

DOI:10.19651/j.cnki.emt.1802151

基于 LabVIEW 的土壤温湿度实时监测系统设计*

侯伟 张小洁 耿凡娜 白蕾 丁伯欢

(陕西工业职业技术学院 电气学院 咸阳 712000)

摘要: 在农田灌溉中土壤的温度和湿度是影响农作物生长发育的关键参数,因此获取土壤温湿度信息以制定人工干预调节措施是稳固生产的重要保证,也是实现智能灌溉的前提。以 AT89S52 单片机为主控芯片,结合温湿度传感器和计算机,搭建了一套农田土壤温湿度监测硬件平台;以美国国家仪器公司的 LabVIEW 为软件开发平台,设计并编写了基于状态机程序架构的上位机软件,实现了友好的用户交互界面,完成了对土壤温度、湿度的实时测量、显示与记录等功能,并利用前面板网络发布功能实现了实时监测系统的局域网远程控制。经测试,本系统工作可靠、测量精度高、结构简单、运行稳定、易于调试和扩展,可以准确而且高精度地测量出土壤的温湿度。

关键词: LabVIEW;温湿度传感器;微处理器;远程监控;智能灌溉

中图分类号: TP311.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 520.4030

Design of real-time monitoring system for soil temperature and humidity based on LabVIEW

Hou Wei Zhang Xiaojie Geng Fanna Bai Lei Ding Bohuan

(Department of Electrical Engineering, Shaanxi Polytechnic Institute, Xianyang 712000, China)

Abstract: The temperature and humidity of soil are the key parameters affecting the growth and development of crops, soil temperature affects the growth and development of plants and soil. The formation of various biochemical processes in soil, such as the biochemical and inanimate chemical processes caused by microbial activities, is affected by soil temperature. Soil moisture is also a basic condition for crop growth and development and an important parameter for crop yield prediction. Therefore, we should get information on soil temperature and humidity to formulate manual intervention measures. Application is an important guarantee for stable production. In this paper, AT89S52 microcontroller as the main control chip, combined with temperature and humidity sensors and computers, built a set of farmland soil temperature and humidity monitoring hardware platform; LabVIEW, a software development platform of National Instrument Corporation of America, designs and compiles the host computer software based on the state machine program framework, which realizes friendly users. Interactive interface, complete the real-time measurement of soil temperature and humidity, display and record functions, batch data storage and management, using statistics. Data analysis, data query results draw statistical histogram, generate reports. By using the function of the front panel network release, the local area of the real-time monitoring system is realized network remote control. Tests show that the system works reliably, has high measurement accuracy, simple structure, stable operation, easy to debug and expand, and can accurately and accurately measure soil temperature and humidity.

Keywords: LabVIEW; temperature and humidity sensor; remote monitoring; microprocessor; intelligent irrigation

0 引言

智能灌溉是一种现代化高效节水的灌溉方式,智能灌溉自动控制系统是集自动控制技术、传感器技术、通信技术、计算机技术等于一体的灌溉管理系统。

随着农业及园林业的发展,水资源的不断升值,传统灌溉正在被现代智能灌溉系统取代并得以推广。智能灌溉不仅可以根据环境情况和农作物需求合理提供灌溉水量,提高农田水利灌溉效率,而且节约水资源,利于可持续发展。利用此技术可以解决目前国内大面积灌溉,自动化程度低,

收稿日期:2018-09-28

* 基金项目:陕西工业职业技术学院项目(ZK18-50)资助

水资源浪费严重的问题。智能灌溉需要对环境变量进行监测以便选择灌溉策略,特别是温湿度数据。在国内外,不同农业环境的监测都已经使用了无线传感网络技术^[1],将其应用在土壤温湿度监测系统中,可以轻松实现对土壤温湿度的快速实时测量,也可以对农作物的各个成长阶段的情况进行监测^[2]。将其应用在土壤温湿度监测系统中,可以轻松实现对土壤温湿度的快速实时测量,也可以对农作物各个成长阶段的情况进行监测。

