

# 基于 LabVIEW 和 Wi-Fi 技术的无线数据采集系统

张志军 徐小力 吴国新

(北京信息科技大学现代测控技术教育部重点实验室, 北京 100192)

**摘要** 针对传统有线数据采集系统存在布线、改线工程量大, 维护与拓展困难且费时费力等缺陷, 设计了一套基于 Wi-Fi 技术的无线数据采集系统。系统以 LabVIEW 为软件开发平台, 进行虚拟仪器前面板设计与后台程序的编写; 利用 Wi-Fi 无线数据收发模块及其余硬件设备实现监测数据的无线采集与传输, 并对整个系统进行了实验验证。

**关键词** 无线采集技术 TCP/IP LabVIEW Wi-Fi 技术 监测系统

**中图分类号** TH825 **文献标识码** A **文章编号** 1000-3932(2013) 03-0367-05

基于有线通信的数据采集系统多适合应用于测点较为集中的现场, 对于分散测控系统, 测点的选择、传感器线路的铺设均较为繁杂, 而且扩展性和可维护性也较差; 对于机械设备运动构件的监测, 由于测点空间位置不固定, 使得电缆传输信号变的不可靠, 甚至不可能。为此, 采用无线技术实现数据采集和传输已经是现代数据采集系统的发展趋势。

Wi-Fi(即无线保真技术)属于短距离无线技术, 工作在 2.4GHz 的 ISM 频段。随着 802.11a 和 802.11b/g 标准的推出, 其传输速率将高达 54Mbit/s, 覆盖范围可达 100m 左右。LabVIEW 是由美国国家仪器(NI)公司研制开发的图形化

编程语言, 它作为一个标准的数据采集和仪器控制软件, 广泛地被工业界、学术界和研究实验室所接受。该无线数据采集系统的上位机程序应用 LabVIEW8.6 软件进行开发, 实现与下位机的无线通信。系统执行效率高、数据接收可靠, 扩展性和可维护性都比较强。

## 1 系统硬件结构设计

无线采集系统硬件组成<sup>[1]</sup>如图 1 所示, 由无线传感节点即下位机和装有无线网卡的台式机或带有无线功能的笔记本即上位机所组成。上位机通过搜索并连接欲访问的下位机的 IP 地址及端口实现与该下位机建立基于 TCP 协议的无线通信。



图 1 无线采集系统硬件组成

\*收稿日期: 2012-11-21(修改稿)

### 1.1 上位机组成

无线采集系统的上位机组成十分简单,任意一台具有无线上网功能的笔记本或装有无线网卡的台式机都能够被当作上位机使用。在下位机所发射的无线信号覆盖范围内利用上位机的无线搜索功能搜索到该下位机信号并与之连接,其具体操作与平时无线上网的操作无任何区别。在上位机上运行基于 LabVIEW 语言编写的上位机软件,如果网络连接成功,通过该软件向下位机发送指令就能控制下位机的工作状态。

### 1.2 下位机组成

系统下位机(即无线传感节点硬件部分)由感知模块、采集通信模块和供电模块3部分组成<sup>[2]</sup>,感知模块由 HSBG-V3200 振动传感器和 SHT11 数字温湿度传感器组成,用来采集中低频振动量和温湿度参量。

采集通信模块包括信号调理电路、A/D 转换电路、51 单片机系统、BCM8000 无线数据收发模块及状态指示灯等,该模块将数据进行转换、放大、去噪及储存等处理后发送到 BCM8000 无线模块,并通过内置的 IP 通信协议(TCP/UDP)与上位机进行无线全双工通信。BCM8000 是加密型嵌入式 802.11b/g Wi-Fi 模块,内置完整的 IP 通信协议。该模块非常节能,当 I/O 工作在 3.3V 时,内核工作在 1.2V,节能模式下功耗将降至更低。其固件(包括 IP 协议栈和 Internet 配置参数)被储存在外部 Flash 中,并支持远程更新。供电模块负责给其他模块提供稳定电源,可以选择干电池供电或直流电源供电。

