

串口转 Wi-Fi 模块在人体生理信号无线测量系统中的应用研究

高泽利, 吴 杰, 杨皖君, 周建莉, 邬志韧, 蒋 薇
(昆明医科大学基础医学院物理数学与计算机系, 云南昆明 650500)

[摘要] **目的** 探寻一种新的生理信号无线测量途径, 实现生理信号无线测量的普及化和大众化. **方法** 在单片计算机信号检测模块与 PC 机之间加入一个串口转 Wi-Fi 模块, 将单片计算机采集到的信号数据传到串口转 Wi-Fi 模块, 由串口转 Wi-Fi 模块将信号数据通过 Wi-Fi 无线方式发送出去; PC 机通过配置的无线网卡接收 Wi-Fi 无线信号, 对接收到的信号进行处理并输出测量结果. **结果** 通过串口转 Wi-Fi 模块, PC 机与单片机之间的通信由有线通信变成了无线通信, 成功实现了生理信号的无线测量. **结论** 由于任何笔记本电脑或带无线网卡的 PC 机都可用作生理信号接收和处理的终端设备, 所以串口转 Wi-Fi 模块的使用可以帮助实现生理信号无线测量的普及化和大众化.

[关键词] 生理信号; 无线测量; 通信; 串口; Wi-Fi

[中图分类号] R318.6 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 2095 - 610X (2013) 10 - 0027 - 04

The Application of UART - Wi-Fi Module in the Physiological Signal Wireless Measurement System

GAO Ze-li, WU Jie, YANG Wan-jun, ZHOU Jian-li, WU Zhi-ren, JIANG Wei
(School of Basic Medical Sciences, Kunming Medical University, Kunming Yunnan 650500, China)

[Abstract] **Objective** To explore a new way of physiological signal wireless measurement to popularize the physiological signal wireless measurement. **Methods** We added a UART - Wi-Fi module between the signal detecting module and the PC, the physiological signal measurement system transmitted the signal data collected by the single chip computer to the UART - Wi-Fi module through the serial interface RS-232C. Then the UART - Wi-Fi module sent the signal data out to the Wi-Fi wireless network. The PC received the signal data from the Wi-Fi wireless network and processed the signal data, then output the results. **Result** Through the UART - Wi-Fi module, the communication between PC and the signal detecting module was converted from wired communication into wireless communication successfully. **Conclusion** As a result of any computer can be used as a physiological signal receiving and processing terminal equipment, the use of the UART - Wi-Fi module can help achieve popularization of physiological signal wireless measurement.

[Key words] Physiological signals; Wireless measurement; Communication; Serial interface; Wireless fidelity

人体生理信号测量通常的方法是在单片计算机的控制下, 利用传感器或电极将目标信号(如体温、血压、心电信号、脑电信号等)转换成微弱电信号; 微弱电信号经过放大、抗混叠滤波和

A/D 转换后, 由模拟信号变成数字信号; 单片计算机采用串行通信的方式, 将数字信号通过串行接口传送到 PC 机进行进一步的处理并输出测量结果^[1]. 在这种测量方式中, 由于单片计算机与 PC 机

[基金项目] 云南省自然科学基金资助项目 (2011FB059)

[作者简介] 高泽利 (1967~), 男, 云南宣威市人, 工学硕士, 高级实验师, 主要从事实验技术和生物医学信号检测及处理研究工作.

[通讯作者] 蒋薇. E-mail: jwyunnan@163.com

之间需要通过信号线相连接,限制了被测量者的活动空间.如果在单片机与 PC 机之间加入一个串口转 Wi-Fi 模块,就可将单片计算机采集到的信号数据传到串口转 Wi-Fi 模块,由串口转 Wi-Fi 模块将信号数据通过 Wi-Fi 无线方式发送出去;PC 机通过配置的无线网卡接收 Wi-Fi 无线信号,或由笔记本电脑通过自带的无线网卡接收 Wi-Fi 无线信号,对接收到的信号进行处理并输出测量结果.这样,PC 机与单片机之间的连接由有线连接变成了无线连接,被测量者就可携带小巧的单片计算机信号检测-串口转 Wi-Fi 模块,在一定范围内自由活动,不受 PC 机或笔记本电脑位置的限制.

1 材料与方法

1.1 材料

12 导联心电图导联线及电极, ±5 V 电源,单片计算机信号测量模块,串口转 Wi-Fi 模块,笔记

本电脑,无线网卡,PC 机.