本文针对智能灌溉应用,研究多样性土壤信息的获取与处理技术,设计土壤信息的低成本采集、传输与控制系统;实现对土壤温湿度高效、实时、统一、精准的管理。基本思路以温湿度为基本监控元素,设计能完成对土壤温湿度信息的可控采集、数据可视化和记录、远程显示、与为自动灌溉提供依据的系统平台。该系统具有成本低、开发周期短、稳定性高、可维护性好等特点。

1 系统整体方案

本系统由温湿度传感器 DHT11、AT89S52 单片机和计算机构成^[3],如图 1 所示。通过温湿度传感器对土壤中的温度、湿度进行实时测量,经单总线将测量数据传递给单片机,单片机通过串口与上位机进行通信,上位机接收到温湿度数据后根据用户的操作实现温湿度数据的实时显示和存储^[2-3]。上位机软件采用美国国家仪器公司(NI)的虚拟仪器开发平台 LabVIEW^[4-5]来实现,该平台不仅能够实现友好的用户界面,而且提供的 VISA 模块可以快速完成上位机与单片机的串口通信编程,利于系统的快速开发与维护。通过前面板网络发布,可以在局域网其他计算机通过网页访问和控制上位机,进行实时监控与控制。

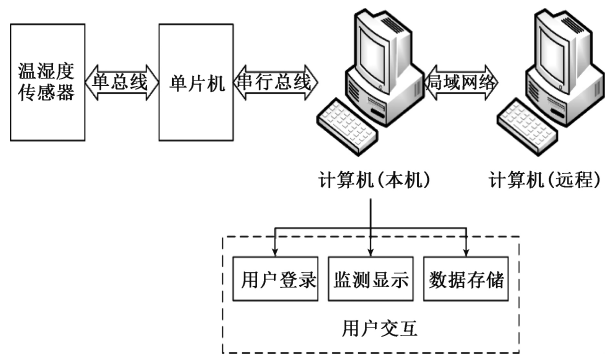


图 1 系统总体框图

2 系统硬件设计

2.1 微处理器

本文采用 Atmel 公司的 AT89S52 作为下位机核心芯片,控制温湿度传感器采集数据,完成与上位机的串口通信^[6]。AT89S52 是一款低功耗、高性能 CMOS8 位微控制器,具有以下标准功能。

- 1) 8 Kbyte 的字节 Flash,256 byte 的 RAM;
- 2) 32 位可编程 I/O 口线;
- 3) 看门狗定时器;
- 4) 2 个数据指针;
- 5) 3 个 16 bit 定时器/计数器;
- 6) 1 个 6 向量 2 级中断结构;
- 7) 全双工串行口。

AT89S52 可以满足本系统的应用要求。

2.2 温湿度传感器

温湿度的测量采用 DHT11 数字温湿度传感器,它是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器,能够实现量程 20% RH~90% RH、精度±5% RH 的湿度测量,以及量程 0~50℃、精度±2℃ 的温度测量。它应用专用的数字模块采集技术和温湿度传感技术,确保产品具有极高的可靠性和卓越的长期稳定性。传感器包括 1 个电阻式感湿元件和 1 个 NTC 测温元件,并与 1 个高性能 8 bit 单片机相连接。因此该产品具有品质卓越、超快响应、抗干扰能力强、性价比极高等优点。DHT11 通过单总线与单片机进行通信,占用资源少,编程实现简单^[7]。超小的体积、极低的功耗,信号传输距离可达 20 m 以上,使其成为各类应用甚至最为苛刻的应用场合的最佳选则。

