

基于 LabVIEW 的无线传感器网络监控软件

卞娜¹, 侯维岩^{1,2}

(1. 郑州大学 信息工程学院, 河南 郑州 450052; 2. 上海大学 机电工程与自动化学院, 上海 200072)

摘要:针对无线传感器网络系统的动态性,介绍了一种在 LabVIEW 环境中编写的动态显示采集数据的监控软件。阐述了在 LabVIEW 平台上使用 TCP/IP 协议进行数据采集和扫描的工作方法。用户可以根据网关的 IP 地址直接接收网关发送的数据;也可以选择自动扫描功能进行接入网关的搜索;数据库模块可以保存采集到的数据。该软件进行了仿真测试,结果表明具有较好的实时性和可用性,各项功能均运行正常,较好地适应了无线传感器网络的动态性。

关键词:无线传感器网络;图形化编程语言;监控软件;多线程技术

中图分类号:TP212 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-8829(2012)02-0031-04

Wireless Sensor Network Monitoring Software Based on LabVIEW

BIAN Na¹, HOU Wei-yan^{1,2}

(1. School of Information Engineering, Zhengzhou University, Zhengzhou 450052, China;

2. School of Mechatronics Engineering and Automation, Shanghai University, Shanghai 200072, China)

Abstract: For the dynamics of wireless sensor networks system, a dynamic display collected data monitoring software written in the LabVIEW is described. The work methods are described in LabVIEW platform using on TCP/IP protocol for data collection and scanning. Users can directly receive the gateway's IP address of the gateway sending the data. Auto scan function can also choose to search for access gateway. Collected data can be saved in database module. The software is simulated, the results show that it is real-time and has good usability, operation of all functions is normal, and it adapts to the dynamic nature of wireless sensor networks well.

Key words: wireless sensor networks; graphical programming language; monitoring software; multi-thread technology

近年来,国内外市场出现了一些无线传感器网络(WSN, wireless sensor networks)监控软件,这些监控软件不仅价格高昂,而且在开发方便性、应用扩展容易性等方面都不尽如人意,这就为科研人员提出了新的课题和挑战。为此,设计了无线传感器网络的监控软件。从实际情况出发,本着低成本、动态显示的原则,基于 LabVIEW 对该软件进行设计,并解决了因 WSN 动态性对监控软件提出的新问题,具有简单、灵活和易于开

发等优点。

WSN 为在复杂环境中部署大规模的网络和实时数据采集与处理带来了希望。但同时 WSN 通常部署在无人维护、不可控制的环境中,在传感器网络使用过程中,部分节点由于能量耗尽或环境因素造成失效,也有一些节点为了弥补失效节点、增加检测精度而补充到网络中,这样在传感器网络中的节点就会动态增加或减少,使网络的拓扑结构动态变化。

根据 WSN 动态性的特点,对 WSN 监控系统的软件做出了较详细的设计方案。用户可以根据实际情况选择接入网关的数量、图案以及摆放的相对位置,进行灵活组态。当用户输入网关 IP 地址和端口号后,软件即可显示出节点数据;由于 WSN 的动态性,软件还特别增加了扫描程序,当接入网关消失或者有新的网关加入网络,用户就可以通过选择扫描功能来查询新接入的网关,并且显示网关 IP 地址及其发送的节点数

收稿日期:2011-02-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(60974097, 60904016);科技部科技特派员课题资助项目(2009JGC00013);上海市教委“机械电子工程”创新团队资助项目

作者简介:卞娜(1982—),女,河南开封人,硕士研究生,主要研究方向为无线传感器网络监控软件;侯维岩(1964—),男,河南郑州人,博士,副教授,主要研究方向为工业无线网络、无线通信技术。

据。用户通过本软件能够达到动态监测传感器网络和可视化显示传感器数据的功能。

1 监控软件开发工具介绍

LabVIEW 以其强大的测控功能和数据处理功能,可以和多种主流的工业现场总线通信以及与大多数通用标准的实时数据库链接,已被越来越多的用户所接受。与传统软件平台比较具有以下优点:开发与维护费用低;技术更新周期短(1~2 年);价格低;可复用与可重配置性强;用户可根据需要自定义功能;软件平台开放灵活;可与计算机技术保持同步发展,是与网络及其他周边设备方便互联的面向应用的软件平台。利用 LabVIEW 内部集成的 TCP/IP 协议模块,可以快速地编写出采集网卡数据的软件,然后对这些数据进行各种操作。

