

# 基于 LabVIEW 与单片机的温度采集监控系统设计

朱银龙<sup>1,2,3</sup>, 华超<sup>1</sup>, 陈昕<sup>1</sup>, 耿令波<sup>2</sup>, 胡志强<sup>2</sup>, 宋爱国<sup>3</sup>

(1. 南京林业大学 机械电子工程学院, 南京 210037;

2. 机器人学国家重点实验室(中国科学院沈阳自动化研究所), 沈阳 110016;

3. 东南大学 仪器科学与工程学院, 南京 210096)

**摘要:** 利用温度传感器 DS18B20 与 AT89C51 单机构建温度采集监控硬件系统, 上位机采用 LabVIEW 平台开发应用程序, 通过串口通信实现温度采集系统与上位机之间的数据传输与通信; 系统可以实现温度实时数据的采集、显示、报警、存储与回放; 当实际温度超过设定范围时, 输出信号进行加热或通风操作; 温度检测系统在电热水壶周围进行温度检测时的界面, 温度分别达到了 47.5 °C 及 65.3 °C; 表明, 该系统可以有效地监测温室大棚及工厂环境中的实时温度及其变化, 具有较强的可靠性与实用性。

**关键词:** LabVIEW; 单片机; 温度传感器; 监测系统

## Design of Temperature Measurement and Control System Based on LabVIEW and Single Chip Microcomputer

Zhu Yinlong<sup>1,2,3</sup>, Hua Chao<sup>1</sup>, Chen Xin<sup>1</sup>, Geng Lingbo<sup>2</sup>, Hu Zhiqiang<sup>2</sup>, Song Aiguo<sup>3</sup>

(1. College of Mechanical and Electronic Engineering, Nanjing Forestry University, Nanjing 210037, China; 2. State key Laboratory of Robotics, Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110016, China;

3. School of Materials Science & Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

**Abstract:** A temperature measurement and control system was proposed with digital thermometer DS18B20 and AT89C51 as hardware and LabVIEW as software designing platform. Communication between AT89C51 and LabVIEW was completed by serial port. This system can acquire real-time signal of temperature, process, display, storage and control temperature. This system can give an alarm when temperature exceed the limit. In this paper, the interface of the temperature detection system around the electric kettle is tested, and the temperature reaches 47.5 °C and 65.3 °C respectively. The experimental results indicate the system can reflect the temperature and its variation rate in greenhouses and workshop, which has high reliability and quality.

**Keywords:** LabVIEW; single chip microcomputer; temperature sensor; monitor system

## 0 引言

温度是工业生产中的重要监测参数, 对保证产品质量和安全生产具有至关重要的作用。诸多工农业产品的生产过程都需要对温度这一物理量进行严格的监控, 以保证生产的顺利进行。但很多工作环境恶劣的场合, 不适合人工测量, 为此设计一种能够对环境温度进行实时采集与监控的系统具有十分重要的意义<sup>[1-2]</sup>。

近年来, 随着计算机技术, 特别是单片机技术的高速发展, 人们开始更加普遍地尝试运用单片机来对温度、湿度等工业控制中常见的参数进行测控, 另一方面虚拟仪器已经渐渐地成为测控仪器发展的新方向。通过 LabVIEW 图形化编程实现对单片机系统采集的数据进行分析处理, 就是一种结合二者优势的数据检测方法<sup>[3]</sup>。

将虚拟仪器技术引入温度监测研究领域已是一个重要趋势, 例如王海海等开发的基于 LabVIEW 的温度测控系统<sup>[4]</sup>、隋秀梅等设计的基于 LabVIEW 的八路智能温度巡检仪<sup>[5]</sup>、吴卓葵等设计的基于 LabVIEW 的多点报警温度监测系统<sup>[6]</sup>等。这些监测系统通常采用数据采集卡采集温度, 数据采集比较方便, 但缺少灵活性且价格相对较高。只能在上位机显示温度, 难以在监测装置端实现温度显示, 不利于现场操作人员实时观察, 没有提出相应的温控方案。针对以上问题, 本文提出一种基于 LabVIEW 和单片机的温度监控系统, 采用低功耗的 AT89C51 单片机和数字温度传感器 DS18B20 作为硬件构成温度采集节点, 在 LabVIEW 平台上通过调用 VISA 库函数配置设备参数实现单片机串口与 PC 机之间的数据传输。开发系统软件界面实现温度采集与健康。

