

基于 LabVIEW 和 Arduino 的远程监控系统设计与实现

李光明¹, 孙英爽¹, 党晓娟²

(1. 陕西科技大学 电气与信息工程学院, 西安 710021; 2. 陕西服装工程学院, 陕西 咸阳 712046)

摘要: 针对现场采集数据实时远程监控的要求, 使用本地连接硬件的计算机通过 LabVIEW 进行 Web 发布时外网无法访问; 因此为解决本地服务器 Web 发布的局限性, 提出以 Arduino 为控制器, 采用 Arduino 软件与 LabVIEW 软件交互编程的设计思想, 根据 LabVIEW 强大的功能模块和 Arduino 灵活易用的开发特点, 同时简化系统的硬件设计, 增加使用的灵活性, 使用云计算作为服务器, 设计实现了一种基于 LabVIEW 和 Arduino 的无线串口采控和实时同步 Web 发布的系统; 测试结果表明, 该系统界面友好, 运行可靠, 可扩展性很强, 可以在整个互联网上通过网页建立 Web 请求, 能够实现对现场采集的数据随时随地查看并远程控制的功能。

关键词: LabVIEW; Arduino; 云服务; Web 发布; 远程监控

Design and Implementation of Remote Monitor System Based on LabVIEW and Arduino

Li Guangming¹, Sun Yingshuang¹, Dang Xiaojuan²

(1. Institute of electric and information engineering, Shanxi University of Science and Technology, Xi'an 710021, China; 2. Shanxi Fashion Engineering University, Xianyang 712046, China)

Abstract: In the light of the requirements for remote monitoring the local collected data in real time, when using the local computer which connected with hardware to publish Web by LabVIEW, extranet can not access intranet. In order to solve the limitation of Web publishing by LabVIEW in local server, proposed the Arduino as the controller, using the design idea of interactive programming by Arduino software together with LabVIEW software, according to the powerful function module of LabVIEW as well as the flexible development characteristics of Arduino, meanwhile to simplify the hardware design of the system and increase the flexible of use, with the help of cloud computing as a server, design and implements a wireless serial acquisition and control system based on LabVIEW and Arduino, this system can also realize real-time synchronization Web publishing. The result of the test indicate that this system has characteristics of friendly interface, high reliability and expansibility, at the same time it successfully establish Web request through Webpage on the internet, moreover it can view the data collected on the spot and realize remote control anytime and anywhere.

Keywords: LabVIEW; Arduino; cloud services; Web publishing; remote monitoring

0 引言

在电子测量和仪表自动化等领域, 数据采集多采用单片机与传感器完成^[1-3]。使用常用的单片机需要具备较强的电子专业知识, 其编程比较麻烦。近年来, 国外发展的 Arduino 控制器其应用广泛^[4], 国内更多的开发者也开始投入研究。LabVIEW 基于其测试测量的设计初衷, 借助状态机设计的程序架构具有强大的灵活性和扩展性^[5], 为测控领域提供了更多的可能。但将 Arduino 与 LabVIEW 技术结合实现测量控制的研究比较少。

另外, 随着当今计算机、传感器、网络等技术的飞速发展, 物联网概念下要求实时实地监控采集数据。互联网相关服务需求促进了云计算的快速发展^[6], 借助云平台实现数据异地实时查看共享逐渐成为互联网领域研究的热点。Arduino 与互

联网建立连接技术多采用 Ethernet 扩展板或 WiFi 模块连接路由器使 Arduino 具有网络功能, 基于无线通信技术将采集数据推送至云端实现网络发布^[7-8]。LabVIEW 具有 Web 发布工具可以进行 Web 操作, 但访问 Web 页面具有网络限制的缺陷。

因此本文提出一种将 Arduino 和 LabVIEW 软件相结合, 并在云服务器上实现 Web 发布解决访问受限的系统, 最后对系统进行了实验测试。

1 系统总体结构及工作原理

系统设计将 Arduino Uno 控制器作为下位机, 主要由主控模块、温湿度检测模块、蓝牙模块及 LabVIEW 上位机组成。该系统基于浏览器/服务器 (B/S) 结构, 在服务器上进行 Web 发布, 客户端通过浏览器使用发布的统一资源定位符 (URL) 访问 Web 即发布的 VI 前面板。系统总体结构图如图 1 所示。

