

分布式探测节点组网通信系统的设计

朱晓菲, 朱胜利, 薛安克 *

(杭州电子科技大学 信息与控制研究所, 浙江 杭州 310018)

摘要:针对分布式无源探测系统中各探测节点组网灵活性、智能化和适应各种地理环境的要求,设计了相应的整套通信系统。该系统包括集 GPRS、CDMA 和 Ethernet 3 种网络功能于一体的通信终端,通信终端以 LPC2214 微控制器为核心,通信单元包括 GPRS 模块 MC55、CDMA 模块 EM200 和以太网芯片 W5100。该系统还引入中间服务器作为 TCP 服务器,实现了作为 TCP 客户端的通信终端间的数据交换。样机试验结果表明,该系统使用简便,工作稳定可靠。

关键词:多网络;通信终端;中间服务器

中图分类号:TP393;TH762

文献标志码:A

文章编号:1001-4551(2011)11-1374-03

Design of distributed detecting node network communication system

ZHU Xiao-fei, ZHU Sheng-li, XUE An-ke

(Institute of Information and Control, Hangzhou Dianzi University, Hangzhou 310018, China)

Abstract:In order to meet the requirement of the detecting node networking in distributed passive detection system, a communication system was designed. The system included the terminal which combines GPRS, CDMA and Ethernet functions in one set, microcontroller LPC2214 was used as the core of the terminal, other units like MC55, EM200 and W5100 were used as the communication module. In addition, the intermediate server was introduced to realize the transceiver communication among different terminals. The test results of the prototype show that the system works steadily and reliably, and is easy to use.

Key words: multi-networks; communication terminal; intermediate server

0 引言

由于电子干扰与反干扰、电子侦察与反侦察的不断发展,传统的有源探测手段面临一系列新的困难和威胁,而采用信息融合的分布式无源探测系统则展现出日益显著的应用前景。分布式无源探测信息融合系统是对多个无源探测节点进行分布组网,通过一定的传输手段将各探测节点的探测信息传输到统一的信息处理中心,以信息融合的方式实现对目标的识别、定位和跟踪。

本研究针对该课题中通信传输部分,根据多探测站组网的灵巧、智能化和可任意配置于各种地理环境的要求,充分利用现有可用网络,将有线网(Ethernet)和无线网(GPRS/CDMA)一起整合到通信终端上,设计一套由

通信终端和中间服务器组成的分布式网络系统。

1 无源探测系统基本结构

整个分布式无源探测系统示意图如图 1 所示,其中网络单元包括通信终端中的发送端和接收端,以及

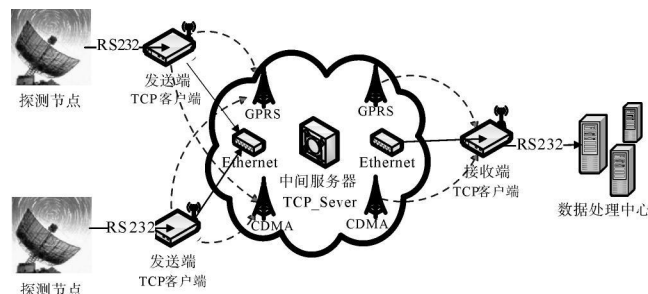


图 1 分布式无源探测系统示意图

收稿日期:2011-05-16

作者简介:朱晓菲(1984-),男,江苏南通人,主要从事信息融合方面的研究. E-mail: zfxzfx@gmail.com

通信联系人:薛安克,男,教授,博士生导师. Email: akxue@hdu.edu.cn

提供收发端数据交换的中间服务器。探测站(如雷达)将接收到的目标相关数据经 RS232 接口送至发送端,发送端可任选 Ethernet、GPRS 和 CDMA 这 3 种网络制式之一,将数据传递给接收端,接收端经 RS232 口将数据送至信息处理中心,供其作进一步融合处理。因所采用的 TCP 协议不支持作为 TCP 客户端的收发端间直接通信,需要以中间服务器作为 TCP 服务器间接地实现客户端间的通信。

2 通信终端的硬件结构

通信终端是整个分布式探测网络的基本单元,分为发送端和接收端,收发端两者的硬件结构相同,对外接口包括一组 RS232 接口、一组网口和用于无线通信的 CDMA 和 GPRS 天线各一组。发送端的 RS232 口与探测站相连,其他接口用于对外网络通信。接收端的 RS232 口与数据融合中心相连,其他接口接收来自网络的数据。

