

基于蓝牙技术的网络化传感器设计与实现

在测控系统中,传感器作为信息采集必不可少的装置,实现其网络化是当前的热点研究问题。当前大多数测控系统中,传感器多是采用有线方式,但是在一些特殊情况下,有线线缆连接显然会造成很多不便,不能够满足现实需要。随着新兴无线技术(如蓝牙技术)的发展以及其芯片价格的降低,无线方式在很多场合都得到应用以取代原有的有线接口方式。无线网络化传感器势必成为传感器发展的一个重要方向。笔者在介绍 IEEE1451.2 和蓝牙技术的基础上,提出了一种基于蓝牙协议的无线网络化传感器结构模型,并着重讨论基于该模型开发的模拟实验装置的实现及其在病人远程监护中的应用。

1 基于 IEEE1451.2 和蓝牙协议的无线网络化传感器

1.1 IEEE1451.2 标准

IEEE1451.2 作为智能传感器接口模块标准,它提供了将传感器和变送器实现网络化的接口标准,采用通用的 A/D 或 D/A 转换装置作为传感器的 I/O 接口,将各种传感器模拟量转换成标准规定格式的数据,连同一个小存储器——传感器电子数据表(TEDS, transducer electronic data sheet)与标准规定的处理器目标模型——网络适配器(NCAP, network capable application process)连接,如此,数据可以按网络规定的协议接入网络。该标准的结构模型提供了一个连接智能变送器接口模型(STIM, smart transducer interfacemodule)和 NCAP 的 10 线标准接口——变送独立接口(TII, transducer independence interface)。其工作流程是敏感元件输出的模拟信号经 A/D 转换及相应数据处理(滤波、校准)后,由网络处理装置根据程序设定和网络协议(TCP/IP)将其封装成数据帧,通过网络接口传到网络上。

1.2 蓝牙技术

蓝牙技术作为一种新的短距离无线通信协议,提供了一种无线数据与语音通信的开放标准,它具有许多特有的优势:很强的移植性,可应用于多种通信场合;硬件集成电路应用简单,成本低廉,实现容易,且易于推广;蓝牙功耗低,对人体危害小;蓝牙采用扩频跳频技术,抗干扰能力强,增加了信息传输的安全性。蓝牙技术正以其特有的优势引起许多专家学者的广泛关注。

1.3 传感器结构模型

基于 IEEE1451.2 的有线网络化传感器结构模型包含 STIM、TII 和 NCAP 三部分。而本设计的基于 IEEE1451.2 和蓝牙协议的无线网络化传感器,采用蓝牙模块替代 TII 实现无线连接,类似于实现了一个无线的 STIM 和无线 NCAP 接收终端的模式,它们以点对多点方式在蓝牙匹克网以主从方式实现相互通信。

STIM 通过无线的 NCAP 接入以太网(Ethernet)或 In2ternet,同时 NCAP 通过分配的 IP 地址与网络相连,如图 1 所示。与典型的有线方式相比,上述无线网络模型增加了两个蓝牙模块,对于蓝牙模块部分,标准的蓝牙对外接口电路一般使用 RS232 或 USB 接口,而 TII 是一个控制链接到它的 STIM 的串行接口,因此必须设计一个类似于 TII 接口的蓝牙电路,构造一个专门的处理器来完成控制 STIM 和转换数据到蓝牙主控制接口(HCI, host

control interface)的功能。硬件实现上可以采用接口模块,软件实现上可以采用标准的 STIM 软件模块: STIM 模块、STIM 传感器接口模块、TII 模块、TEDS 模块以及地址和函数模块。

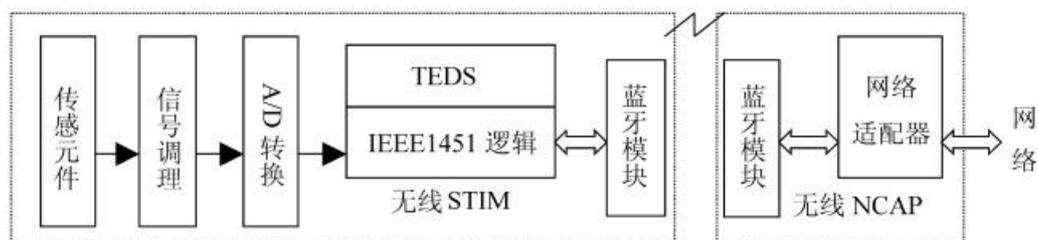


图 1 基于 IEEE1451.2 和蓝牙协议的无线网络化传感器体系结构

2 模拟实验装置的实现

下面以实验室开发的模拟装置为例来说明该传感器的实现。该装置的结构框图如图 2 所示,利用前端无线 STIM 中的 MCU 定时采集温度传感器中的温度值,经蓝牙无线网络将数据传送至 NCAP。NCAP 将存放于特定的位置,当有浏览器要查看该数值时,将该数值嵌入到相应的网页程序中,并对整段程序进行 TCP/IP 封装处理,传送到客户端的浏览器上。