主要工作原理: 温湿度传感器不断采集温湿度数据给 Arduino 输入端, 通过 Arduino 搭载的 Atmega328 完成对传感器信号的处理、存储和传输。在电脑与蓝牙模块配对成功后, 当上位机程序与下位机程序中命令帧和校验帧一致时, 借助蓝牙

收稿日期: 2015-04-10; 修回日期: 2015-05-15。

基金项目: 陕西省教育厅科研专项项目 (14JK2004)。

作者简介: 李光明 (1963-), 男, 河南汝州人, 教授, 主要从事工业过程及嵌入式技术与智能控制及数字图像处理方面的研究。



图 1 系统结构图

的分布式网络结构以及快跳频和短包技术, 发送数据至上位机或者控制下位机执行指令动作, 采用时分双工传输方案实现全双工传输。

系统设计借助云计算技术为用户提供动态易扩展的虚拟化资源和数据的计算方式^[9]。其主要特点是用户无需知道云内部的细节只要按需访问同时共享资源。其中云服务是云计算的一个具体应用, 本文通过云服务来实现系统的跨网通信。因此无需借助硬件网络模块, 通过连接硬件与本地计算机, 使用云计算作为服务器, 在连接云服务器前设置其共享本地资源, 即本地所有磁盘和驱动, 以及稍后插入的驱动及设备。这样云服务器就可以方便的共享到本地串口, 再将 LabVIEW 程序放在云服务器上使前面板 VI 通过 Web 发布共享在整个广域网。只要具备网络条件就可以随时随地查看实时数据并实现远程控制动作。

2 系统硬件设计

系统硬件结构的设计主要包括两个部分: 采集控制模块和蓝牙模块。

其核心部分选用 Arduino 控制器系列中使用最为广泛的 Uno 标准板。它具有价格便宜、编程环境简易, 软、硬件开源并可扩展等优越性, 可以提高系统设计开发效率, 同时考虑到 Arduino Uno 可以通过 USB 端口及外部电源供电并给传感器提供 5 V 或 3.3 V 电源, 有效地解决了传感器供电问题。

采集的信息为室内温湿度, 选用 DHT11 数字温湿度传感器。其温湿度测量范围能够适用于实际的应用场合。同时它采用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术, 通过单线制串行接口输出完成校准的数字信号, 具有响应快、抗干扰强以及性价比高的优点。

系统采用 HC-05 蓝牙模块摆脱了短距离内有线的束缚, 增加了使用的灵活性。HC-05 是一款高性能的主从一体蓝牙串口模块, 可以在方案设计中根据实际需要需要通过软件设置主机或从机模式与具备蓝牙功能的智能终端配对。

2.1 采集控制模块

Arduino Uno 控制器核心是 Atmega328, 主要包括 14 路数字输入/输出接口, 6 路模拟输入, 一个 16 MHz 晶振, 一个 ICSP 接口以及一个复位按钮。32KB Flash 内存中 0.5KB 分作 BOOT 区储存引导程序, 实现串口下载程序功能。其中数字输入/输出端口 13 不但可以作为基本输入/输出接口, 而且与一个内置 LED 连接, 使用板载 LED 可以快速验证并显示系统远程控制状态。

Arduino 控制器首先使用 USB 供电, 成功下载 Arduino 程序至 Uno 板后, 再拔掉 USB 线并连接传感器及蓝牙模块, 通过 AC/DC 适配器进行外部供电, 蓝牙配对完毕即可实现无线

串口传输。

其中 Arduino 温湿度采集连接是将 DHT11 的 V_{CC} 、GND 分别与 Arduino 控制板上 5 V、GND 相连, DHT11 的 D_{OUT} 串联 5 k Ω 上拉电阻与 Arduino 数字引脚 2 相连。