2 软件设计

通过本软件,用户可以方便地组合出自己需要的监控系统,软件的整体结构如图 1 所示。

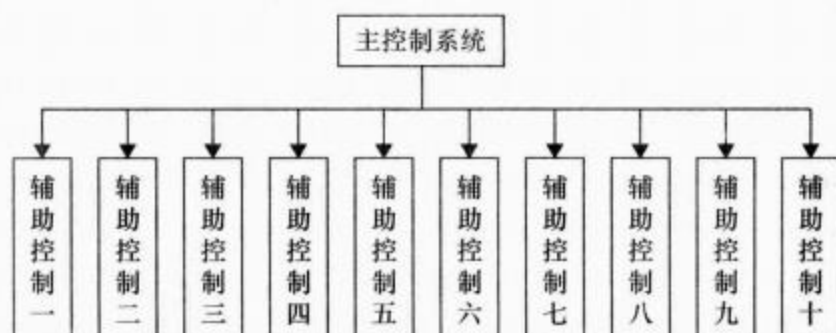


图 1 软件整体结构

主控制系统主要从整体控制各类控件及用户的操作。例如用户选择网关的图标、用户移动网关图标、修改网关数据等。辅助控制系统在接到主控制系统的指令后,对不同的网关进行不同的处理,包括 IP 动态扫描、IP 打开、IP 读取及数据保存等。每一个辅助系统控制一个单独的网关,保证了系统的实时性和不同网关之间的独立性。

本软件主要有 4 个方面的设计内容:

- ① 设计图形化人机界面,方便用户进行人机交互;
- ② 设计以太网 TCP 通信,完成软件与已知 IP 的网关通过 TCP 协议进行通信;
- ③ 设计 IP 地址自动扫描功能,在网关 IP 未知的情况下能够搜索到网关并显示其发送的数据;
- ④ 设计数据库模块,用来保存采集到的数据。

2.1 人机界面

利用 LabVIEW 设计的图形人机界面前面板如图 2 所示。用户可以按照需要选择接入网关的类型、图标样式和数量,进行灵活定义,并且可以在界面上随意

拖动摆放,组合出自己需要的监控系统;软件运行时,用户可以进行重命名网关名称、指定通信网关、选择自动扫描 IP 地址、保存采集数据等功能的操作。

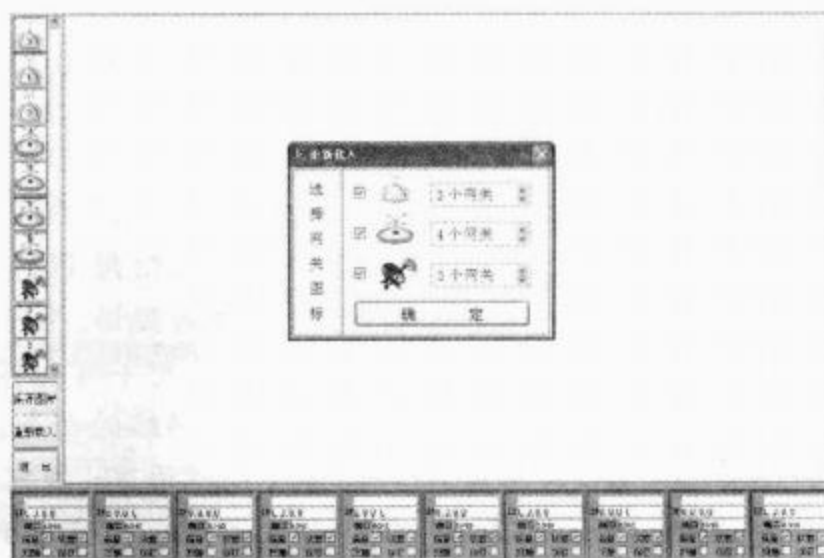


图 2 无线传感器网络监控软件人机界面

2.2 以太网 TCP 通信

LabVIEW 支持 TCP/IP 协议。TCP/IP 参考模型分为 5 层:物理层、网络接口层、互联网层、传输层和应用层。在应用层中定义了应用程序使用互联网的规程,LabVIEW 中的网络通信程序就是在应用层运行的。在 LabVIEW 中可以采用 TCP 节点来实现基于 TCP 协议的与监控系统的网络通信。TCP 节点位于 functions 模板 >> communication 子模板 >> TCP 子模板中。主要用到的是打开 TCP 连接函数和读取 TCP 数据函数。系统通过读取 TCP 函数监听当前连接的 IP 端口是否有数据,如果没有,则表示当前 IP 端口上的网关已经消失,这种策略是 IP 动态监测功能,下面详细介绍。