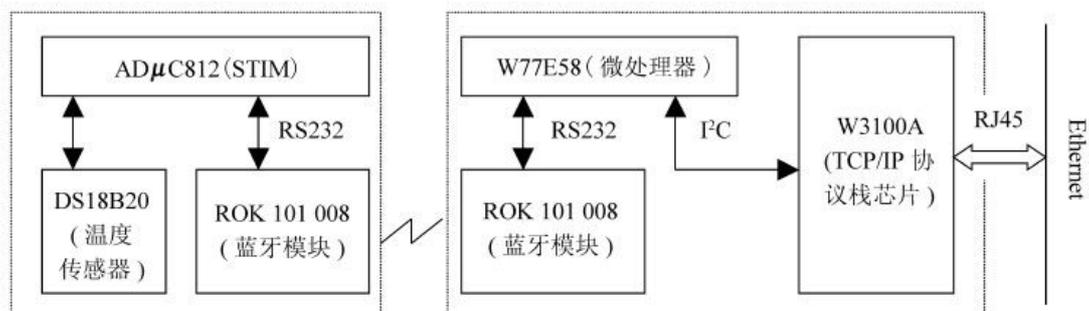


图 2 基于 IEEE1451.2 和蓝牙协议的无线网络化传感器实验装置结构原理图

2.1 STIM 的实现

STIM 中 MCU 采用的是 AD 公司的微转换芯片 AD μ C812。该芯片内有一个 8052 兼容的微处理器,遵从 IEEE1451.2 标准,利用芯片 AD μ C812 内部的 640 B 的数据存储器作为可重复写的 TEDS 存储,利用内部的一个通道 12 位的 ADC 实现 A/D 转换以及通过芯片内的 UART 串行口实现与蓝牙模块的通信。蓝牙模块选用的是支持点对多点的爱立信 ROK 101 008 系列,同时该模块自带射频微带天线。ROK 101 008 蓝牙模块内部结构遵从蓝牙规范 1.1,其内部基带控制器同样提供了 UART 接口。蓝牙模块内部提供了主机控

制器接口（HCI）来实现对蓝牙硬件访问的统一接口，结合 RS232 串口就可以实现主控制器和主机之间在传输层上的数据通信，基带和射频则提供了上层的链接和服务。同时，AD μ C812 还应完成对温度传感器的初始化、数据采集和处理。

（1）温度传感器 DS18B20 接口和驱动。

温度传感器选用的是 DS18B20，该温度芯片是 DALLAS 公司生产的一线式数字温度传感器，主要由 4 部分组成：64 位 ROM、温度传感器、非挥发的温度报警触发器 TH 和 TL、配置寄存器。ROM 中的 64 位序列号是该 DS18B20 的地址序列码，ROM 的作用是使每一个 DS18B20 都各不相同，这样就可以实现一根总线上挂接多个 DS18B20 的目的。主机控制 DS18B20 完成温度转换必须经过 3 个步骤：初始化、ROM 操作指令、存储器操作指令。其工作流程是：初始化→ROM 操作指令→存储器操作指令→数据传输，工作时序包括初始化时序、写时序和读时序。操作时必须先启动 DS18B20 开始转换，再读出温度转换值。其硬件接口如图 3 所示。

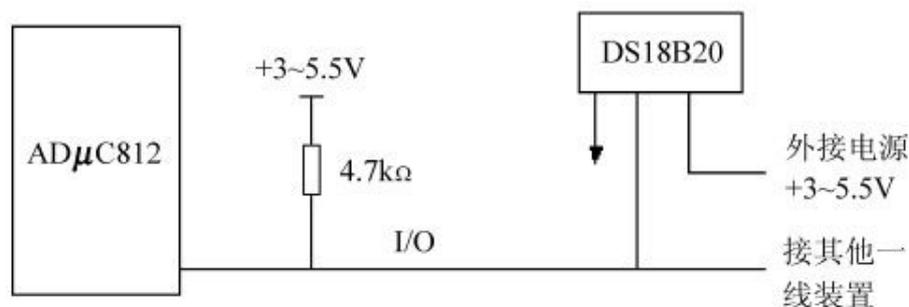


图 3 温度传感器 DS18B20 硬件接口图

（2）蓝牙模块 ROK 101 008 初始化。

蓝牙模块上电即让其完成初始化工作，使其能与信号范围内蓝牙建立连接通道。这一过程主要通过单片机 MCU 对蓝牙模块发送 HCI 指令完成。HCI 指令包括指令分组，数据分组和事件分组，具体的格式为：操作码+参数总长+参数 0+...+参数 N。