1.2 串行通信

串行通信是单片计算机与 PC 机交换信息的一种基本方式.由于串行异步通信方式所需通信线数量少,硬件设备简单,所以用于信号测量的单片计算机通常采用串行异步方式与 PC 机进行通信.

1.2.1 串行异步通信格式 串行异步通信中,数据是以字符为单位组成字符帧进行传送的^[2].每 1 个数据帧的传送由 1 个低电平的起始位开始,紧随起始位,待传送数据按低位在前的顺序依次传送出去.当待传送数据的最后一位传完之后,紧跟着的是一位奇偶校验位,以供接收端对数据传送的正确性进行检验(在短距离通信中,校验位常被省略).校验位之后是一位高电平的停止位,用于表示一帧数据传送结束.根据实际需要,在停止位后面可以有数量不等的高电平空闲位,用于等待下一帧数据,也可以没有空闲位,在停止位后紧跟着下一帧数据的传送,见图 1.

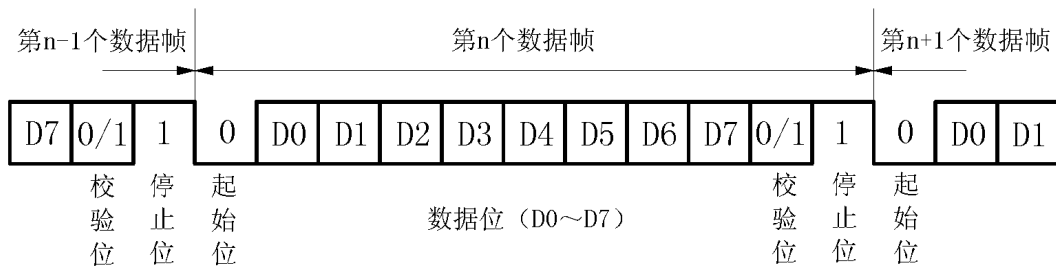


图 1 串行异步通信格式

Fig. 1 Serial asynchronous communication format

1.2.2 串行通信的波特率 波特率是串行通信传输速度的指标,表示每秒传送二进制数据的位数,单位为位/秒 (b/s). MCS-51 系列单片机在使用 11.059 2 MHz 的晶振时波特率最高可达 57 600 b/s,PC 机的串行通信波特率可以更高.

1.2.3 串行接口 在串行通信中,数据是按位顺序传送的,而计算机(单片计算机和 PC 机)内部的数据是并行传送的,因此当计算机向外发送数据时须将并行数据转换为串行数据,当计算机接收外部数据时须将串行数据转换为并行数据.通用异步接收器/发送器(universal asynchronous receiver/transmitter, UART)是完成上述转换过程的串行接口核心部件.实际应用中,终端用户可以不管 UART 的具体工作过程,仅需用通信线将单片机和 PC 机的串行接口插座 RS-232C 连接起来即可.

RS-232C 串行接口的引脚及实物图,见图 2.其中, GND 为接地端, TXD 为数据传出端, RXD 为数据接收端,当信号传输距离不太远(1 个房间内)时,使用以上 3 个端子就可完成通信.其余端子为握手信号,主要在远距离通信时使用.



图 2 RS-232C 串行接口

Fig. 2 RS-232C serial interface

①RS-232C 引脚; ②RS-232C 插座; ③RS-232C 插头.

1.2.4 虚拟串口 利用管理软件创建一个可供应用程序访问的编程接口, 其行为特性与传统的串口一样, 但计算机中并无对应的串口硬件, 这样的串口我们称之为虚拟串口. 虚拟串口通常通过无线局域网 (WLAN) 或其他通信方式, 与某一个串口硬件关联, 使应用程序对虚拟串口的访问映射为对串口硬件的访问: 当应用程序对虚拟串口有写操作时, 虚拟串口管理软件通过连接, 将数据发到串口联网设备; 当串口联网设备对虚拟串口有写操作时, 虚拟串口管理软件通过连接, 将数据发给应用程序. 使用虚拟串口管理软件, 传统的应用程序可以不用修改或很少修改即可使用串口联网设备.

1.3 IEEE802.11 与 Wi-Fi

1997 年 IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers 电气电子工程师学会) 发布了无线局域网 (WLAN) 技术标准 IEEE 802.11, 之后又陆续发布了功能不同的无线局域网技术标准 IEEE 802.11b/a/g/n/e/h/i^[3]. 802.11 无线局域网使用在世界范围内都无需申请许可证的 2.4G Hz 和 5 GHz 频段, 它提供了一个世界范围内可以使用的低费用高带宽无线连接通路.