2.2 蓝牙模块

将 HC-05 蓝牙模块的 V_{CC} 、GND、TXD (串口发送引脚)、RXD (串口接收引脚) 分别与 Arduino 的 3.3 V、GND、RXD、TXD 引脚进行连线, 然后实现无线串口的功能。系统设计中将蓝牙电脑作为主机, 可以连接多个从机模块。电脑主机如果不具备蓝牙功能, 则通过蓝牙适配器实现蓝牙功能。

蓝牙模块从机模式设置: 在蓝牙模块 KEY 引脚高电平状态下, 通过 USB-TTL 转接板建立蓝牙模块和电脑 USB 接口间的连接, 借助串口调试助手发送 AT 指令进行相应修改。设置完毕后 KEY 引脚悬空。

3 系统软件设计

Arduino 使用 Arduino IDE (集成开发环境) 作为开发平台完成代码的校验以及烧录。其最大的优点是可以根据用户需要导入开放的第三方库来增加硬件的支持。通常在 Arduino 代码的最开始调用这些库, 只要依照 Arduino 编程规则, 开发者不需要熟知导入硬件模块的底层复杂通讯时序和工作原理就能够完成程序的设计, 因此大大提高了开发效率。

LabVIEW 是美国 NI 公司推出的一种易学易用图形化编程语言, 编程环境由前面板和程序面板两部分组成。其中有专门对 Arduino 进行控制的工具包 LabVIEW Interface for Arduino (LIFA), 该工具包需要安装 NI VISA 驱动。借助此工具包, 可以快速完成 Arduino 端口控制以及传感器数据采集和控制。但是, 官方工具包函数库中传感器型号有限, 而在安装 VISA 驱动的基础上使用 VISA 函数同样可以实现 LabVIEW 与 Arduino 的交互。鉴于系统设计为蓝牙串口方式传输数据, 因此通过蓝牙驱动管理软件生成虚拟串口供 LabVIEW 使用。

3.1 Arduino 软件结构设计及实现

为满足系统具有可扩展性和易用性, Arduino 编程总体结构设计包括以下 3 个过程:

- 1) 导入第三方库, 然后调用此库, 并进行一些必要的管脚定义和变量声明;
- 2) 调用 setup 函数, 而且在整个程序中只调用一次, 然后使用该函数进行端口模式设置, 并初始化串口通信;
- 3) Arduino 程序的主体部分设计, 通过 loop 函数定义采集控制程序的子函数。

Arduino 程序实现的主要过程为: 将 DHT11 库导入 Arduino IDE 库, 通过 `include <DHT11.h>` 调用此库, 使用 DHT11 库中的 `dht.getTemperature ()` 和 `dht.getHumidity ()` 获取温湿度值; 定义温度采集和湿度采集命令字, 同时, 为显示系统远程控制的状态, 考虑实验的易用性, 采用板载 LED 灯, 定义远程控制打开和远程控制停止命令字; 初始化串口并将波特率设定为 9 600; 主程序判断并接收和测试串口数据, 命令帧头有效时发送数据; 为保证接收的数据不丢失, 在判断串口是否接收到数据时加入延时; 为保证数据的正确性, 数据帧中设置校验帧。

根据其结构设计的基本过程, 系统 Arduino 程序设计的流程图如图 2 所示。

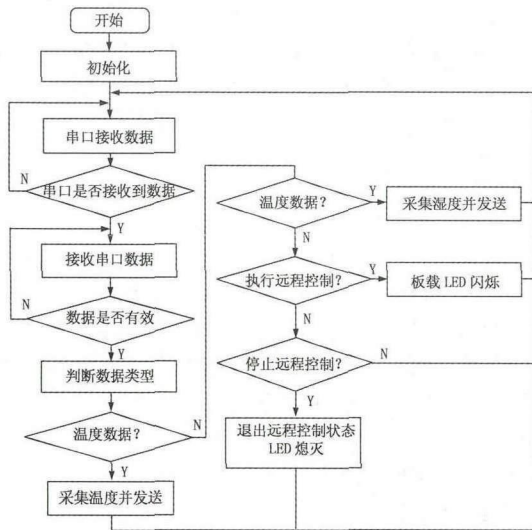


图 2 Arduino 程序流程图

3.2 LabVIEW 软件结构设计及实现

根据系统采控的数据，设计 LabVIEW 前面板：包含串口号选择下拉框，温湿度显示仪表和数字量显示，打开及停止远程控制按钮，远程控制状态指示灯，温度过高报警指示灯，设置停止按钮用于整个程序的终止。