通信终端硬件结构如图 2 所示,可大致分为微控制器、网络通信单元及其他辅助单元。微控制器(MCU)采用 LPC2214,并外扩 SRAM 和 FLASH。网络通信单元采用了内嵌 TCP/IP 协议栈的 GPRS 模块 MC55^[1],CDMA 模块 EM200 和同样内嵌协议栈的 Ethernet 芯片 W5100^[2],其中 MC55 和 EM200 模块均通过串口与 MCU 连接,Ethernet 芯片 W5100 经 MCU 的外部存储器接口与 LPC2214 相连。由于 EM200 和 MC55 各自要占用一组串口,且收发终端对外通信的 RS232 接口也要占用一组串口,如此便需要 3 组串口,而 LPC2214 自身只有两组串口^[3],因此需另行扩展一组串口。这里选择具备 64 Bytes FIFO 缓冲的并转串芯片 TL16C752B 来扩展串口^[4],TL16C752B 接在 MCU 外部存储器接口上。需要注意的是该芯片虽然符合 8080 总线接口,但与 LPC2214 的读写时序并不完全匹配,因此中间需经过一片 CPLD 作时序匹配处理。

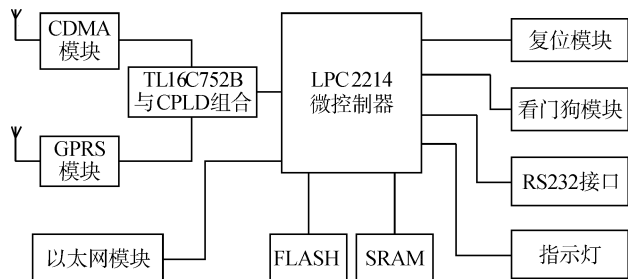


图 2 收发端硬件结构框图

在实际制作中,为便于故障查找和降低整体布线复杂程度,GPRS、CDMA 和以太网 3 种通信单元均以模块板形式单独制作,最后通过接插座加载在主板上。

3 软件架构

3.1 收发端的软件设计

收发端的软件编写中引入了实时操作系统(RTOS)- μ C/OS-II,这样就可以把一个复杂的应用分割成不同优先级的进程,利用 RTOS 内核调度机制,使 MCU 在多个进程之间切换执行,从某种程度上降低了软件编写的复杂度^[5]。

根据通信终端所具备的 3 种网络功能,软件设计时可分为 6 种模式,分别是:对应发送端的以太网、CDMA 和 GPRS 发送模式,以及对应接收端的以太网、CDMA 和 GPRS 接收模式。以下以发送端的以太网发送模式和接收端的 CDMA 接收模式为例进行说明。

以太网发送模式中发送端在接收探测站数据的同时将数据经以太网发送出去。发送端的操作可以分解为两个进程,高优先级的进程 1 负责与探测站相连 RS232 接口的数据接收,并将收到的数据压入 RAM 中开辟的缓冲区。低优先级的进程 2 负责检测缓冲区中的数据,若有数据则将其交给以太网芯片打包发送。

CDMA 接收模式中接收操作可分成 3 个进程如图 3 所示,高优先级的进程 1 负责接收 CDMA 网络的数据包,中等优先级的进程 2 负责从收到的数据包中解析有效数据并将其送入 RS232 口发送缓冲区,低优先级的进程 3 查询 RS232 口发送缓冲区是否有有效数据,若有则启动发送。

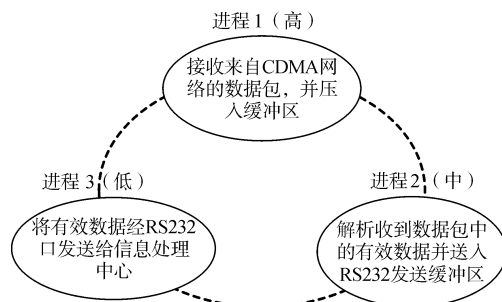


图 3 CDMA 接收进程分配示意图

使用者可在现场根据需要对 3 种发送模式和 3 种接收模式进行设置,通信终端会在 RTOS 的启动过程中读取使用者的设定,进而切换到相应模式启动对应进程即可。在实际应用中,为保证网络可靠地运作,3 种网络的通信协议均选择了面向连接的 TCP 协议。而 TCP 协议在使用中要求通信中必须有一方作为 TCP 服务器端^[6],但由于网络运营商和通信模块本身的限制,收发端都往往只能以 TCP 客户端模式工作。例如此处选用的 CDMA 模块 EM200 只支持 TCP 客户端模式^[7],再如工作于运营商内网的 GPRS 模块,虽然模块本身支持 TCP 服务器模式,但由于运营商的限

制,导致其不能作为 TCP 服务器建立有效链接。

3.2 中间服务器软件设计

鉴于运营商所提供的接入环境和通信模块本身的限制,收发端应都设置为 TCP 协议的客户端,但 TCP 协议并不支持客户端间的直接通信,解决该问题的方法是在公网上建立一个 TCP 服务器作为客户端之间数据交换的中转平台。