2.3 通信接口

本系统采用 RS232 串行通信,其最大通信距离为 15 m,之所以没有选用工业常用的 RS485,是因为在实际使用中测量系统和控制系统之间距离并不远。系统利用 Prolific 公司生产的一种高度集成的 RS232-USB 接口转换器 PL2303,实现单片机 RS232 串行通信装置与计算机 USB 功能接口的便利连接,利用 VISA 驱动实现单片机与计算机的串口通信^[8]。串口通信电路原理如图 2 所示,作用为将单片机的 TTL 电平转化为 PC 的 RS232 电平。

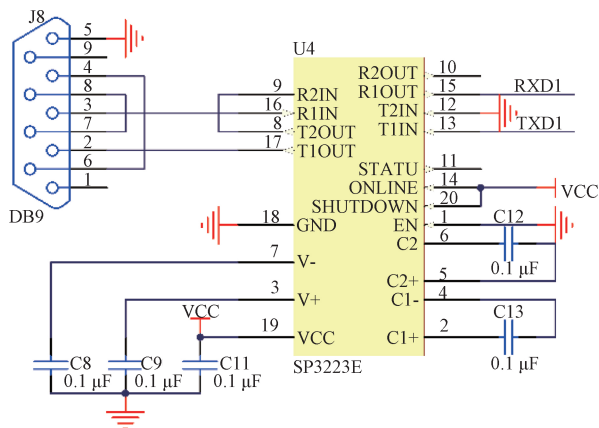


图 2 串口电路原理

2.4 系统硬件电路原理图

土壤温湿度实时监测系统硬件电路原理如图 3 所示。

土壤温湿度采集与显示电路可将检测到的土壤湿度模拟量放大转换成数字量通过单片机内程序控制精确的将温度与湿度分别显示在LED数码管显示屏上,通过单片机内的中

断服务程序判断是否要给盆花浇水,若需浇水,则单片机系统发出浇水信号,驱动电机工作,开始浇水,若不需要浇水,则进行下一次循环检测。

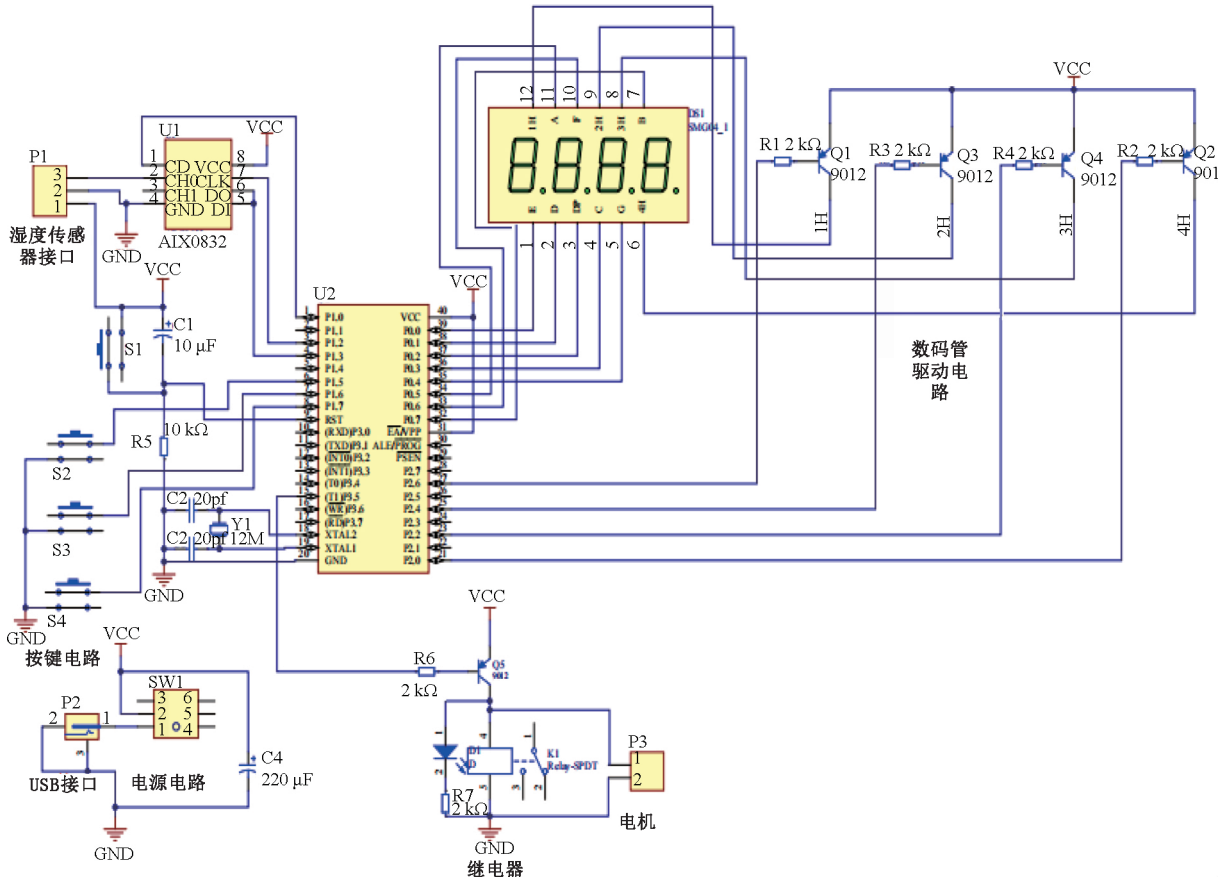


图3 系统硬件电路原理

3 系统软件设计

3.1 上位机软件设计