上位机主程序编程面板结构的设计，采用状态机模型：顺序结构+While 循环+事件结构。

LabVIEW 程序具体实现步骤如下：

1) 顺序结构第一帧。

配置串口：串口配置项包括是否启用终止符、VISA 资源名称、波特率、数据比特、奇偶校验以及错误输入；前面板创建的远程控制状态指示灯通过为属性节点闪烁项写入假常量熄灭，即程序开始运行后在没有打开远程控制指令前 LED 灯始终保持熄灭状态；温度过高报警指示灯由属性节点设置为不可见。

2) 顺序结构第二帧。

While 循环嵌套事件结构：事件结构分支包括采集温湿度事件、打开远程控制事件和停止远程控制事件。通过定义与 Arduino 程序相同的校验帧头与命令帧头，对应相应的操作事件，具体事件由前面板按钮触发。其中采集温湿度程序如图 3 所示。

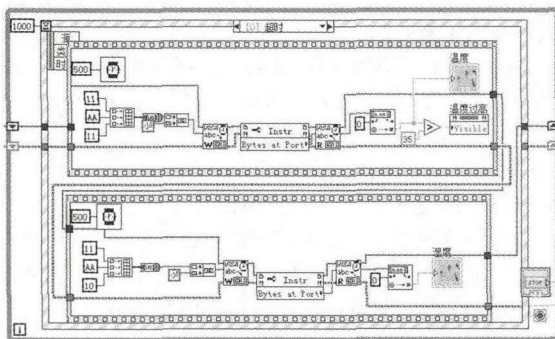


图 3 LabVIEW 温湿度采集程序

3) 顺序结构第三帧。

为增加系统性能的可靠性以及合理利用资源，因此在第二

帧程序执行后，有必要对串口进行关闭以释放资源提高效率。

4 云发布及系统测试

4.1 云发布

在云服务器上 Web 发布时，先进行适当的配置，然后发布，其流程如下：

1) LabVIEW 自带的 Web 服务器本地调试 Http 端口默认为 80，远程前面板服务器 Http 端口为 8 000，还可以根据云服务器的具体开放端口进行相应更改；

2) 启动 LabVIEW Web 服务器，发布页面的查看模式设置为内嵌，客户端可以远程查看和控制前面板；

3) 设置 HTML 输出内容，具体包括文档标题、页眉、页脚；

4) 设置网页本地保存目录及英文字符 VI 名，生成 (URL) 并保存至磁盘，自动生成的 URL 格式为：http://计算机名/VI 名.html；

5) 根据云服务器连接的计算机名以及 Web 发布端口路由表的端口映射修改 URL，更新的 URL 格式为：http://本机 Internet 地址：路由表中服务器 Web 发布使用的 http 端口号/VI 名.html；