图 1 中作为接收和发送的通信终端都作为 TCP 协议的客户端,向服务器 TCP_Server 主动发起链接请求,当收发端所对应的客户端都与服务器建立链接后,服务器 TCP_Server 作为中间方接收一个或多个发送端链接的数据并立即经接收端链接发送出去,间接地实现接收端和发送端之间的通信。中间服务器数据交换软件流程图如图 4 所示。

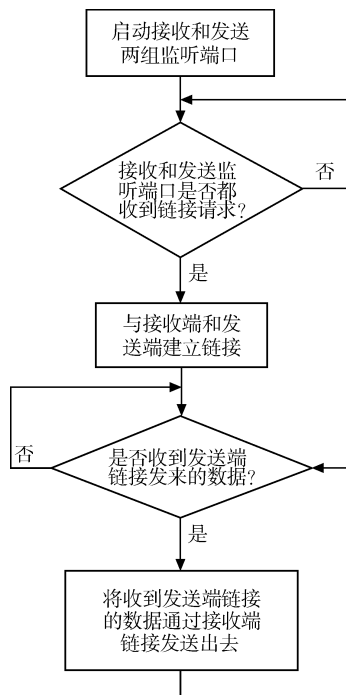


图 4 TCP 服务器端数据交换软件流程图

本研究通过引入中间服务器还可以使通信终端根据当前网络状况智能选择接入的网络,同样在某些不确定的环境下利用这种智能选择功能还可以判断出目前的可用网络。其原理是在每次通信前,客户端建立与服务器的测试链接,通过多轮数据包的收发操作,计算出在每种网络下所建测试链接的网络延迟及误码率,最后比较 3 种网络的时延和误码率,取其中最小的一组作为接下来正式通信时的首选网络。

4 功能验证

以下测试以位于 GPRS 网络的发送端和处于 CDMA 网络的接收端为对象,验证通信终端的收发情况以及中间服务器端软件运行状况。发送端通过串口

连接至 PC,利用 PC 来模拟探测节点,同样接收端也经串口接至另一台 PC,该 PC 模拟数据融合处理中心。此外本研究在一台接入公网的 PC 上运行服务器端数据交换软件,依此模拟中间服务器的工作环境。

4.1 收发端模拟测试

在 PC 上运行的模拟接收端的软件界面如图 5 所示,在发送端的 PC 上测试软件模拟探测节点的发送,接收端 PC 测试软件模拟信息处理中心的接收。测试内容为发送测试软件循环发送一组数据包(0~99 共 100 个字节),每次发送后记录数据包发送时间(以 s 为单位),而接收测试软件则记录每个数据包的接收时间,并显示收到的数据包。接收端(其界面如图 5 所示)无丢失地收到每组测试数据包,说明收发端运行正常。

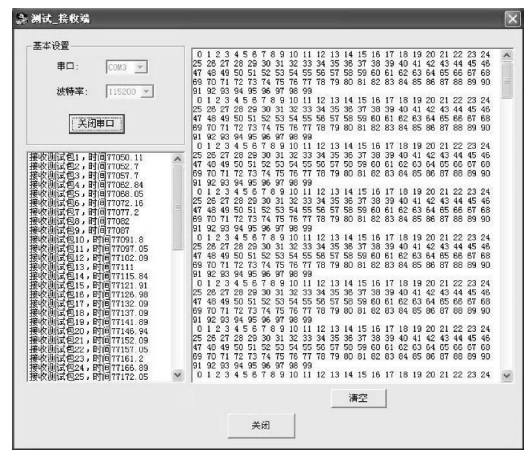


图 5 接收测试软件界面

4.2 服务器端软件测试

本研究利用 WinSock 组件编写的服务器端软件界面截图[8]如图 6 所示,软件中设定 8000 为监听发送端链接的端口,8080 为监听接收端链接端口。本研究通过该软件可以预先获取公网上的服务器 IP 地址并设定收发端相对应的监听端口号,因此作为 TCP 客户端的接收与发送终端可根据已知服务器 IP 及监听端口号来设定各自目的 IP 与端口号。图 6 中服务器端软件显示此时服务器的 IP 地址为 122.229.200.211,分别有两组经 GPRS 和 CDMA 网络的客户端链接到服务器,由于是一对一的收发测试,发送端链接只有一组,