上位机软件采用字符串状态机程序架构,主要由条件结构和一个 While 循环组成,根据字符串内容由条件结构执行相应的状态。程序流程如图4所示。程序启动后,首先通过 VISA 模块设置串口并进行初始化,然后每隔1 min 向下位机发送一次采集命令,控制下位机进行温湿度采集,并从串口读取温湿度数据进行处理与显示,由用户选择是否记录数据,当按下“EXIT”按钮时,关闭上位机串口通信并退出程序^[9]。

图5所示为上位机用户界面。界面中可以显示当前温湿度值、某段时间内的温湿度变化曲线、温湿度数据列表,右下角两个布尔控件分别控制数据记录与软件退出。用户界面简洁美观,数据显示清晰明了,方便用户使用。图6所示为上位机软件程序框图。可以看出由条件结构、while 循环和字符串构成的状态机,分为初始化状态、monitor 状态和 exit 状态,采集命令的发送、温湿度数据的

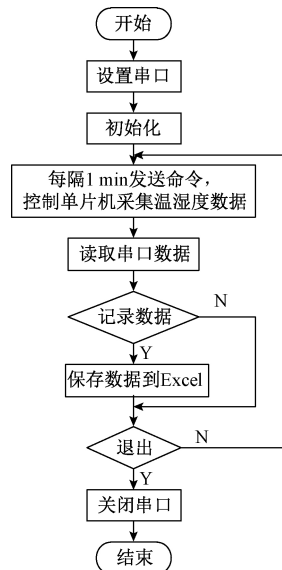


图4 上位机软件流程

采集、数据显示和记录保存均在 monitor 状态中完成。上位机串口通信是利用 LabVIEW^[10] 提供的 VISA 模块中的一系列函数对串口进行操作,包括 VISA 设置函数、VISA 写入函数、VISA 读取函数、VISA 关闭函数,分别用于完成串口参数设置(包括 COM 口、波特率、校验位、字节位数等)、串口数据发送、串口数据读取和串口资源释放任务^[11]。