### 1.3 Wi-Fi 模块配置

Wi-Fi 模块的参数配置是实现无线通信的重要步骤,BCM8000 无线模块的配置可以通过运行 SSCOM3.2 可视化配置软件来实现,如图2所示。将下位机通过串口与任意一台电脑相连,在电脑上运行 SSCOM3.2 软件并向下位机发送 AT+i 指令进行信道、SSID、加密方式、下位机 IP 及端口号、上位机 IP 地址及端口号、触发方式、波特率、数据位以及停止位等参数配置,最后通过 at + i!snmd 指令使模块进入透明传输模式完成模块配置工作。然后,就可以将这台配置好的下位机安放至预定的监测点,此时其处于低功耗节能休眠模式,直到收到由上位机发送来的激活指令才开始采集、传输工作。



图2 Wi-Fi 模块的配置

## 2 采集系统上、下位机程序设计

### 2.1 上位机程序流程设计

整个程序采用“事件触发”的方式来编写。当上位机处于任意下位机无线网络覆盖范围内时,通过搜索查找下位机 IP 并与之建立连接,同时运行上位机程序,如果通信网络连接成功,则程序返回“网络连接成功”消息。此时,程序保持向下位机发送关断指令,使下位机依然处于低功耗休眠状态。当“开始监测”事件触发后,程序则向下位机循环发送打开指令,直到收到下位机的激活确认符为止,此时“采集”事件自动触发,程序开始接收下位机所传来的数据并将数据实时显示和储存。当“停止监测”事件触发后,程序则向下位机循环发送关断指令,使下位机重新处于休眠状态。程序流程如图3所示。

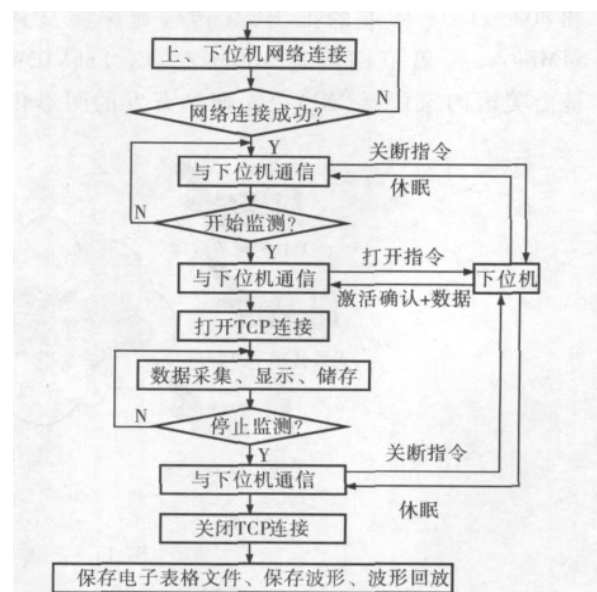


图3 上位机程序流程

## 2.2 上位机程序 LabVIEW 编程实现

上位机程序的无线通信功能主要通过 LabVIEW 中自带的 TCP 函数和 VI 来实现<sup>[3]</sup>。运行 LabVIEW 8.6, 新建一个 VI, 在程序框图中添加一个“打开 TCP 连接”函数, 并对 IP 地址、远程端口等接线端子进行定义。此处的 IP 和端口号与欲连接的下位机所配置的参数相一致, 程序就是通过此通道与下位机实现数据通信的。如果 TCP 网络连接成功, 则“连接成功”指示灯控件点亮(图4)。

