

互联网智能终端虚拟外设接入方法

汪国有, 陈德军

(华中科技大学 图像信息处理与智能控制教育部重点实验室, 湖北 武汉 430074)

摘要: 阐述了嵌入式系统现有的三种互联网接入方案, 并在分析和比较各种接入方式的优缺点后, 重点介绍了一种新的基于 IP2022 虚拟外设的 TCP/IP 智能终端接入技术方案、设计步骤和具有以太网接口的指纹识别智能模块应用实例。实际应用表明: 该方案实现可行、设计简单、成本低廉, 而且应用软件设计方便。

关键词: TCP/IP 协议; 互联网接入; 智能终端

中图分类号: TP393.03 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2276(2005)01-0122-05

Connection methods of virtual peripheral-based Internet intelligent terminals

WANG Guo-you, CHEN De-jun

(Key Laboratory of Education Ministry for Image Processing and Intelligent Control, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China)

Abstract: This paper clarifies three methods of Internet connection of the existing embedded systems. After analysis and comparisons of their advantages and disadvantages, a new method for virtual TCP/IP peripheral-based Internet connection of intelligent terminals is discussed and applied to our fingerprint identification module. Experimental result shows that this method is easy and feasible to design application software.

Key words: TCP/IP protocol; Internet connection; Intelligent terminal

0 引言

进入网络时代, 智能终端不仅以 PC 的形式出现, 而且也会以智能系统方式出现, 如联网的蜂窝移动电话、掌上电脑、汽车电子、安防系统、无人售货机、电表、游戏机和空调等, 如何让这些电子设备跟 Internet

连接起来, 以便使人们能够远程获得这些电子设备的信息并控制其运行, 已成为今天信息界同仁关注的焦点, 这些智能系统将搭上 Internet 的快车并逐步取代传统的以 PC 为中心的应用。因此, 以现有的智能终端互联网接入技术为背景, 阐述了智能终端互联网接入的一些关键技术, 以实现智能系统的低成本互联网接入。

收稿日期: 2004-02-12; 修订日期: 2004-04-13

作者简介: 汪国有 (1965-), 男, 安徽休宁县人, 教授, 主要从事图像建模与匹配制导、计算机视觉、目标检测和虚拟仪器等方面的教学和研究工作, 获国家教委科技进步一、二等奖多次, 在国内外发表论 60 余篇。

1 互联网接入基本原理和数据传输媒介

Internet 是全球最大的、开放的、由众多网络互连而成的巨型计算机互连网,它采用的 TCP/IP 协议是实现互连网络连接性和互操作性的关键。TCP/IP 协议是一种分层模型,由基于硬件层次上的四个概念性层次构成,即应用层、传输层、IP 层和网络接口层。其工作原理如下,它表示了两台主机上的应用程序之间传送报文的过程^[1]:

(1) 应用层 在最高层,用户调用应用程序来访问 TCP/IP 互连网络提供的多种服务。应用程序负责发送和接收数据。每个应用程序选择所需的传送服务类型,可以是独立的报文序列,或者是连续的字节流。应用程序将数据按要求的格式传送给传输层。

(2) 传输层 传输层的基本任务是为应用层间提供通信,即端到端的通信。传输层将要传送的数据流划分成组后连同目的地址传送到下一层,并确保数据无差错地按序到达,以提供一个可靠的、面向连接的端到端的运输服务。

(3) IP 层 IP 层处理机器之间的通信。它接受来自传输层的请求,并将带有目的地址的分组封装到数据包中,并使用路由算法以决定是直接传送到目的主机还是传给路由器,然后把数据包送至相应的网络接口发送出去。IP 层还要处理接收到的数据包,检验其正确性,并决定是由本地接收还是路由至相应的目的站。

(4) 网络接口层也称数据链路层,这是 TCP/IP 的最底层。该层负责接收 IP 数据包并发送至选定的网络。网络接口层包括一个设备驱动器,也可能是一个复杂的具有数据链协议的子系统。