6) 关闭云服务器高级安全 Windows 防火墙的域配置文件和公用配置文件。

Web 发布成功后进行测试分析，其结果如图 4 所示。

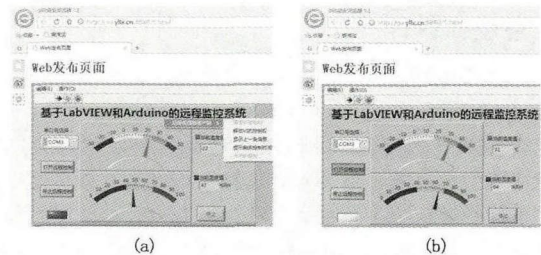


图 4 系统测试结果

4.2 测试结果分析

Arduino 的 TXD、RXD 指示灯不断闪烁，连续采集温湿度数据；蓝牙模块配对成功后其 LED 输出高电平。从系统测试结果图 4 中可以得出：该网页可以通过请求 VI 控制权后获得权限控制前面板程序，根据实际选择串口后点击运行程序，即可获取连接硬件的本地温湿度。其值分别显示在不同仪表内，上面指针表示温度，使用不同颜色将其量程分为 5 段，分别表示防冻伤、寒冷、舒适、炎热和防暑；下面指针表示湿度，其量程分为 3 段：干燥、舒适、潮湿。如图 4 (a) 所示，当前温度值显示为 22 ℃，湿度为 47% RH，此状态比较舒适，另外页面 LED 与板载 LED 均为熄灭状态。为了验证系统的实时性，点击打开远程控制按钮，开启系统加热加湿设备，此时 Web 页面温度仪表和湿度仪表数值持续增大。从测试结果图 4 (b) 可以看到：温度值已升高至 31 ℃，湿度值升高至 64% RH，Web 页面远程控制状态指示灯持续闪烁，与板载 LED 保持一致，提示用户正在进行远程控制。程序设计中温度大于 35 ℃时会显示报警指示灯提醒用户注意。通过停止远程控制按钮将终止此过程。而页面停止按钮可以终止整个程序，根据需要可以随时释放 VI 控制权。

(下转第 3528 页)

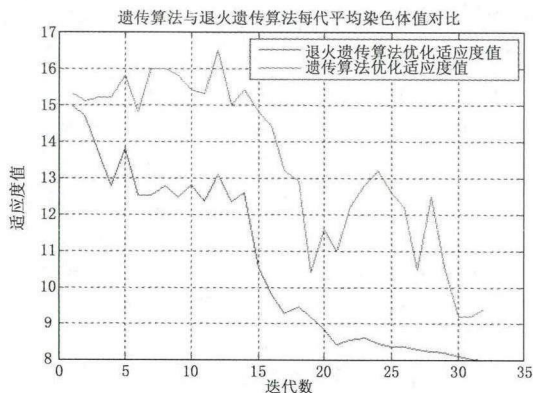


图 3 GA 与改进的 SAGA 算法平均每代染色体值对比

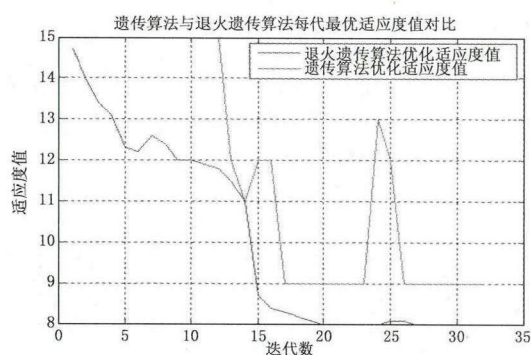


图 4 GA 与改进的 SAGA 每代最优适应度值对比

准确率有明显提高, 比传统退火遗传运行时间大幅减小, 同时克服了凭经验设定算法参数时分类准确率不高的问题, 不过改进的 SAGA 搜索时间还是较 GA 更长, 在故障诊断高精度要

术, 2011, 30 (12): 66-68.

(上接第 3524 页)

通过测试, 在位于任一网络的计算机浏览器内输入更新的 URL 均可建立 Web 请求, 本机在第一次建立 Web 请求前需要安装 LabVIEW 运行引擎 (Run Time) 以获取程序远程浏览和控制功能。

5 总结

本文结合 LabVIEW 软件和 Arduino 控制器, 借助云服务设计实现了一个远程监控系统, 跨越了局域网与广域网之间的鸿沟, 随时随地可以监视采集数据并实现远程控制。实验中采集数据为温湿度, 系统整体的扩展性极强, 可以根据使用者的需要加入相应传感器并依照设计框架进行编程。

另外, 通过打开远程控制后板载 LED 状态及页面仪表变化测试其效果, 系统可以增加硬件设备供用户根据室内空气状态做出相应的远程控制动作。系统采用蓝牙无线串口方式通信, 蓝牙模块设置为从机模式, 所以, 在蓝牙传输距离内, 可增加从机模块采控多点信息。最终, 借助云技术还可以为后续数据存储和处理提供安全可伸缩的空间。本系统充分结合软件和硬件自身的优越性, 为一些复杂的远程监控系统提供了一种模型架构, 具有很大的扩展空间以及重要的参考价值。

参考文献:

[1] 叶 钢. 基于 SHT11 温湿度测量仪的设计 [J]. 国外电子测量技

术, 2011, 30 (12): 66-68.