2.3 IP 地址动态扫描

用户打开某一端口,输入网关 IP 地址,正确读取数据,软件会直接显示数据;当网关电量耗尽、新网关加入或者用户不知道接入网关的 IP 地址时就可以选择使用 IP 动态扫描功能。当用户选择了扫描功能,软件就会自动扫描从 0.0.0.0 到 255.255.255.255 之间的 IP 地址,扫描到有数据的网关就会将数据显示出来,若扫描到的网关正在向上位机传送数据,就会放弃这个网关,继续搜寻其他有数据的网关。IP 地址动态扫描的算法,主要在并行的辅助程序中完成,此部分通过 10 个并行的循环,同时可以控制 10 个网关的独立运行。算法流程图如图 3 所示。

系统首先获取用户选择的网关信息,如选择了哪个网关、端口号、命名、是否自动扫描。获取这些信息后,系统判断是否是第一次运行,这也就是查看当前要监控的网关是否是用户新增的。如果是新增的,则按照用户设置的默认值打开 TCP 端口;如果不是新增的,则直接运行下面的程序,读取此 TCP 端口上的数据。

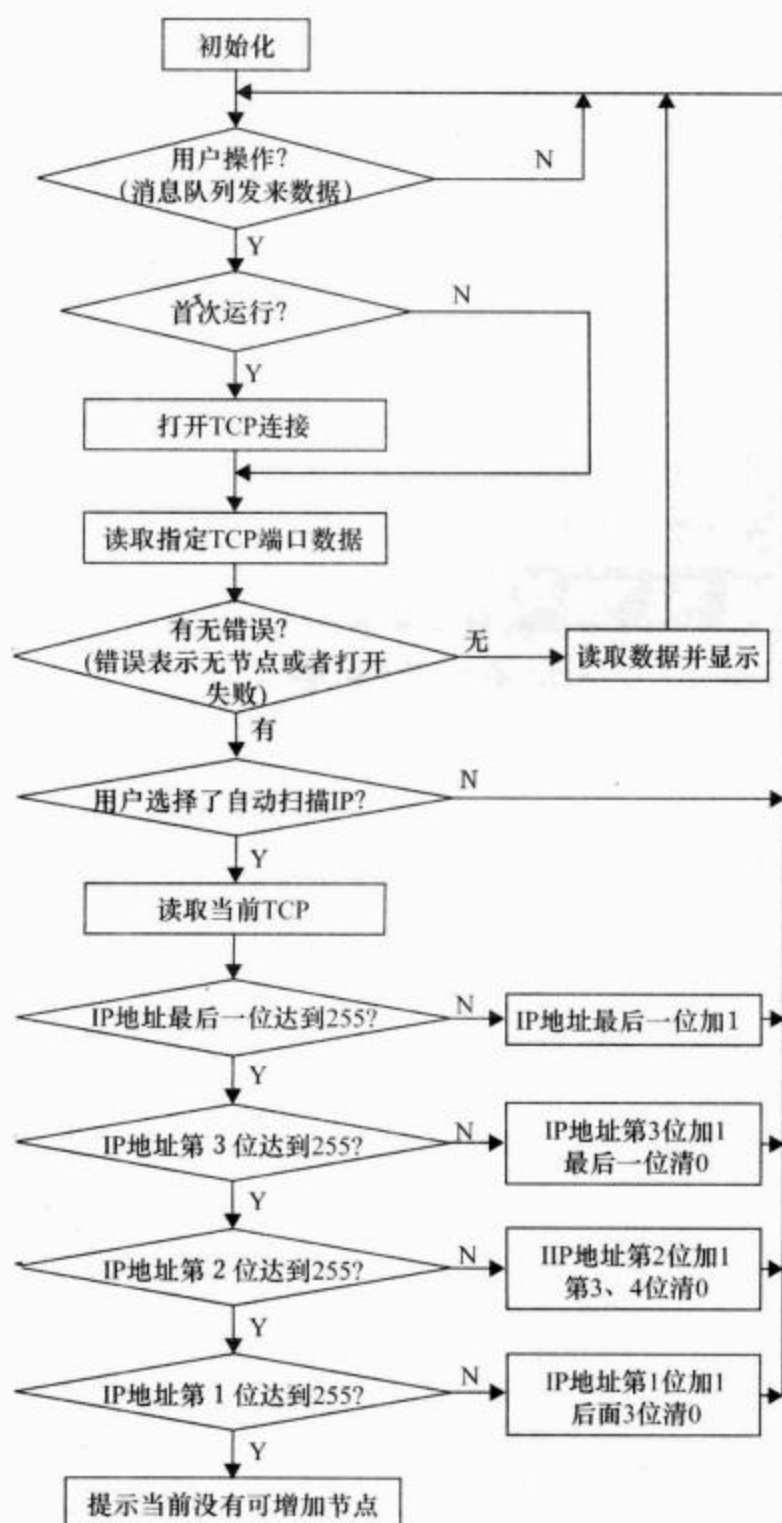


图3 自动扫描算法流程图

以读取 4 B 的过程为例。网关每一次发来的数据,前面 4 B 存放后面要发送的数据量。如果在读取这 4 B 时系统超时或者有错误,就表明此 TCP 端口有问题。这时,或者再次打开端口,或者在用户选择了自动扫描功能后开始扫描新的 IP 地址。