其中 IP 协议是 TCP/IP 协议族中最为核心的协议。Internet 所有的数据都以 IP 数据包格式传输。IP 协议的特点是提供不可靠的和无连接的数据包传送服务,因此,要实现数据的可靠传送,必须依靠传输层的协议进行差错控制,TCP/IP 互连网络体系结构在传输层提供了两个主要协议:传输控制协议和用户数据包协议。

(1) 传输控制协议(TCP) 提供了一种可靠的数据流服务,可以自动纠正各种差错,实现数据的可靠

传输。

(2) 用户数据包协议(UDP) 是对 IP 协议组的扩充,只在 IP 的数据包上增加了很少的一点功能,即端口的功能,发送方用端口可以区分一台计算机上的多个接收者,使得两个用户进程间的数据传递成为可能。由于 UDP 是靠 IP 协议传送报文,因而它的服务和 IP 一样,是不可靠的。

嵌入式系统一般通过 RS232、SPI、I²C、USB 等串行接口与外部进行通信。由于这些串行通信数据传输距离比较短,很难实现远程控制。为了实现远程控制,最好的方案是把这些智能终端接入互联网,利用现有的通信网络传输信息,实现远程控制。这样,在世界的任何角落,都能访问到终端。因此,接入互联网需要解决的问题是如何将这些串口通信协议转换成互联网通信协议。

2 嵌入式系统互联网接入方式的比较

如何利用单片机本身的有限资源对信息进行加工与处理,使之成为在 Internet 上传输的 IP 数据包,对大部分智能系统设计人员来说,由于他们对 Internet 协议和相关协议不太了解,开发面向 Internet 的应用程序是一项艰难复杂的任务。因此,如何在有限的计算和存储资源下解决这个问题也引起了很多微控制器厂商的关注。综合业界各种解决方案,可以归纳为以下四种:

(1) 利用 PC 网关和专用网技术。采用专用网络(如 RS232,RS485,CAN-Bus 等)把一小批智能设备连接在一起,然后再将专用网络连接到一台 PC 上。这台 PC 起网关的作用,将专用网络上的信息转换为 IP 数据包,发到互联网上实现信息共享。该方案的优点是可以连接多种单片机,由于它依赖 PC 机作为网关进行协议转换,当多个单片机系统分散分布时,专用网络布线极为不便,而且需要在 PC 机上安装专门的协议转换软件,而这些软件通常是由第三方软件商提供,费用较高。其代表性的解决方案如图 1 所示。

(2) 利用 32 位 MCU 和 RTOS (实时操作系统) 技术。采用 32 位高档单片机,在 RTOS 的平台上进行软件开发,在嵌入式系统中实现 TCP/IP 的协议。由于采用高档单片机,使该方案可以完成很多复杂的功

能。但是高档单片机价格较高,开发周期较长,而且还要购买昂贵的 RTOS 开发软件,对开发人员的开发能力要求较高。

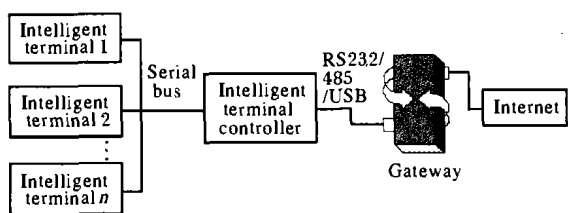


图 1 PC 网关和专用网

Fig.1 PC gateway and specific network

(3) 利用 emWare 公司开发的 EMIT 技术。根据 emWare 公司的电子设备网络协议,在应用系统的单片机内部使用 emNet 协议,再通过 emGateway 与 Internet 网连接。该方案由于复杂的网络协议是通过 emGateway 在 PC 机上实现的,应用系统 MCU 只使用较简单的 emNet 协议,因此,对 MCU 的要求较低。但应用系统设计工程师必须熟悉 emNet 协议和相关的接口,原来客户应用系统的 MCU 也不一定符合要求,并且软硬件设计的工作量仍然较大。同时,应用系统的单片机处理 emNet 协议要占用一定的系统资源。其典型的方案如图 2 所示。