无线保真 (wireless fidelity, Wi-Fi). 在无线局域网的范畴是指“无线相容性认证”, 实质上是一种商业认证, 同时也是一种无线联网技术. 由于无线产品品种繁多, 各厂商产品之间的兼容性特别重要, 而 IEEE 并不负责测试 IEEE 802.11b/a/g/n/e/h/i 无线产品的兼容性, 所以这项工作就由厂商自发组成的非赢利性组织——Wi-Fi 联盟来担任. 凡是通过 Wi-Fi 联盟兼容性测试的产品都被准予打上“Wi-Fi CERTIFIED”标记. 就目前的情况看, Wi-Fi 被公认为 WLAN 的代名词, 使用 IEEE 802.11 系列标准的局域网也称为 Wi-Fi.

1.4 串口转 Wi-Fi 模块

串口转 Wi-Fi 模块是基于 UART 接口的符合 Wi-Fi 无线网络标准的嵌入式模块, 内置无线网络

协议 IEEE802.11 协议栈以及 TCP/IP 协议栈, 能够实现用户串口 RS-232C 数据到无线网络数据之间的转换. 将串口转 Wi-Fi 模块上的 RS-232C 插座与用户设备 (如单片计算机信号测量模块) 上的 RS-232C 插座连接, 单片计算机模块的测量信号通过 RS-232C 接口传到串口转 Wi-Fi 模块, 并由串口转 Wi-Fi 模块以无线方式发送出去, 供带有无线网卡的 PC 机或笔记本电脑接收; 带有无线网卡的 PC 机或笔记本电脑也可通过无线方式将数据发送到串口转 Wi-Fi 模块并由串口转 Wi-Fi 模块通过 RS-232C 接口将数据传送给单片计算机模块, 从而借助串口转 Wi-Fi 模块实现单片机模块与 PC 机或笔记本电脑间的无线通信.

1.5 串口转 Wi-Fi 模块应用于人体生理信号无线测量系统中

通过串口转 Wi-Fi 模块将人体生理信号有线测量转化为无线测量的基本方法见图 3 所示. 人体生理信号经单片计算机模块检测后得到数字生理信号, 数字生理信号经由 RS-232C 接口传送到串口转 Wi-Fi 模块, 再由串口转 Wi-Fi 模块将信号通过无线方式发送出去; 笔记本电脑或带无线网卡的 PC 机接收来自串口转 Wi-Fi 模块的数字生理信号并对其进行处理和输出结果. 笔记本电脑或带无线网卡的 PC 机也可通过无线方式经串口转 Wi-Fi 模块向单片计算机信号测量模块发送测量指令, 见图 3.

济南有人物联网技术有限公司生产的串口转 Wi-Fi 模块 USR-WIFI232-2. 模块的参数如下: 无线标准 | 802.11 b/g/n; 频率范围 | 2.412 GHz-2.484 GHz; 天线 | 内置板载天线或外置天线; 数据接口 | 1 200 bps - 23 0400 bps; 以太网 | 100 Mbps; 工作电压 | 5 ~ 9 V; 工作电流 | 170 mA ~ 300 mA; 无线网络类型 | Station/AP 模式; 安全机制 | WEP/WAP-PSK/WAP2-PSK/WAPI; 加密类型 | WEP64/WEP128/TKIP/AES; 工作模式 | 透明传输模式 / 协议传输模式; 网络协议 | TCP/UDP/ARP/ICMP/DHCP/DNS/HTTP, 见图 4.

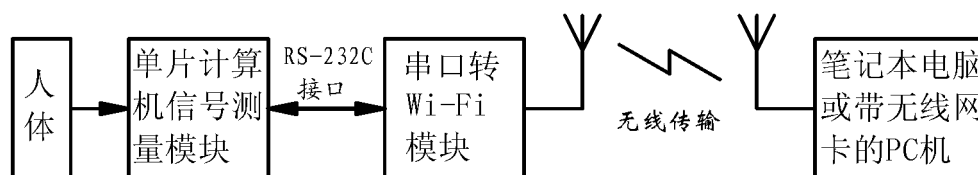


图 3 串口转 Wi-Fi 模块在人体生理信号无线测量系统中的应用

Fig. 3 Application of UART—Wi-Fi Module in the Physiological Signal Wireless Measurement System