如果用户选择了自动扫描 IP,则会进入条件结构的一个分支中,对当前 IP 地址进行解析,得出 IP 地址的 4 位,先以第 4 位与 255 比较,如果 ≥ 255 ,说明第 4 位已达到最大,进入条件结构中判断第 3 位,同时把第 4 位清 0。以此类推,对 IP 地址的 4 位进行判断。每一次只增加 IP 地址的一位,增加后又组合成 IP 格式的字符串通过函数打开当前 IP 端口。然后在下一次循环中读取此端口,如果还没有数据或者此端口正在被使用中,则读取 TCP 函数会提示错误,再次进入此分支中增加 IP 地址。此处扫描程序如图 4 所示。

2.4 数据库模块

LabVIEW 数据库链接工具包(database connectivity toolkit)站在应用层次上可以很方便地操作数据库,实现数据的保存、修改、删除和查询功能。LabVIEW 数据工具包只能操作而不能创建数据库,所以必须借助第三方数据库管理系统,但是考虑到应用方便性,本软件使用了 Access 数据库。在本系统中先创建一个数据库文件,对其命名为 data,再进行表的设计。每一个表的字段都一样,这样做主要是为了日后系统升级方便和统一,也便于数据操作,减少编程量。此处设计了 10 个表用来存放最大的 10 个节点数据量和操作。数据库程序是一个对数据库按输入语言调用的过程程序,它最大的优势在于利用系统对 SQL 数据库调用控件的属性并多次重复调用 SQL 处理。由于 LabVIEW 和其他程序之间具备很好的兼容性,故直接调用该数