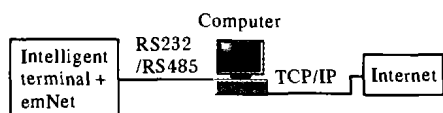


图 2 EMIT 技术

Fig.2 EMIT technology

武汉力源公司在 EMIT 技术基础上研制出了自己的产品,如 Webchip 网络接口系列芯片,它是由 MCU 应用系统通过 Webchip 芯片与 PC 网关连接,通过 PC 实现 Internet 接入。使用这种方案,智能系统设计工程师完全不必考虑任何网络协议,只需要解释并执行 Webchip 芯片传送的指令和数据就可以实现与 Internet 连接。当需要将电子设备与 Internet 连接时,选用 Webchip 芯片可以节省 MCU 的资源,使设计更加简单^[2]。但是,这种方案还是需要 PC 作网关,通过 PC 实现互联网接入。这款芯片的典型的应用方案如图 3 所示。

(4) 美国 UBICOM 公司提出了基于 MCU 和虚拟软件包的方案^[3,4],其代表性的产品是 SX、IP2K 系列 8

位超高速单片机。图 4 为 IP2K 系列单片机 IP2022 实现互联网接入的应用原理性方案。

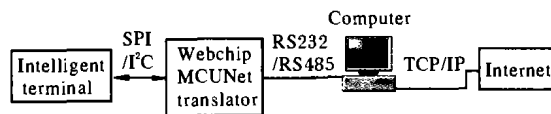


图 3 Webchip 芯片

Fig.3 Webchip chip

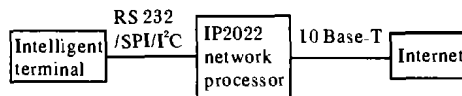


图 4 MCU 和软件包

Fig.4 MCU and software package

IP2022 处理器是一款 RISC 指令单片机。在 4.5 MHz 晶振驱动下,利用其内部的锁相环(PLL)电路,CPU 工作频率可达到 120 MHz。其大部分指令都是单时钟周期,指令执行速度可达 120 MIPS,因此,它通过软件对 I/O 口进行灵活的配置,并执行相应的软件模块驱动普通的 I/O 口来模拟外设,实现虚拟外设功能。该方案包含了 ipUart、ipEthernet、ipStack 三个软件模块,分别实现通用异步收发机(UART)、以太网驱动器外设和 TCP/IP 网络协议栈功能,从而为智能终端互联网接入提供了一个软硬件平台。

该方案的特点是用软件模块实现硬件接口功能,在需要时才对软件进行加载,有利于系统资源的充分利用,与传统硬件实现相比,可提供更大的灵活性。使用这种方案接入互联网,可以大幅度地缩短开发周期并降低开发成本。

3 智能终端互联网接入应用的设计与实现

3.1 IP2022 互联网接入平台^[3-6]

IP2022 的软件模块 ipEthernet 依照 IEEE802.3 标准提供了以太网 MAC 子层功能并支持 10Base-T。IP2022 的内部结构如图 5 所示。利用 ipEthernet 实现以太网功能的步骤为:

- (1) 利用配置工具增加 ipEthernet 以太网软件模块;
- (2) 调用软件包 ipEthernet 中的函数 ip2k_eth_instance_alloc()产生虚拟外设以太网驱动器;