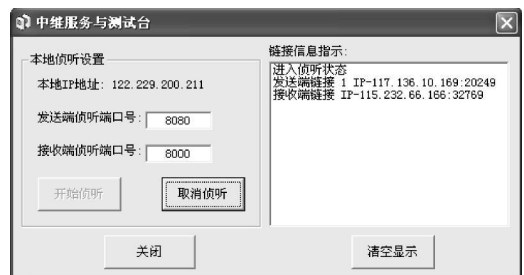


图 6 公网服务器上服务器端软件工作界面

数字电路与系统实验平台的设计采用了“双 C/S 结构”,由客户端、服务器及实验平台 3 部分组成,很好地保证了系统的稳定性和可扩展性。远程实验的操作方式与传统的数字系统实验操作相类似,可以完成单元电路到具有一定使用价值的小型综合数字系统实验。由于本研究利用网络技术实现了实验设备的共享,只需少数几个实验平台,就可以分时为多个用户提供服务,充分利用了教学资源,节约大量基础设施建设;突破时间和空间的束缚,为学生提供一个开放、直观的实验环境,使学生获得更能充分发挥自主性、创造性的空间,从而更好地培养学生的实践能力和创新能力。

参考文献(References):

- [1] 屈 泳. 基于校园网络的虚拟实验室的研究[J]. 现代教育技术, 2010, 5(20): 133-135.
- [2] AKTAN B, BOHUS C A, CROWL L A, et al. Distance learning applied to control engineering laboratories[J]. **IEEE Transaction on Education**, 1996, 39(3): 320-326.
- [3] HOYER H, JOEHHEIM A, RHRIG C. A multiuser virtual-reality environment for a tele-operated laboratory [J]. **IEEE Transaction on Education**, 2004, 47 (1): 121-126.
- [4] 孙 莹, 姚 俊, 高建宝. 远程模拟实验的探索与研究[J]. 现代教育技术, 2010, 20(2): 127-130.
- [5] SWAMY N, KULJACA O, LEWIS F L. Internet-based educational control systems lab using NetMeeting [J]. **IEEE Transaction on Education**, 2002, 45(2): 145-151.
- [6] 陆晶晶, 朱善安, 叶旭东. 基于 TCP/IP 协议的电工电子网络实验室[J]. 机电工程, 2007, 27(4): 70-72.
- [7] 胡裕峰, 孙志海, 朱善安. 基于 Internet 的电工电子网络实验系统[J]. 教育理论与实践, 2007, 27(2): 258-260.
- [8] 黄 琰, 张 扬, 朱善安. 基于 Internet 的 PLC 实验系统[J]. 机电工程, 2009, 26(1): 25-28.
- [9] 文 雯, 李 宏. 基于 CPLD 数字系统实验平台的设计与实现[J]. 宁波大学学报, 2008, 21(4): 505-509.
- [10] DUNKELS A. uIP-A Free Small TCP/IP Stack[Z]. [s.l.]: [s.n.], 2004.
- [11] 宋少群, 徐和平, 班福厚, 等. 远程电能表校准系统服务器端管理软件的设计与实现[J]. 电路系统自动化, 2005, 29(14): 83-87. [编辑: 李 辉]

(上接第 1376 页)

在建立起与收发端的 TCP 链接后, 服务器已为收发端的数据交换做好所有准备。

5 结束语

本研究针对分布式探测节点组网通信要求, 构建了一套由收发终端及中间服务器构成的通信系统, 该通信系统可满足分布式探测节点组网的灵巧、智能化和可任意配置于各种地理环境的要求, 试验结果表明该系统使用简便, 工作稳定可靠, 为整个分布式无源探测信息融合系统的可靠运作打下坚实的基础。

参考文献(References):

- [1] SIEMENS MC55/56 Hardware interface Description [EB/OL]. [2004-10-29]. http://www.wlt.net.cn/index0/mc55/pdf/mc55_rm_0250.pdf.
- [2] WIZnet. W5100_Datasheet_v1.2.3 [EB/OL]. [2011-02-16]. http://www.wiznet.co.kr/include_Files/Just_Download.asp?PK_NUM=82&file_local_path=ReferenceFiles&file_local_name=W5100_Datasheet_v1.2.3.pdf.
- [3] 周立功. ARM 嵌入式系统基础教程[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2005.
- [4] Texas Instruments. TL16C752B 3.3-V DUAL UART WITH 64-BYTE FIFO [EB/OL]. [2000-08-01]. <http://www.ti.com/lit/gpn/tl16c752b>.
- [5] LABROSSE J J. 嵌入式实时操作系统 UC / OS-II[M]. 邵贝贝. 译. 2 版. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- [6] 谢希仁. 计算机网络[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [7] HUAWEI Inc. EM200 无线模块 AT 命令手册[EB/OL]. [2009-06-03]. http://www.letswireless.com.cn/asp_bin/downfile/20096415168541.pdf.
- [8] 仲维俊. Visual Basic 6.0 完全自学手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2006. [编辑: 李 辉]