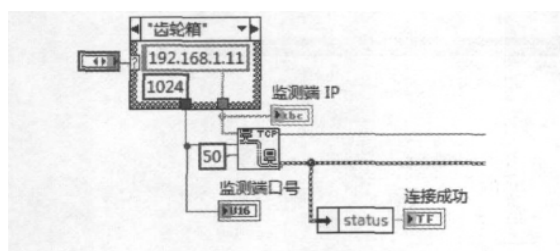


图4 TCP 参数设置

在前面板上添加“开始监测”按键, 并在程序框图中添加“事件结构”, 对事件结构进行编辑, 添加事件源为“打开监测”, 事件为“值改变”<sup>[4]</sup>。在“开始监测”事件尚未发生时, 程序通过“写入 TCP 数据”函数循环向下位机发送 8 个字节的字符串, 前 4 个字节是字符串“clos”关断指令, 后 4 个字节都是空格, 此时下位机处于低功耗休眠状态。当“开始监测”事件触发后, 程序则循环向下位机发送另一个长度为 8 个字节的字符串, 前 4 个字节是“open”打开指令, 后 4 个字节是代表下位机向上位机所发数据包容量值的数字字符串, 此后下位机将根据这个参数向上位机发送规定大小的数据包。程序循环通过“读取 TCP 数据”函数从下位机读取信息, 当读取到激活确认指令后, 程序则开始采集、显示和储存下位机所发送来的数据。当“开始监测”事件被停止后, 程序重新发送关断指令, 下位机自此进入休眠状态。TCP 中断程序如图 5 所示。

当上位机程序接收到下位机传来的数据后, 程序根据规定的数据传输协议利用“搜索/拆分字符串”函数将接收的数据进行拆分, 并通过“分数/指数字符串至数值转换”函数及“For 循环”语句将字符串数据转换成数字型数组, 进而实现数

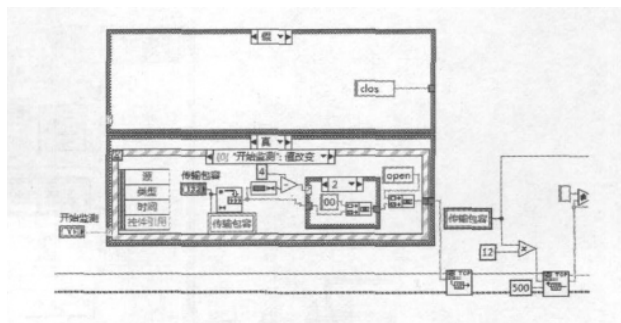


图5 TCP 中断程序

据图形显示、时频分析及数据保存等操作。程序实现如图 6 所示。

## 2.3 下位机程序流程设计

下位机是采集系统的执行终端, 被安置于机械设备的某一监测点处, 负责采集并发送设备的运行状态数据, 其工作方式由单片机进行控制, 单片机内程序的编写比较简单。下位机供电后, 将一直处于低功耗休眠状态, 并循环监听上位机的控制指令。当收到上位机的打开指令后, 下位机则根据指令内容对程序进行初始化配置, 设置波特率及数据包容量等参数, 配置完成后下位机开始采集工作并向上位机发送激活确认符“OK”。采集的信号通过调理电路、A/D 转换等处理后被单片机接收, 单片机将数值数据转换成字符串数据并根据规定的数据帧协议对数据进行编码, 打包发送给上位机。数据帧的格式定义为: 起始标志 0xAA; 终端节点号为 4 字节; 采集数据包, 其大小由上位机发送的“打开指令”的后 4 位数字所规定; 数据校验位为一个字节; 结束标志 0xFF。数据发送过程中程序依然持续监听上位机的指令, 若收到关断指令, 则单片机控制整个下位机进入休眠模式。下位机程序流程如图 7 所示。

## 3 实验验证

对于无线数据采集系统而言, 数据采集及传输的稳定性和可靠性是十分重要的, 现利用实验的方法来验证此无线数据采集系统的准确性和实用性。实验设备包括: 一个偏心激振器、两个 HS-BG-V3200 振动传感器、一个参数配置完整的采集通信模块(无线模块主要参数配置见表 1)、10V 直流供电模块和一台安装有无线数据采集系统上位机软件的笔记本电脑(笔记本电脑放置在与监测点相距 50m 处, 中间无遮挡物)。