参考文献:

[1] Harinath S, Pihlgren R. SQL Server 2012 analysis services 高级教程 (第二版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2013.

[2] 黄兴荣, 李昌领. 基于 SQL Server 2005 的数据挖掘的研究 [J]. 计算机与现代化, 2010, (5): 195-198.

[3] 朱德利. SQL Server 2005 的数据挖掘与商业智能完全解决方案 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2007.

[4] 熊建芳, 高 继, 任贺宇. 基于 ASP.NET 的 ADO 月 ADO.NET 分析与研究 [J]. 计算机与现代化, 2006, (7): 56-58.

[5] MacLennan J, Tang Z H, Crivat B. 数据挖掘原理与应用 (第 2 版) [M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.

[6] Han J W, Micheline K. Data mining concepts and techniques [M]. San Francisco Morgan Kaufmann Publishers, 2001.

[7] 王银年, 葛洪伟. 求解 TSP 问题的改进模拟退火遗传算法 [J]. 计算机工程与应用, 2010, 46 (5): 44-47.

[8] 吕学勤, 陈树果, 林 静. 求解 0/1 背包问题的自适应遗传退火算法 [J]. 重庆邮电大学学报 (自然科学版), 2013, 25 (1): 139-142.

[9] 陈建安, 郭大伟, 徐乃平, 等. 遗传算法理论研究综述 [J]. 西安电子科技大学学报, 1998, 25 (3): 363-368.

[10] 万 鹏, 王红军, 徐小力. 局部切空间排列和支持向量机的故障诊断模型 [J]. 仪器仪表学报, 2013, 33 (12): 2789-2795.

[11] 文福拴, 韩祯祥. 基于遗传算法和模拟退火算法的电力系统的故障诊断 [J]. 中国电机工程学报, 1994, 14 (3): 29-35.

[12] 张大为, 段哲民, 李 鹏, 等. 基于遗传算法和支持向量机的故障诊断方法 [J]. 计算机测量与控制, 2010, 18 (8): 1745-1747.

[13] 陈法法, 汤宝平, 马婧华. 基于遗传退火优化 MSVM 的齿轮箱故障诊断 [J]. 振动、测试与诊断, 2014, 34 (4): 699-704.

[2] 陈树成, 杨志勇, 王建佳. 低功耗农业大棚温湿度测量仪设计 [J]. 农机化研究, 2014 (08): 62-66.

[3] 郭阳明. 基于虚拟仪器的温湿度测量系统设计与实现 [J]. 计算机仿真, 2008, 25 (5): 302-305.

[4] 蔡睿妍. Arduino 的原理及应用 [J]. 电子设计工程, 2012, 20 (16): 155-157.

[5] 聂 影, 冯向军, 廖 瑛, 等. 基于 LabVIEW 的状态机模型研究 [J]. 计算机测量与控制, 2007, 15 (9): 1166-1168, 1171.

[6] Dean J, Ghemawat S. MapReduce: Simplified data processing on large clusters [J]. Communications of the ACM, 2008, 51 (1): 107-113.

[7] 玄兆燕, 唐佳明, 陈学斌, 等. 农田环境信息采集系统设计与实现 [J]. 自动化仪表, 2014, 35 (11): 41-43, 47.

[8] 王彦集, 张瑞瑞, 陈立平, 等. 农田环境信息远程采集和 Web 发布系统的实现 [J]. 农业工程学报, 2008, 24 (s2): 279-282.

[9] 方 巍, 文学志, 潘吴斌, 等. 云计算: 概念、技术及应用研究综述 [J]. 南京信息工程大学学报 (自然科学版), 2012, 4 (4): 351-361.

[10] Swain N K, Anderson J A, Singh A. Remote data acquisition, control and analysis using LabVIEW front panel and real time engine [A]. Ocho Rios, St. Ann, Jamaica: IEEE SOUTH-EASTCON [C]. 2003.