下面给出主从设备间实现 ACL 数据连接的 HCI 指令（字符对应指令的操作码，由前 10 位和后 6 位两部分组成，括弧内为该指令的参数）：从设备上电后实现查询使能进行复位 Write_scan_enable（0x03）。主设备发送查询 HCI 指令 Inquiry（0x9c8b33，8，0），假定从设备地址为 0x000000000000，则建立 ACL 连接的 HCI 指令为 Creat_Connection（0x000000000000，0x18，0，0，0，0），从设备接收连接请求指令为 Accept_connection_request（0x111111111111，0），假定主设备地址为 0x111111111111。这样主从设备之间就建立了 ACL 数据连接。如 Inquiry 对应操作码为 x0001，0x01。具体的 HCI 指令参见蓝牙规范。

2.2 NCAP 的实现

NCAP 的功能为实现蓝牙模块对以太网（Ether2net）的接入，同样选用 ROK 101 008 系列蓝牙模块，如此可以实现多个 STIM 对同一 NCAP 的连接。采用 8 位微处理器 W77E58 和 TCP/IP 协议栈芯片 W3100A 一起实现对以太网（Ethernet）的接入的网络化接口。

(1) 协议栈芯片 W3100A 初始化。

W3100A 是一 TCP / IP 协议栈芯片，包含的各协议层有： TCP、IP、UDP、ICMP 和以太网协议的数据链路 DLC 和 MAC 协议，其工作方式类似于 Windows 的 Scket AP I，为便于实现对传感器的访问，可以将传感器设计为具有 Web 服务器功能。W3100A 支持全双工模式，内部带有双口的 SRAM 数据缓冲区，其封装是 64 脚的 LQFP，提供了并口和串口两种方式实现与 MCU 的通信。MCU 和 W3100A 的硬件接口如图 4 所示。其中，RTL8201 芯片为以太网物理层选用设备。

W3100A 提供 M II 接口与 RTL8201 相连，其中引脚 RX_CLK，RXDV，RXD [0 : 3] 以及 COL 用于数据的接收，而 TX_CLK，TXE，TXD [0 : 3] 用于数据的发送。MCU 中提供模拟的 I2 C 接口与 W3100A 通信。

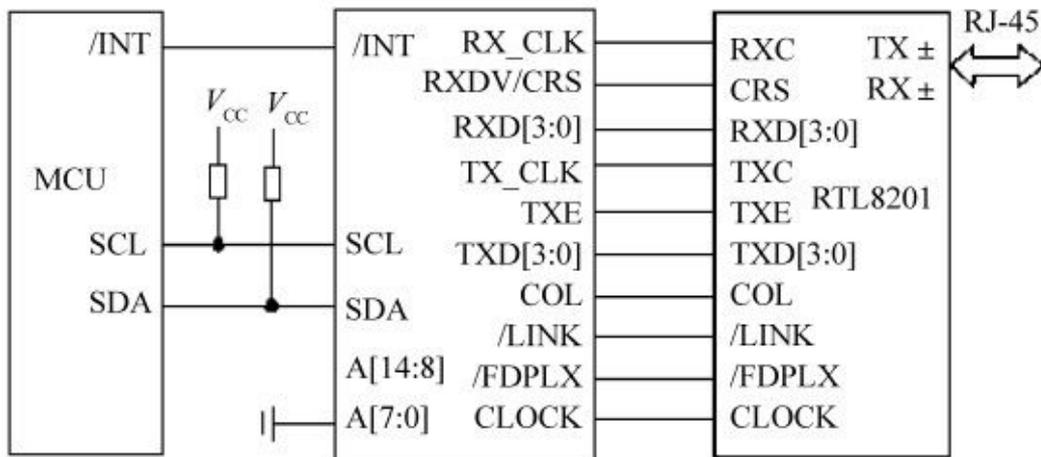


图 4 MCU和 W3100A 的硬件接口图

芯片 W3100A 正常工作必须对其完成相应的初始化。初始化主要是对必要的寄存器进行相应的设置，这些寄存器包括：网关地址寄存器 GAR、子网掩码寄存器 SMR、硬件地址寄存器 SHAR 以及 IP 地址寄存器 SIPR 等。上述寄存器被设置后通过执行控制寄存器 CR 的 0 位 Sys_init 激活芯片。