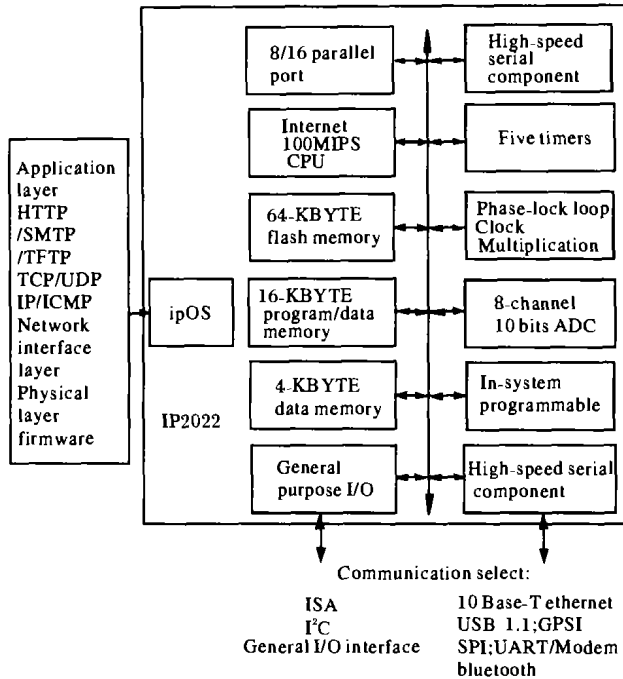


图 5 IP2022 内部框图

Fig.5 Internal diagram of IP2022

(3) 由中断服务程序 (ISR) 完成数据的发送和接收, 并负责建立、维持和释放数据链路层的连接;

(4) 循环调用函数 `ip2k_eth_poll()` 处理接收到的数据包, 并将从上层传下来的待发送数据排队。

`ipEthernet` 模块对接收到的以太网帧进行处理, 提取 IP 数据包, 交给软件模块 `ipStack` 处理。

`ipStack` 提供了 `ipv4` 核的网络服务, 提供了许多 RFC 中描述的协议, 包括: IP、ICMP、UDP、TCP、DHCP、ARP 和 SLIP 协议, 这些协议的关系以及与其他软件模块之间的结合方式如图 6 所示, 其中 `ipOS` 为操作系统软件模块, 提供存储器、定时和中断等管理, `ipWeb` 软件模块提供 Web 服务功能。利用配置工具加载 `ipStack` 软件模块后, 芯片支持 IP、UDP、TCP、DHCP、ARP、SLIP 等协议。

`ipUart` 软件模块提供了异步串口通信功能, 系统加载 `ipUart` 软件模块后, 芯片具备了异步收发 (UART) 能力, 能够支持串口通信, 其实现步骤为:

(1) 利用配置工具加载 `ipUart` 软件模块;

(2) 在程序中调用 `ipUart` 软件模块中的函数 `uart_vp_instance_alloc()` 产生一个虚拟外设 UART;

(3) 在中断服务程序 (ISR) 中将端口数据转移到接收缓冲器, 将发送缓冲器中的数据逐位从定义的发

送引脚输出;

(4) 调用 `uart_listen()` 函数查询是否有数据接收或发送。如果接收缓冲器有数据待接收, 调用函数 `uart_recv()` 取出缓冲器中的数据; 如果用户有数据待发送, 调用函数 `uart_send()` 将待发送数据放到发送缓冲器, 通过 ISR 发送出去。

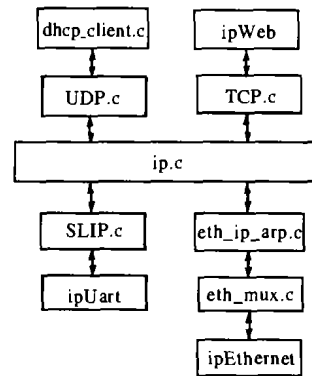


图 6 ipStack 结构框图

Fig.6 ipStack structure diagram

3.2 应用系统软件设计

在系统加载 `ipOS`、`ipUart`、`ipStack` 和 `ipEthernet` 软件模块后, 芯片具备了互联网接入和串口通信功能, 为串口到互联网通信协议转换提供了外部接口。

为了将从串口接收到的数据流转化为以太网数据帧发送出去, 首先申请 TCP 发送缓冲区和定义每一次 TCP 发送数据分组的大小、TCP 组包时间, 然后, 将从串口接收到的数据存放于 TCP 发送缓冲区进行组包, 并启动计数器对接收到的数据个数进行计数。当从串口接收到的数据达到 TCP 发送数据分组的大小或者 TCP 组包时间已到时, 调用 TCP 发送函数 `tcp_send_netbuf()` 对所组的包在已建立的套接字上进行发送。

为了将从以太网接收到的数据帧通过串口发送出去, 首先申请串口发送缓冲区, 将从以太网接收到的帧经过网络层和传输层解包, 提取数据帧中包含的信息, 并将其放到串口发送缓冲区, 利用串口中断服务程序 (ISR) 进行发送。