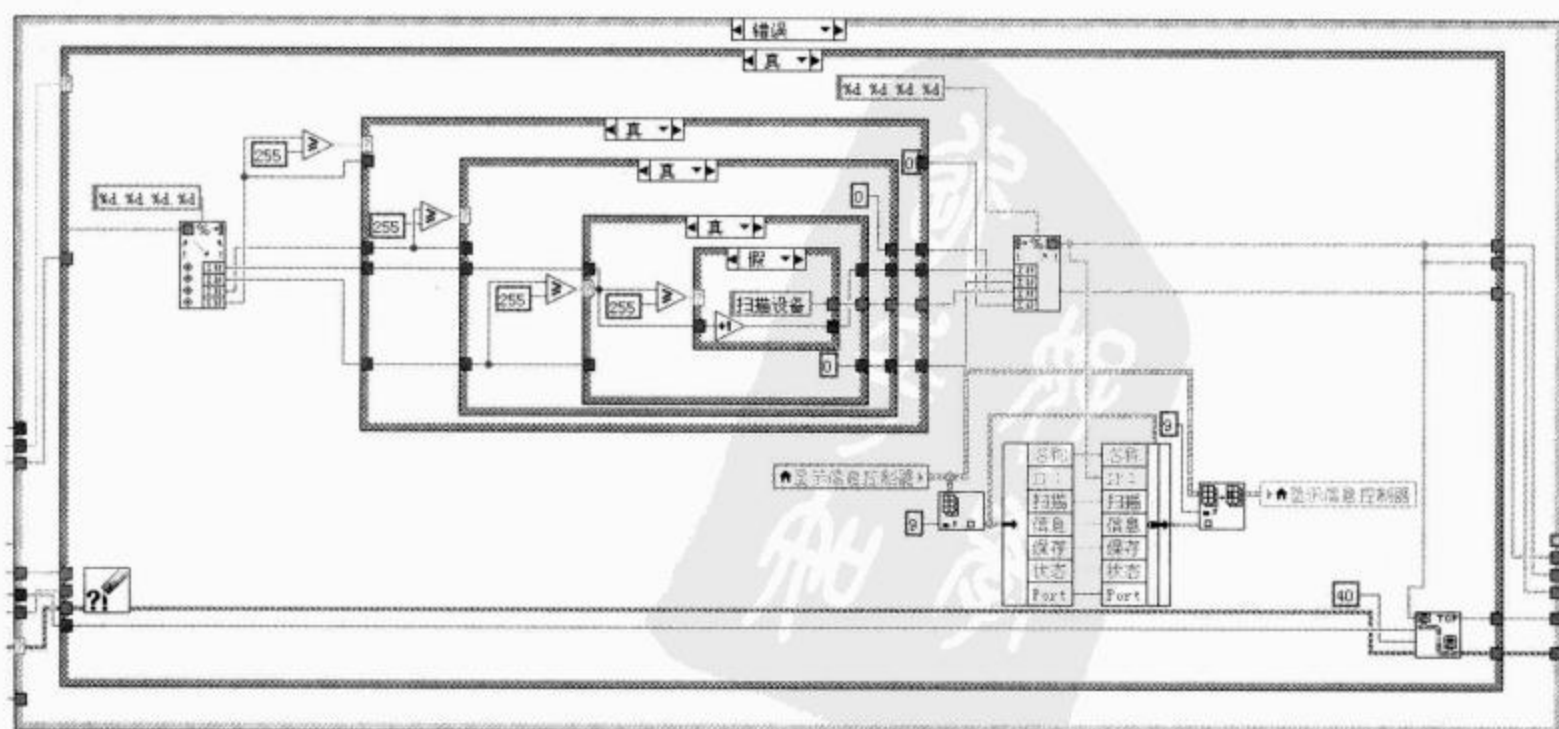


图4 扫描程序

数据库程序即可。

3 多线程技术

本系统运行时需要实现用户对界面的设计和 10 个网关间的并行执行,故在程序中创建了 11 个工作线程。一个是界面响应工作线程,专门负责用户操作元件库、移动元件及鼠标操作等;其他 10 个线程并行控制着 10 个节点各自的工作。采用多线程技术能够更好地适应工业生产环境。因为扫描不同网关、读取数据及数据存储是长年累月运行着的,如果不进行并行处理,一个操作占用过多时间将会影响其他操作及整体性能。

采用 LabVIEW 编写软件的另一个好处是:LabVIEW 把线程管理、线程间的通信等复杂操作封装起来,用户不用学习复杂的多线程编程就可以编写多线程程序。在 LabVIEW 中,图形化编程为开发多线程代码带来便利,在数据流的编程环境中,用户可以很容易地“看到”并行代码,例如两个独立的循环或子 VI 就代表两段可以并发执行的代码。本设计的软件部分采用了多线程的设计思路,将用户对不同网关的操作放在不同的线程中,利用 Windows 操作系统的多线程机制,使得各个功能模块能够有条不紊地运行。

4 软件仿真测试

本仿真测试系统包括软件和硬件两个部分。软件包括:WSN 监控软件和模仿网关向测试 PC 机发送数据的仿真测试程序。硬件包括:装有监控软件的测试 PC 机 1 台(作为接入网络下的信息接收终端),路由器 1 个,装有仿真测试程序的 PC 机(作为网关向测试 PC 机发送数据)3 台。仿真系统框图如图 5 所示。

