1 uIP 设备驱动接口

当设备驱动放一个输入包到包缓存里(uip buf),系统将调用 uip_input() 函数,函数将会处理这个包和需要时调用应用程序。当 uip_input() 返回,一个输出包放在包缓存里。包的大小由全局变量 uip_len 约束。如果 uip_len 是 0,则说明没有包要发送。

2.2.2 uIP 周期计时接口

周期计时是用于驱动所有的 uIP 内部时钟事件。当周期计时激发,每一个 TCP 连接应该调用 uIP 函数 uip_periodic()。连接编号传递的是作为自变量给 uip_periodic() 函数的。类似于 uip_input() 函数,当 uip_periodic() 函数返回,输出的 IP 包要放到包缓存里。下面的代码为调用 uip_periodic() 函数和监视输出包的代码实现:

```

for(i=0; i< uip_conns; ++i)
{
    Uip periodic(i);
    If(uip_len > 0)
        RTL8019dev_send(); //网络驱动,将 uip buf 数组的目录发出到网上
}
  
```

2.2.3 uIP 协议栈与应用程序的接口

应用程序作为单独的模块由用户实现,uIP 协议栈提供一系列接口函数供用户程序调用。用户需要将应用层入口程序作为接口提供给 uIP 协议栈^[3],定义为宏 UIP_APPCALL()。uIP 在接受到底层传来的数据包后,若需要送到上层应用程序处理,它就调用 UIP_APPCALL()。uIP 提供给应用程序的接口函数如表 1 中的描述。

2.3 uIP 的配置

uIP 的设置在上位机头文件中。在该文件中,用户根据具体的实际条件设置 UIP_IPADDR: The ip address of this uip node; UIP_NETMASK: The netmask; UIP_DRIPADDR: Ip address of the default router; UIP_ETHADDR: The Ethernet address 等以及同时发生连接的最大值(UIP_CONNS),在具体的应用中可以参考相应的文档。

3 uIP 协议栈的应用

uIP 协议栈是以函数库的形式提供的,本身不提供底层网络驱动和上层应用程序。为了实现 Web Server,在具体实现过程中应用软件必须完成基于 HTTP 协议的服务器,服务器首先监听 80 端口,一旦有客户端请求连接,uIP 内部将给它分配一个连接项,接着等待到客户端浏览器发出的“GET”请求后,将客户端所需要的信息等生成新的网页发送给客户端。如果用户关闭了浏览器,uIP 也会自动检测这一事件,释放此连接。同时数据是按 HTTP 协议进行传送的,当客户端发出请求服务器响应请求,把指定的页面送出来,用户就可以看到页面。为了适应客户端标准 IE 浏览器的要求,Web 页面采用 HTML 格式。网络客户端只要

输入相应的网址或 IP 就可以进入服务器提供的网页,软件的具体实现框图如图 4 所示。

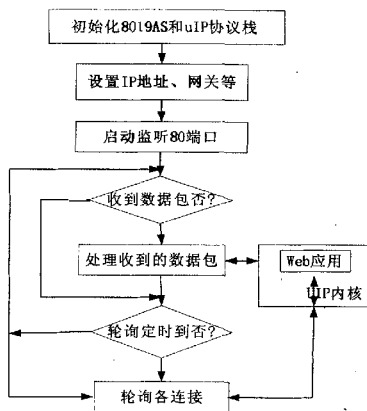


图4 软件具体实现框图

(上接第236页)

Services[EB/OL]. IBM, version 1.1, 2nd public draft release. 2003-05. www.ibm.com/developerworks/webservices/library/.

- [6] BPEL4WS: Business Process Execution Language for Web Services (version 1) [EB/OL]. 2003-05-01. Http://www-106.ibm.com/developerworks/web services/h2brary/ws-bpel/2003.

(上接第239页)

因此对传热问题的研究是生产技术中值得关注的问题,在整个工艺流程中起重大作用。温度场的分布是传热学的主要研究对象。文中是对二维稳态传热问题的分析,其在工程实际中非常普遍,有重要研究意义。

对于复杂几何形状的物体和非线性边界条件下的温度场求解而言,分析解法显得无能为力;相比之下,由于现代计算机技术的发展,建立在有限元基础上的数值计算是十分有效和足够准确的。S.V. Patankar 和 D.B. Spalding 提出的 SIMPLE 算法是工程技术领域求解传热和流体流动问题最重要的方法。

在程序开发方面 VC 具有独特优势,在数值计算方面 Matlab 有着强大能力,因此选择结合 VC 和 Matlab 的优点编写 SIMPLE 算法,程序流程如图 2 所示。

文中对一个二维稳态传热问题做了计算仿真,描述了指定计算域一定温度范围内的热量传输情形,内部温度场的分布直观明了,对于传热和流体流动其它

4 结束语

采用 uIP 嵌入式 TCP/IP 协议栈实现单片机上的 Web Server 功能,有着广泛的应用前景,可以用于实现远程水位^[5]、温度等的控制系统中。为用户提供方便,同时该协议由公开源代码的 C 语言编写,任何人都可以在网络上下载其源码,是将嵌入式系统接入网络的有效途径。

参考文献:

- [1] 温阳东,何 彦,邓 簪.基于 RTL8019AS 的以太网接口单元研究[J].仪器仪表用户,2006(3):83-85.
- [2] 周明天,汪文勇. TCP/IP 网络原理与技术[M].北京:清华大学出版社,1999.
- [3] Dunkels A. uIP - A Free Small TCP/IP Stack[EB/OL]. 2002-01-15. http://www.sics.se/adam/uip.
- [4] 孙 林,钱 峰,将 青. TCP/IP 协议在嵌入式操作系统 UCOS-II 中的实现[J]. 山西电子技术,2006(3):31-33.
- [5] 张鹤慧,陈泉林. 源码公开的 TCP/IP 协议在远程监测中的应用[J]. 应用天地,2004(11):61-64.
- [7] BPEL4WS Consortium. Business Process Execution Language for Web Services[R]. USA:IBM,2003.
- [8] Valetto G, Kaiser G. Using Process Technology to Control and Coordinate Software Adaptation[M]. Portland:ICSE,2003.
- [9] 李玉玲,苑津莎,张卫华. 基于 Web 服务和工作流的业扩报装系统研究[J]. 电力科学与工程,2006(2):51-54.
- [10] BPEL4J. [EB/OL]. 2003-05-01. http://www.alpha-works.ibm.com/tech/bpws4j.

问题的计算机仿真也有指导意义。

参考文献:

- [1] Patankar S V, Spalding D B. A calculation procedure for heat, mass, and momentum transfer in three-dimensional flows[J]. Int J Heat Mass Transfer, 1972, 15:1787-1806.
- [2] Hahne E, Grigull U. Formfaktor und Formwiderstand der stationären ehrdmen - sionalen Wärmeleitung[J]. Int J of Heat and Mass Transfer, 1975, 18(6): 751-767.
- [3] Logan D L. A First Course in the Finite Element Method [M]. third edition. [s. l.]:Thomson Learning,2002.
- [4] 孔祥谦.有限单元法在传热学中的应用[M].北京:科学出版社,1986.
- [5] Bloesch E, Shyy W, Smith R. The role of mass conversation in pressure-based algorithms[J]. Numerical Heat Transfer, 1993, 24:415-429.
- [6] 谢佩军,计天明,张 力. VC++ 与 MATLAB 混合编程的探讨[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(2):128-130.