图 4 USR-WIFI232-2 模块实物图

Fig. 4 The physical map of USR-WIFI232-2

串口转 Wi-Fi 模块通过 RS-232C 串行接口与人体生理信号采集模块相连，其功能是：建立 Wi-Fi 无线网络；通过串口接收人体生理信号采集模块发来的数据，并将数据通过 Wi-Fi 无线网络通信方式发送出去；通过 Wi-Fi 无线网络接收来自 PC 机（或笔记本电脑）的数据并将其传送给人体生理信号采集模块。

模块的使用分 3 步进行：（1）硬件连接，将单片机模块的 RS-232C 口与 USR-WIFI232-2 模块的 RS-232C 口连接；（2）建立网络连接，首先在台式机上插上 USB 无线网卡并安装网卡驱动程序（如果是笔记本电脑，则不需要 USB 无线网卡，使用其内置无线网卡即可），安装完成后会在 PC 机显示屏右下方任务栏内出现一个 Wi-Fi 网络图标。然后对 USR-WIFI232-2 模块供电，待 USR-WIFI232-2 模块“Ready”指示灯亮后右键单击 PC 机显示屏右下角的 Wi-Fi 网络图标，单击“查看可用的无线网络”，对话框中名为“HF-A11x_AP”的网络即是 USR-WIFI232-2 模块的默认网络名称（SSID）。选择该网络并点击“连接”即可建立 USR-WIFI232-2 模块与 PC 机之间（通过无线网卡）的无线网络连接。当 USR-WIFI232-2 模块上的“Link”指示灯亮时表示连接成功；（3）创建虚拟串口，首先安装生产厂家随 USR-WIFI232-2 模块提供的虚拟串口管理软件：“COM-Redirector”，启动软件建立名为“COM2”的虚拟串口（如 PC 机上已有“COM2”的实物串口，则建立名为“COM3”的虚拟串口）。然后对虚拟串口作如下设置：Connector - COM2；Baud Rate - 57600；Parity - None；Data Bits - 8；Stop Bits - 1；Flow Control - None；√Creat Virtual COM port；⊙PC act as TCP Client；Remote Host IP Address - 10.10.100.254；Remote Port -

8899。设置完成后单击“Activate”按钮运行虚拟串口，PC 机就可以利用虚拟串口“COM2”，通过 Wi-Fi 无线网络与心电信号采集模块进行串口通信了。

2 结果

通过串口转 Wi-Fi 模块，PC 机与单片机之间的通信由有线通信变成了无线通信，实现了生理信号的无线测量。图 5 所示为通过串口转 Wi-Fi 模块无线测量得到的人体十二导联心电图。

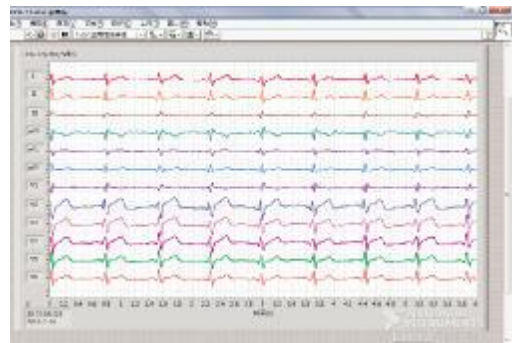


图 5 人体十二导联心电信号无线测量结果

Fig. 5 The twelve lead ECG signal wireless measurement results

3 讨论

目前人体生理信号无线测量主要依靠专用设备，该类设备价格贵，使用成本高。本研究应用串口转 Wi-Fi 模块，使普通笔记本电脑和带无线网卡的 PC 机成为人体生理信号接收和处理的终端设备，发掘了串口转 Wi-Fi 模块使用的新领域，拓展了普通笔记本电脑和 PC 机的功能，从而降低了测量设备的资金投入，成果具有很好的应用前景。

[参考文献]

- [1] 高泽利, 周建莉, 瞿新刚, 等. 基于 LabVIEW 的人体生理信号检测及处理系统设计 [J]. 微计算机信息, 2009, 25(1): 157 - 159.
- [2] 韩克, 薛迎霄. 单片机应用技术 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2013: 256 - 259.
- [3] 段水福, 厉晓华, 段炼. 无线局域网 (WLAN) 设计与实现 [M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2010: 12 - 40.

(2013 - 07 - 14 收稿)