农田土壤温湿度实时监测系统

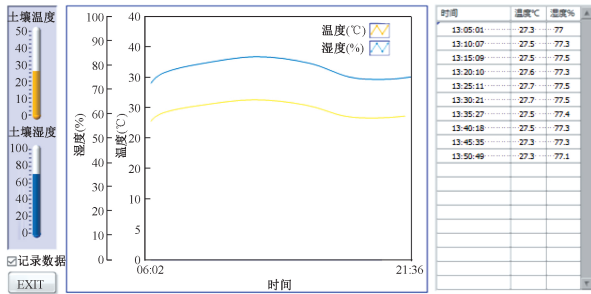


图 5 上位机用户界面

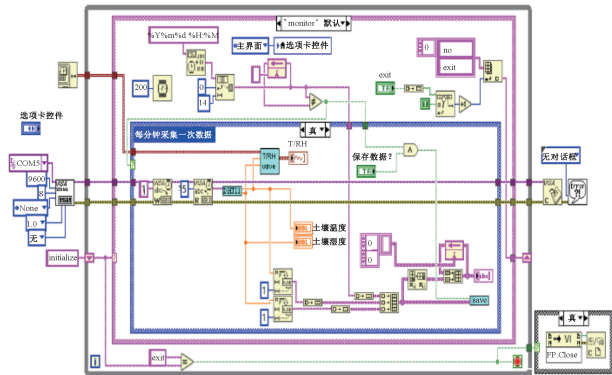


图 6 上位机程序框图

3.2 下位机软件设计

下位机程序采用 C 语言,利用 Keil 软件编写和编译^[12],并通过串口下载到 AT89S52 中运行。软件由主程序、初始化程序、串口发送程序、串口接收中断程序、DHT11 温湿度采集程序组成,其软件结构如图 7 所示。

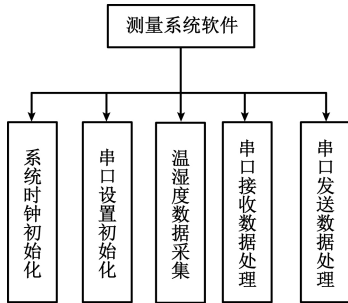


图 7 下位机软件结构

配置,设置了波特率和相关中断;当串口接收到上位机发送的命令中断后,由 DHT11 温湿度采集程序进行土壤温湿度的测量,通过串口发送程序将测量数据发送给上位机,由上位机对数据进行解析。当接收到上位机命令再次中断时,执行新的测量与数据发送^[13-15]。其过程软件流程如图 8 所示。

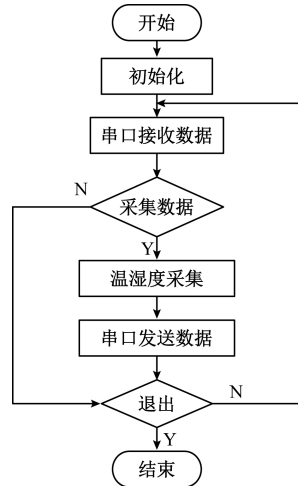


图 8 下位机软件流程

2) 数据采集程序设计

DHT11 为单线制串行接口,即 DATA 用于微处理器与 DHT11 之间的通信和同步,采用单总线数据格式,一次通信时间 4 ms 左右,数据分小数部分和整数部分,具体格式如下。

一次完整的数据传输为 40 bit,高位先出。格式:8 bit 湿度整数数据+8 bit 湿度小数数据+8 bit 温度整数数据+8 bit 温度小数数据+8 bit 校验和。数据传送正确时校验和数据等于“8 bit 湿度整数数据+8 bit 湿度小数数据+8 bit 温度整数数据+8 bit 温度小数数据”所得结果的末 8 位。

AT89S52 发送一次开始信号后,DHT11 从低功耗模式转换到高速模式,等待主机开始信号结束后,DHT11 发送响应信号,送出 40 bit 的数据,并触发一次信号采集。如果没有接收到主机发送开始信号,DHT11 不会主动进行温湿度采集,采集数据后转换到低速模式^[16]。

4 实验数据

完成系统设计后,经实际测试的部分传感器数据如表 1 所示。

从表 1 可以看出,采集的温湿度数据稳定,无数据丢失、失真现象。与现场实际情况对比,采集出的数值与实际值相符。经多次长时间测试运行,本系统工作可靠,测量精度高,可以准确而且高精度的测量出土壤的湿度^[17-18]。