(2) WEB 服务功能实现。

协议栈芯片 W3100A 从硬件上实现了 TCP / IP 协议，因此将该装置集成 Web 服务功能显然比较容易，即在无线 NCAP 上应实现相应的 HTTP 协议，NCAP 在网络功能上相当于“网关”。要实现远程浏览器与传感器交互，可以利用传感器 NCAP 中增加了的 E2 PROM（FM24C04）来存储相应的网页文件。交互时，HTTP 通过统一资源定位器 URL（uniform resourcelocator）来确定传感器应该为浏览器提供哪些资源。

网页文件存放在传感器中的 FM24C04 里。当监测中心的浏览器发出页面请求时，NCAP 上的处理器在 TCP 打包的时候，把来自 STIM 端的监测值嵌入到相应的网页文件中

的特殊标志处，再为该网页文件添加相应的 HTTP 头，返回给请求的用户，如此用户可以在浏览器上看到实际的监测值。因此要实现 Web 功能，软件上要在 NCAP 上完成 HTTP 协议，硬件上增加了一块 E2 PROM （ FM24C04 ） 。

3 模拟装置在病人监护系统中的应用

将上述网络化传感器（实验装置）用于病人监护中，病人就可以在异地（如家里）通过其身上携带的传感器来采集和检测某一信号，同时该传感器将信号通过 Ethernet 或 Internet 传送到监测中心。病人远程监护系统结构示意图如图 5 所示。

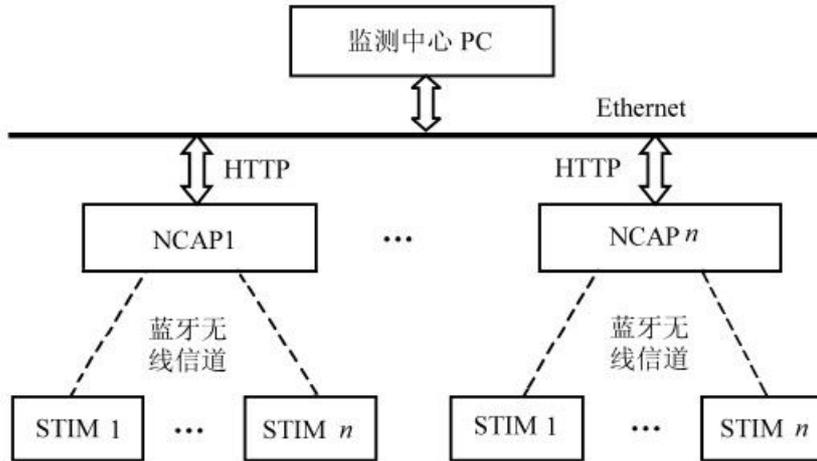


图 5 病人远程监护系统结构示意图

利用模拟装置中的 WEB 功能，本方案采用 B/S（浏览器/服务器）方式实现远程监测中心 PC 机对传感器的访问。如此可以最大程度地降低监测中心 PC 机的要求，也免去客户端软件的设计。监测 PC 只要通过其浏览器（如 IE）即可方便实现对传感器的信息进行查询和监测。下面为存储在温度传感器中的一个简单的动态网页程序，其中的“@”用来在网页中插入温度的标志，网页文件存放在传感器中的 E2 PROM 里。当监测中心的浏览器发出页面请求时，NCAP 上的处理器在 TCP 打包的时候，把来自 STIM 端的监测值嵌入到相应的网页文件中的“@”处，再为该网页文件添加相应的 HTTP 头，返回给请求的用户，如此用户可以在浏览器上看到实际的监测值。

```
< TITLE >实时温度监视< /TITLE >
```

```
< /HEAD >
```

```
< center >病人现在的温度是: < font size = + 2 color = #FF99FF > @ < / font > < /
center >
```

< /BODY >

< /HTML >

4 结束语

笔者提出的基于蓝牙协议的无线网络化传感器设计，信息传输安全可靠，可行性强。其无线的特殊优势，能够满足某些特殊情况的需要，具有广阔的应用前景和良好的市场价值。开发的模拟实验装置如再进一步通过临床验证与完善，即可用于病人远程监护系统实现人体体温的实时检测、监护、记录和储存。如在此基础上增加血压、心率等传感器之后，即可实现对人体的血压、心率等实施监护与记录处理。