## 1 温度监控系统方案

温度监控系统结构如图 1 所示, 系统由 PC 机、单片机、温度传感器、串口通信电路及 LabVIEW 软件界面等构成。单片机检测多个分布放置的 DS18B20 数字温度传感器测得的温度数据, 经过串口电路传输到计算机。数据进入计算机后, 在 LabVIEW 开发平台上利用 VISA 库控制计算

收稿日期:2019-05-23; 修回日期:2019-06-27。

基金项目:江苏省高等学校自然科学基金项目(18KJA4600050);机器人学国家重点实验室开放基金资助(2018-O16);江苏政府留学奖学金资助。

作者简介:朱银龙(1981-),男,江苏东海人,博士,副教授,主要从事机器人控制、虚拟仪器技术方向的研究。



- 2) 延时 2  $\mu\text{s}$ ;
- 3) 将数据线拉低“0”;
- 4) 延时 15  $\mu\text{s}$ ;
- 5) 将数据线拉高“1”;
- 6) 延时 15  $\mu\text{s}$ ;
- 7) 读取数据线的状态位, 并处理数据;
- 8) 延时 30  $\mu\text{s}$ 。

单片机与计算机之间的通信采用串口通信方式, 利用 MAX232 芯片实现单片机 TTL 电平与 PC 机 232 电平之间的转换, 在 MAX232 芯片上连接 1  $\mu\text{F}$  电容消除电磁、电涌的影响。单片机 P0 口连接 8 位数码管, 可以直接显示实时温度。

## 2.2 温控电路

温控电路如图 3 所示, 将两个固态继电器分别与单片机 P1.0、P1.1 连接。当系统监测温度低于设定值时, 单片机 P1.1 输出高电平经过反向为低电平, 接通固态继电器交流触点, 使得交流接触器 1 线圈得电, 进而接通加热线圈加热。反之, 当系统监测到温度超过设定温度值时, P1.1 口输出高电平, 接通固态继电器交流触点接通使得交流线圈 2 得电打开换气扇开始降温。

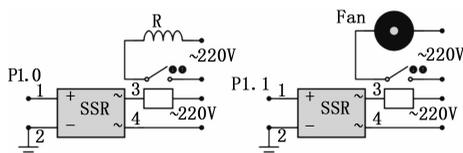


图 3 温控电路

## 3 监测系统软件设计

### 3.1 软件系统总体方案

监测系统的软件设计流程如图 4 所示, 首先进行系统初始化, 实现数据采集模块与计算机数据的串口通信, 然后单片机从温度传感器读取数据, 同时将数据分为两种方式展示, 一种通过数码管显示, 另外将数据通过串口传输到上位机, 利用 LabVIEW 开发的上位机程序进行显示存储。

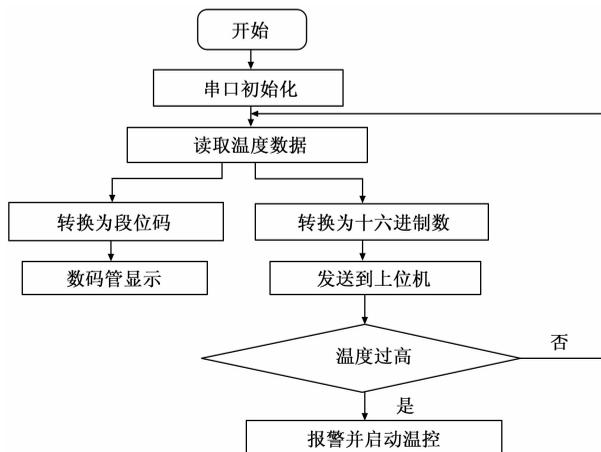


图 4 软件程序框图

LabVIEW 给用户提供了简便直观的图形化编程方法以及众多的编程函数, 使用户可以便捷地构建自己所需要的仪器系统。用图形化编程语言编写的应用程序称为虚拟仪器 VI, 使用 LabVIEW 编写的程序都把 VI 作为后缀名。LabVIEW 的核心是 VI。每一个 VI 都有两个操作界面: 前面板和程序框图。前面板接收来自于程序框图的指令。在前面板上, 输入控件相当于传统仪器的输入设备, 而显示控件则相当于传统仪器的输出设备。当在前面板上添加一个控件时, 程序框图中会相应地添加一个端口, 这个与输入控件或者显示控件对应的端口, 仅在删除它对应的控件的时候才会消失。当使用 LabVIEW 进行编程时, 首先选择需要用到的功能节点, 放置在面板上的合适位置; 然后在程序图中用线连接各节点的端口, 从而实现节点之间数据传输。