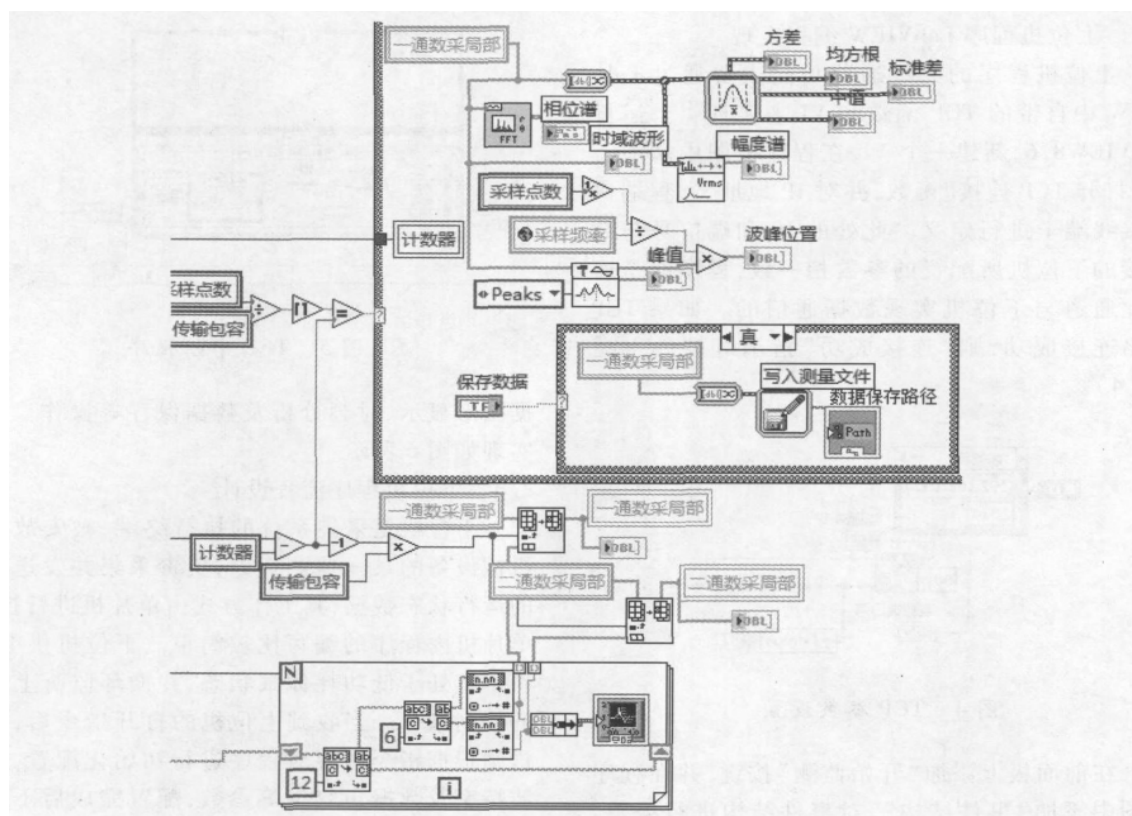


图6 数据接收、分析和储存程序

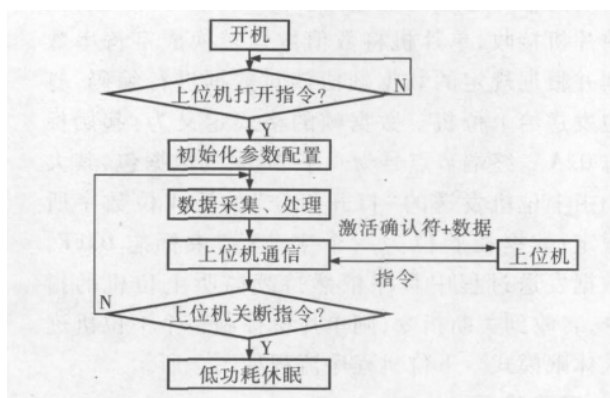


图7 下位机程序流程

表1 无线模块主要参数配置

配置项	参数值	配置指令
信道	11	at + iwlc = 11
SSID	zhijun	at + iwlsi = ! zhijun
加密方式	WPA	at + iwst0 = 3
WPA 密码	1234512345	at + iwpp0 = 1234512345
节点 IP	192.168.1.11	at + idip: 192.168.1.11
节点端口号	1024	at + ilprt = 1024
波特率	115200	at + isnsi = 9
上位机 IP 及端口号	192.168.1.12; 1024	at + ihsrv: 192.168.1.12: 1024
透明传输	-	at + i! snmd