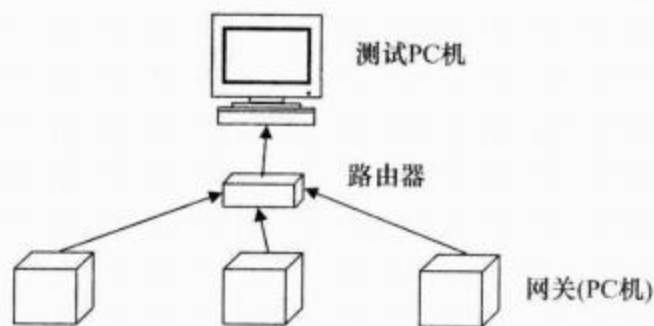


图5 仿真系统框图

本系统中适用的网关能够实现与以太网的互联。实现 WSN 通信协议与 TCP/IP 的转换。故采用 PC 机代替仿真测试。网关接收到数据包后进行数据格式转换、数据帧封装等一系列操作,并通过网卡模块将重新封装好的数据包发送给路由器。路由器通过 RJ-45 端口将数据发送给测试 PC 机。仿真采集的数据是 0 ~ 100 之间的十进制数。仿真结果如图 6 所示。

图 6 仿真结果表明,WSN 监控软件能够实时直观

地显示 WSN 的数据采集情况。

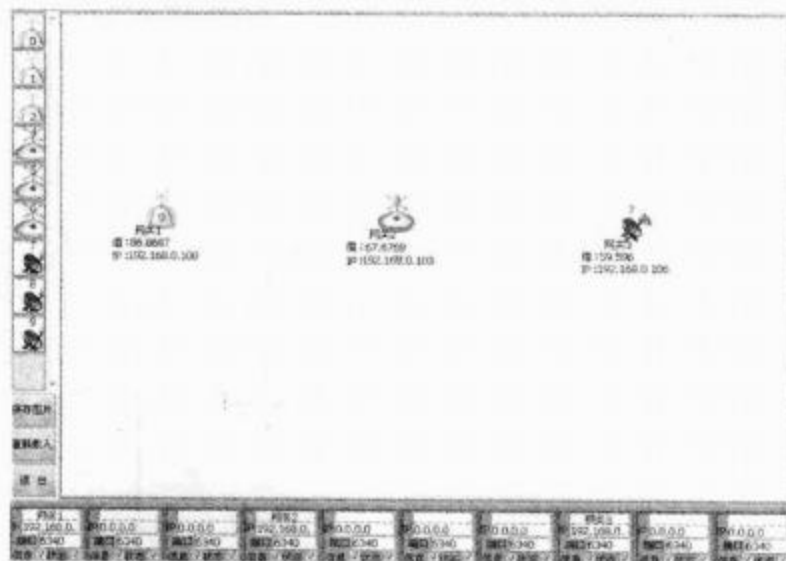


图6 仿真结果

5 结束语

本软件能够方便地监控 WSN 网关及其传送的节点数据,它具有 LabVIEW 设计的良好图形界面,无论网关 IP 是否已知都能够成功找到通信网关并保存数据,当网络节点消失,用户可以重新搜索其他正在通信的网关并查看保存数据。软件采用 LabVIEW 编写,可以清楚地看到系统中主程序及调用各个子程序的关系,可以确定程序间数据传输方式,给以后的软件维护、系统升级提供了便利。

参考文献:

- [1] Travis J, Kring J. LabVIEW 大学实用教程[M]. 第3版. 乔瑞萍,等译. 北京:电子工业出版社,2008.
- [2] 阮奇桢. 我和 LabVIEW: 一个 NI 工程师的十年编程经验[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2009-09.
- [3] Conway J. 软件工程方法在 LabVIEW 中的应用[M]. 罗霄,周毅,译. 北京:清华大学出版社,2006-04.
- [4] 谢希仁. 计算机网络[M]. 第五版. 北京:电子工业出版社,2008.
- [5] 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.
- [6] 李春雨,郑培,牛亚尊,等. LabVIEW 中利用 LabSQL 访问数据库的实现[J]. 仪器仪表用户,2009,16(2):122-123.
- [7] 张捍东,纪文志. 数据采集系统中的 LabVIEW 数据库访问技术[J]. 工业仪表与自动化装置,2009,39(4):63-66.
- [8] 张红民,李晓峰. 基于 LabVIEW 的多线程编程技术比较研究[J]. 电子技术应用,2008,34(10):89-91.

□

欢迎订阅 2012 年《测控技术》

● 订阅代号:82-533

● 定价:18.00 元/期