表1 传感器部分测量数据

时间	登录名	温度/℃	湿度/%
11:12:23	1	25.8	60
11:20:08	1	25.8	60
11:23:50	1	25.8	60
11:26:28	1	25.8	60
11:30:23	1	25.8	60
11:43:25	2	25.8	72
11:44:25	2	25.8	72
11:45:25	2	25.8	72
11:46:25	2	25.8	72
11:47:25	2	25.8	72

5 结 论

本文设计了一套基于LabVIEW的农田土壤温湿度实时监测系统。以AT89S52单片机为主控芯片,结合温湿度传感器和计算机,搭建温湿度监测硬件平台;以美国国家仪器公司的LabVIEW为软件开发平台,设计并编写了基于状态机程序架构的上位机软件,利用VISA模块实现串口通信,设计了友好的用户交互界面,完成了对土壤温度、湿度的实时测量、显示与记录等功能,并利用前面板网络发布功能实现了实时监测系统的局域网远程控制。本文系统成本低、开发周期短、稳定性高、易维护,便于应用推广。

参考文献

- [1] MORRIS A S, LANGARI R. Chapter 12-Data Acquisition with LabVIEW[M]. Amsterdam: Elsevier Inc, 2016.
- [2] ZHANG Q X, J TILT J K. Application of fuzzy logic in an irrigation control system[C]. Proceedings of The IEEE International Conference on Industrial Technology, 1996.
- [3] 苏远锋. 智能化温室自动控制系统设计研究[J]. 企业技术开发, 2015, 34(26): 26-28.
- [4] 于永会, 唐军. 基于单片机的温湿度采集系统[J]. 现代机械, 2013, (3): 41-43.
- [5] 李朝晖, 余英林. 一种视频文本自动定位、跟踪和识别的方法[J]. 中国图象图形学报. 2005, 4, 10(4): 457-462, 399.
- [6] 杨乐平. LabVIEW 程序设计与应用[M]. 北京: 电子工业出版社, 2005.
- [7] 刘君华. 基于LabVIEW的虚拟仪器设计[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003: 71-78.
- [8] 朱虹. 数字图像处理基础[M]. 北京: 科学出版社, 2005: 86-92.
- [9] 迪克斯. 蔡利栋译. 人机交互[M]. 第3版. 北京: 电子工业出版社, 2006.
- [10] 张瑞娟. 基于视频图像的运动目标检测与跟踪算法研究[M]. 大连: 大连理工大学出版社, 2009.
- [11] 李智勇. 智能交通控制理论及其应用[M]. 北京: 科学出版社, 2003.
- [12] 吴晓艳. 基于单片机的大棚温湿度远程监控系统设计[J]. 自动化与仪器仪表, 2015(7): 14-15, 17.
- [13] 陶佰睿, 衡文丽. 基于单片机的温室大棚LED智能补光系统设计[J]. 西北大学学报, 2016, 37(10): 181-184.
- [14] 李洪波. 基于单片机的蔬菜大棚智能控制系统设计[J]. 科技风, 2016(1): 21.
- [15] 刘军, 薛蓉, 王得发. 基于小波变换的电力变压器继电保护研究[J]. 电子测量技术, 2016(1): 22-26.
- [16] 高爱华. 基于单片机和MCGS的温室监控系统[J]. 数字技术与应用, 2016(1): 16-19.
- [17] 黎运宇, 孔德荣. 基于单片机AT89S52的蔬菜塑料大棚恒温控制系统[J]. 广西民族师范学院学报, 2016, 33(3): 17-19.
- [18] 杨忠仁. 基于LabVIEW的数据采集系统[J]. 电子测量技术, 2016, 33(3): 17-20.

作者简介

侯伟, 讲师, 主要研究方向为智能仪器仪表的开发, 机电系统测控技术。

E-mail: 26813951@qq.com