实验利用偏心激振器在径向方向产生正弦振动信号<sup>[5]</sup>,用两个 HSBG-V3200 振动传感器分别从  $X$  轴和  $Y$  轴两个相互垂直的方向采集振动信号,其中在  $Y$  轴方向人为加上一个噪声,再通过采集通信模块将数据发送给上位机并在上位机软件中显示出振动时域波形,如图 8 所示。从图中可以看出,波形符合正弦波形形状且  $Y$  轴方向波形混有轻微噪声,这与偏心激振器所发生的信号相一致,故验证了无线采集系统的准确性。同时,应用有线振动数据采集系统采集该信号,所获得的波形与用无线数据采集系统所得波形完全一

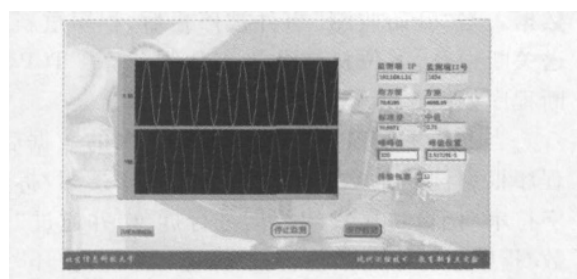


图8 监测子界面显示波形的界面

致,进一步验证该无线采集系统的实用性。

#### 4 结束语

无线数据采集系统能够将振动及温度等数据以无线的方式传输到上位机监控系统,实现多节点多状态数据的实时采集、显示及储存,不但降低了线路铺设与维护成本,还提高了采集系统的灵活性、可拓展性和易维护性。实验结果表明:该系统具有短距离(50m)、低成本、易实现及灵活可靠等特点,为今后无线数据采集系统的研制、开发提供了重要的借鉴依据。

#### 参 考 文 献

- [1] 李山,杨波. 基于 Wi-Fi 的环境监测系统的设计[J]. 软件, 2011, 32(1): 42~45.
- [2] 李念强,魏长智,潘建军,等. 数据采集技术与系统设计[M]. 北京:机械工业出版社, 2009.
- [3] 梁惺彦,和卫星. LabVIEW 实现远程数据采集与传输[J]. 微计算机信息, 2004, 20(9): 44~45.
- [4] 刘君华. 基于 LabVIEW 的虚拟仪器设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2003.
- [5] 马国礼,周志华,汪正东. 基于 WSN 的洗煤厂设备无线振动检测系统的设计[J]. 工矿自动化, 2010, (9): 48~50.

## Wireless Data Acquisition System Based on LabVIEW and Wi-Fi Technology

ZHANG Zhi-jun, XU Xiao-li, WU Guo-xin

(MOE Key Laboratory of Modern Measurement & Control Technology,  
Beijing Information Science and Technology University, Beijing 100192, China)

**Abstract** Considering the wiring shortcomings of traditional wired data acquisition systems, a Wi-Fi-based wireless data acquisition system was designed, which takes LabVIEW as the platform to design virtual instrument front panel and to write background program; making use of Wi-Fi modules and other hard equipment, the monitoring data were wirelessly collected and transported and the whole system were verified through experiments.

**Key words** wireless collection technology, TCP/IP, LabVIEW, Wi-Fi technology, monitoring system

(Continued from Page 348)

**Abstract** Based on CAN bus, the schedulable terms and both merits and demerits of the typical dynamic and static scheduling algorithms and their influence on the system performance were analyzed; through constructing a network control system model with four control loops, and having two algorithms simulated with the True Time toolbox and compared show that under the circumstance of heavy network load and insufficient resources, the dynamic scheduling algorithm can improve the system performance and the network utilization, i. e. having both system control performance and network service quality enhanced.

**Key words** CAN network, scheduling algorithm, True Time simulation, network utilization

(Continued from Page 356)

**Abstract** Considering the fact that temperature control system for the heat exchanger station has characteristics of nonlinearity, big lag, strong coupling and changeable system parameters and the traditional PID control can't bring about satisfactory control effect, applying the parameter adaptive Fuzzy-PID algorithm to the heat exchange station temperature control was proposed and on-line regulating of  $\Delta k_p$ ,  $\Delta k_i$  and  $\Delta k_d$  through fuzzy reasoning method was implemented. The simulation results prove a better control effect of this controller.

**Key words** heat exchange station, Fuzzy-PID parameter adaptive, Simulink simulation