LabVIEW 具有资源丰富的 VISA 库。VISA 指的是虚拟仪器的软件构架。VISA 库存在于 PC 机系统之中, 实现 PC 机与仪器间的连接, 其作用是利用程序完成对仪器的控制, 它的本质是虚拟仪器系统中的标准 API。VISA 自身没有编程的能力, 它只是一个处在高层的 API, 只能使用调用底层驱动程序的方式来完成对仪器的编程。VISA 是遵循 VPP 标准的 I/O 接口软件, 把 VISA 和其它的 I/O 接口软件做比较, 就会发现其 I/O 的控制功能具有以下优势: 适用于各种类型的仪器; 适用于多种类型的硬件接口; 适用于多种网络机制; 适用于分布式网络结构以及单、多处理器结构。

上位机程序分为数据采集模块、超限报警模块和数据存储模块 3 个部分。设置好串口, 然后点击运行按钮, 系统就开始进行对温度的读取, 温度仪表则可以显示当前的温度, 并且通过温度曲线可以直观的观察温度的变化。上下限可以自由地进行设定, 当被测值高于上限或者低于下限的时候, 与之对应的报警指示灯会发出报警指示, 并且会在表格上显示报警记录。

### 3.2 串口通信设置

串口通信可以 LabVIEW 的 Instrument I/模板的 Serial 实现, 串口读操作函数分别为: 1) VISA Configure Serial Port; 2) VISA Read; 3) VISA Flush I/O Buffer; 4) VISA Close。串口写操作函数分别为: 1) VISA Configure Serial Port; 2) VISA Write; 3) VISA Flush I/O Buffer; 4) VISA Close。按照相应的顺序配置串口操作参数, 对打开的串口进行读写操作, 完成读写后清空缓冲区并关闭串口。程序框图如图 6 所示, 其中串口号用来指定用到的串口, 这是 LabVIEW 接收下位机发送的温度数据的前提。串口的初始化设置除串口号均选用默认值: 波特率为 9600, 8 位数据位, 1 位停止位, 无校验位, 串口号为 COM3。当系统开始运行时, 通过 VISA 接收下位机传送的温度。因为 LabVIEW 的串口通信仅适用于对字符串的读写, 所以在对数据进行处理之前, 一定要完成字符串和数值间的转换。LabVIEW 通过 VISA 读取节点来读取单片机采集的温度数据。

### 3.3 温度显示和报警、数据存储模块

如图 5 所示，温度曲线和仪表用于显示实时的温度值。在报警部分中，温度的上下限可以自由地进行设置，并将采集到的温度会分别与设置的上下限温度做比较。当采集到的温度高于“温度上限”时，比较运算结果为“真”，“高温报警”指示灯会变亮；当采集到的温度低于“温度下限”时，比较运算结果为“真”，“低温报警”指示灯就会变亮；总之，无论当采集到的温度高于“温度上限”或者是低于“温度下限”时，比较运算的结果都为“真”时，就会有温度报警，同时表格会记录下来此时的温度值。

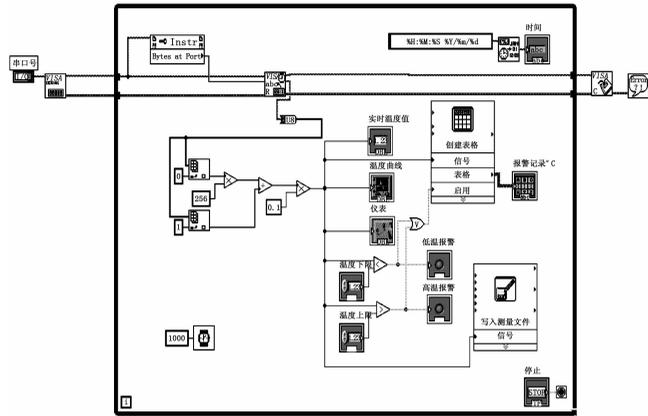


图 5 温度采集系统程序框图

### 3.4 下位机程序设计

通过 C# 语言编程完成 AT89C51 单片机对温度传感器的数据读取，主要实现下面 3 个任务：

- 1) 利用单片机读取温度传感器采集到的温度数据；
- 2) 在单片机数码管上显示温度传感器采集的温度值（保留一位小数）；
- 3) 将采集到的温度值以十六进制形式发送到上位机系统中。