3.3 智能终端互联网接入应用实例

利用这种方案研制了指纹门禁考勤系统, 其框图如图 7 所示。系统包括指纹模块和网络接入模块两个部分。其中指纹模块支持 RS232 和 USB 接口, 能从串口接收控制命令, 自动完成指纹采集、特征点提取、指

纹比对并将比对结果通过串口输出;基于 IP2022 网络处理器的网络接入模块,能够通过 HUB 等网络设

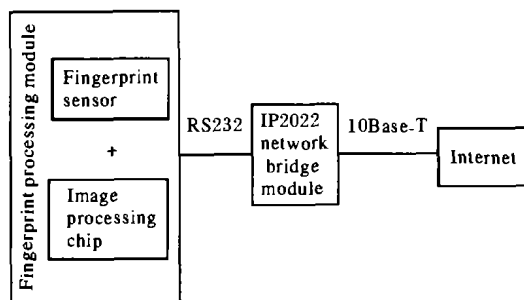


图 7 指纹考勤系统

Fig.7 Fingerprint time attendance

备接入以太网,当从以太网口接收到远程计算机命令时,将命令解包转化为串口数据流,通过 RS232 串口发给指纹处理模块;当从串口接收到指纹模块的处理结果时,将其转化为以太网数据帧,通过以太网传到互联网上的后台计算机,由后台 PC 上的应用程序对结果进行处理,实现远程信息传输和智能终端控制。

实际应用表明:该方案可行、设计简单、成本低廉,而且能避免在嵌入式处理器上进行数据库分析与管理,给复杂应用软件的开发带来了极大的方便。

参考文献:

- [1] 谢希仁.计算机网络[M].大连:大连理工大学出版社,1996.
- [2] 梨明.精选实用电子设计 100 例:Webchip 智能 Internet 网络接口芯片及其应用[M].北京:电子产品世界杂志社出版,2000.89-99.
- [3] Ubicom, Inc.IP2022 Internet Processor User's Manual[M].CA: Mountain View, 2002.
- [4] Ubicom, Inc.IP2022 Datasheet[M].CA:Mountain View,2002.
- [5] Ubicom, Inc.IP2022 Internet Processor Universal Device Networking Kit User's Guide[M].CA:Mountain View,2002.
- [6] Ubicom, Inc.IP2022 Internet Processor Connectivity Kit User's Guide[M].CA:Mountain View,2002.

(上接第 117 页)

随着信噪比的增加,两者的差值也在增加。由此可见,对数正态分布信道下的发射器选择也是可行的,尽管其性能稍逊于瑞利信道。相同信噪比条件下,两种信道误码率差别很小。

5 结论

提出了将最优选择发射分集技术应用于存在湍流的大气光通信系统中。要选择出最优的信道,可以在进行通信前先通过信标光进行发射,接收端通过处理后选择出信噪比高的反馈给发射端,最后决定由哪几路进行本次通信,即在进行数据传输前先通过一个预处理过程。具体的实现还有待进一步研究。

文中分析了最优选择发射分集方法的信噪比和误码率性能。数值分析的结果表明,多发射多接收器的最优选择可以在简化系统组成的同时,获得分集增益,但是比在瑞利信道条件下应用效果略差。

参考文献:

- [1] 王海先.大气中激光通信技术[J].红外与激光工程,2001,30(2): 123-127.
- [2] Lbrahim M M, Lbrahim A M. Performance analysis of optical receivers with space diversity reception[J].IEE Proc Comm,1996, 143(6): 369-372.
- [3] Joseph M Kahn, John R Barry. Wireless infrared communications [J].Proceedings of the IEEE,1997,85(2): 265-298.
- [4] Zhu Xiaoming, Joseph M Kahn. Free-space optical communication through atmospheric turbulence channels[J].IEEE Transactions on Communications,2002,50(8):1293-1299.
- [5] Dhanajay A Gore, Arogyaswami J Paulraj. MIMO antenna subset selection with space-time coding[J]. IEEE Trans Comm,2002, 50(10):2580-2587.
- [6] [美]欣克利 E D.大气激光检测[M].北京:科学出版社,1984.