在初始化阶段，令单片机的定时器 T1 工作于方式 2，用于产生串行通信所需的波特率，单片机开始读取 DS18B20 采集的温度数据，然后将温度数据转换为段位码送给 LED 数码管显示，另外还要将温度数据转换成十六进制数通过串口通信送入上位机进行分析。

## 4 系统运行测试与分析

### 4.1 下位机调试

系统的下位机调试即对系统硬件的电路连接和单片机程序的调试，利用数码管的显示和串口调试助手可以实现。具体步骤如下：

1) 使用 Keil 编译器将 C51 程序编译生成 HEX 文件，然后采用 STC-ISP 软件将 HEX 文件烧写到单片机中。

2) 程序下载到单片机之中后，就可以给单片机开发板通电了，这时数码管上将会显示温度传感器 DS18B20 实时测得的温度值，如图 7 所示。可以调整温度传感器周围环境的温度来检验程序能否连续采集温度。

3) 打开“串口调试助手”程序，首先设置串口号为 COM3、波特率为 9600，8 位数据位，1 位停止位，无校验位等，然后选择“十六进制显示”，打开串口。

4) 如果 PC 机与单片机开发板串口正确连接，则单片机连续向 PC 发送检测的温度值，用 2 进制的十六进制数据表示，如 00 F8，该数据串在发送缓冲区内显示。根据单片机返回数据，可知当前温度测量值为 25.1℃，并与数码管显示温度对照，确认无误。

### 4.2 上位机调试及温度采集

由于 LabVIEW 采用的是的图形化的编程语言，使调试工作变的很简便，极大地提高了编程的效率。当 LabVIEW 程序存在语法上的错误时，运行按钮上的箭头会处于断裂的状态，这表示该程序存在错误，无法执行。此时这个按钮被称为错误列表。通过点击它，我们就可以查看错误清单，双击所列出的错误，错误对象就会变的高亮。

LabVIEW 中错误的类型有很多，最常见的几种有：

- 1) 节点之间未连线；
- 2) 存在无效的节点；
- 3) 程序中两节点之间的数据类型不同，导致数据不能传递；
- 4) 存在节点无法正常运行其功能。

程序确认无误后，就可以通过串口把 PC 机与单片机开发板连接好，然后开始运行程序。

调整温度上限并改变 DS18B20 温度传感器周围的温度，使温度达到上限，此时高温报警指示灯亮，并记入报警记录。如图 6 所示。

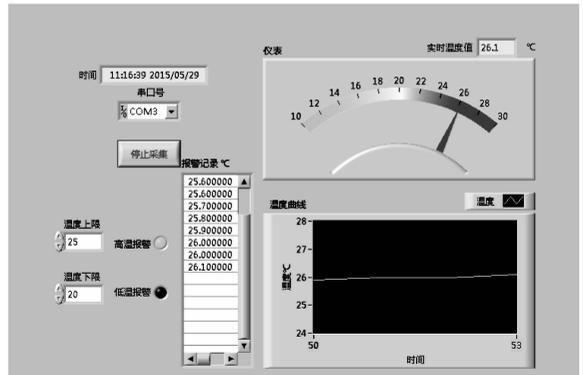


图 6 高温报警

图 7 和图 8 为温度检测系统在电热水壶周围进行温度检测时的界面，温度分别达到了 47.5℃和 65.3℃。

### 4.3 实验分析

通过上述实验监测结果可知，该温度监测系统能够准确监控当前环境下的温度，并且当环境温度超过设定温度的上、下限时，系统能够实时地进行高温和低温报警。报警的同时，根据实时温度值来控制加热电路或者风扇电路，实现温度的实时监测和控制，当温度满足要求时，停止加热或者通风。实验结果表明，该系统具有较好的温度实时监

(下转第 101 页)