

温室智能温度控制系统设计

Design of Intelligence Greenhouse
Temperature Control System戴振华¹, 杨海涛², 康云²

(1. 解放军理工大学 通信工程学院, 南京 210007; 2. 总参谋部第63研究所, 江苏 南京 210007)

DaiZhen-hua¹, Yang Hai-tao², Kang Yun²

(1. Institute of Communication Engineering, PLA University of Science & Technology, Nanjing 210007, China; 2. No.63 Research Institute of the PLA General Staff Headquarters, Nanjing 210007, China)

摘 要:文章介绍了一种基于DS18B20数字温度传感器的温室智能温度控制系统的硬件和软件设计。该温度智能控制系统系统外围电路简单, 精度好, 可靠性高, 具有远距离多点温度测量, 控制等方面的功能。既可用于温室温度测量控制也可以应用于粮仓, 冷库等场合。

关键词:温度测量; 智能控制; 单总线; DS18B20

中图分类号: TP223

文献标识码: A

文章编号: 1003-0107(2007)12-0031-04

Abstract: This paper introduces the hardware and software design of an intelligence greenhouse temperature control system based on the single-bus-digital temperature sensor DS18B20. This system is circuit-simplified, high dependability, easy-installing, and easy-maintenance and it also has the functions of temperature measurement and control in many dots. This system only applied in the greenhouse temperature measurement and control but also used in grain depot, refrigerator and so on.

Key words: Temperature measurement; Intelligence control; Single bus; DS18B20

CLC number: TP223

Document Code: A

Article ID: 1003-0107(2007)12-0031-04

1. 引言

为满足日益增长的蔬菜市场需求, 提高人民的生活水平, 现代农业生产中大量采用温室进行蔬菜等农作物培育。其中温度监测是控制农作物生长的关键因素, 由于不同温室中的农作物生长所需要的温度不同且要求稳定在一定的温度范围内。仅仅是依靠人工管理存在温度调节不及时、不准确, 影响作物生长及人力资源浪费等问题。因此要求有一种能对温室温度的检测具有足够精度和实时控制的温度控制系统来代替人工操作, 并尽可能具有较低成本, 这样的产品才有实用价值。本文所设计的温室智能温度控制系统采用基于DS18B20和LPC2132, 具有多点温度监测控制、能对异常情况进行记录并可调用历史数据进行分析的优点, 能满足作为温室温度监测控制系统要求。并且采用的一总线温度传感器DS18B20可以

直接输出数字量, 不需要AD转换, 与微处理器容易接口, 能够有效的解决硬件电路复杂, 软件调试复杂的问题。

2. DS18B20简介

DS18B20是新型的数字化温度传感器, 是单总线器件家族中的一员。它使用一种片内专有的温度测量技术测温。利用高低温度系数振荡器记录由当时环境温度所确定的计数值, 以此确定当时当地的温度。内部主要有测温电路, 1-Wire接口电路, 存储电路及CRC校验电路。特点如下:

(1) 1-wire数字接口。CPU只需一根端口线就可与DS18B20通信

(2) 可以将多个DS18B20温度传感器挂接在一根总线上, 即允许一条信号线上接数十乃至上百个数字式传感器, 使用专有的64位ROM序列号区分。

(3) -55℃至+125℃的宽工

作范围。分辨率可达0.0625℃。

(4) +3.0V至+5.5V的宽电源范围。可根据实际情况采用本地供电或通过I/O线供电。

(5) 2字节E2ROM, 存储上下限报警温度设定值。

这些特点使系统设计更灵活、方便, 适合构建大型的温度测量系统。单总线的数字方式传输, 也大大提高了系统的抗干扰能力。

DS18B20的测温原理如图1所示。低温系数振荡器输出的时钟脉冲信号通过高温系数振荡器产生的门开通周期而被计数, 通过该计数值来测量温度计数器被预置为与-55℃对应的一个基数值, 如果计数器在高温振荡器输出的门周期结束前计数到零, 表示测量的温度高于-55℃, 置在-55℃的温度计数器的值就增加一个增量, 同时为了补偿温度振荡器的抛物线特性, 计数器被斜率累加器所决定的值进行预置, 时钟再次使计数器计数直至到零, 如果

开门通时间仍未结束,那么重复此过程,直到高温系数计数器的门周期结束为止,这时温度传感器中的值就是温度值。

3. 系统硬件电路设计

温室温度智能控制系统是以32位嵌入式ARM7系列处理器LPC2132为基础,结合精电蓬远MGLS12864T内藏T6963C控制器图形液晶显示模块作为显示,以及DALAS公司的DS18B20单总线数字温度传感器和独立键盘来实现温室温度智能控制系统。系统框架图如图2所示,由以下几个模块组成:

3.1 数据采集模块

该模块采用DS18B20采集温度数据,由于采用一线总线,硬件网络的配置较为简单,系统可以根据需要增加或减少温度传感

器数量。为保证能在DS18B20时钟周期内提供足够的电流,采用5V电源上拉供电驱动总线。由于温室离控制系统距离一般较远(大少30m),如果采用普通信号电缆传输长度超过50m时,读取的测温数据将发生错误,当将总线电缆改为双绞线屏蔽电缆时,正常通讯距离可达150m,采用具体什么类型的电缆可以根据需要选择。

3.2 主控模块

主控模块使用的LPC2132是基于一个支持实时仿真和嵌入式跟踪的32/16位ARM7TDMI-STM CPU的微控制器,带有64kB的嵌入的高速Flash存储器。128位宽度的存储器接口和独特的加速结构使32位代码能够在最大时钟速率下运行。本系统片内Boot装载软件实现在系统/在应用中编程(ISP/IAP),由P0.14

引脚在上电复位时置低完成;多个串行接口,包括16C550工业标准UART用于计算机和MPU下载和上传数据信息,系统程序通过串口下载存储于Flash中;SPI接口用于键盘操作和存储器数据的读写;使用GPIO控制各种外围器件,以及与LCD的通信。P0.15用于在接收初始化DS18B20和接收温度数字信号。

3.3 人机接口

控制模块采用的是矩阵键盘来进行控制,为节省引脚资源,采用具有SPI串行接口功能的ZLG7289A芯片作为驱动。ZLG7289A是可同时驱动8位共阴式数码管或64只独立LED的智能显示驱动芯片。该芯片同时还可连接多达64键的键盘矩阵,单片即可完成LED显示、键盘接口的全部功能。本系统利用14功能键键盘,可以调整微处理器中实时时钟的值,调整时间;选择系统工作的模式,设置各个温室的温度范围;还可以调出存储数据做历史数据分析。

考虑到采用的LPC2132的GPIO引脚有限,并且没有专门的地址数据总线,只能使用GPIO来模拟数据、地址总线。因此采用精电蓬远的MGLS12864T内藏T6963C控制器图形液晶显示模块作为显示。在LCD上可以显示程序编译的菜单,根据程序菜单可以做出相应操作以及时间,温室状况,情况处置行为等。

3.4 存储设备

因为温度智能控制系统所采用不止一个温度传感器,而且每个传感器都有自己的专有序列

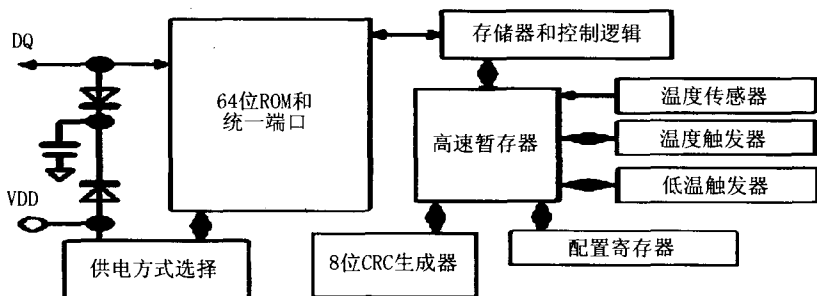


图1 温度传感器原理图

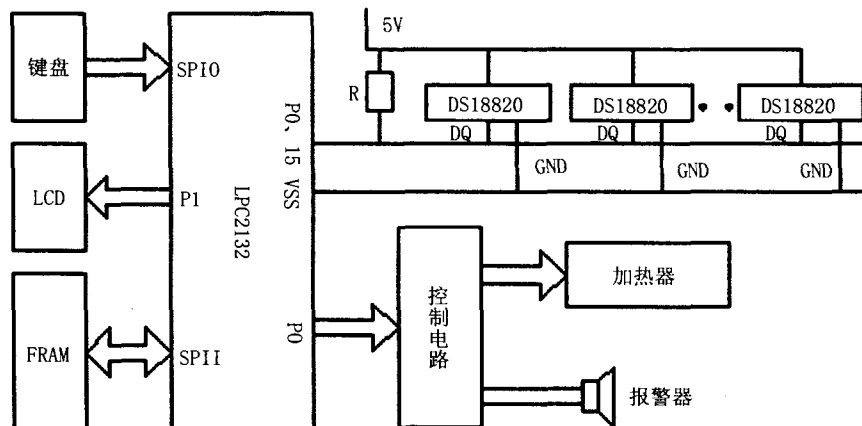


图2 温室智能温度控制系统框架图

8位CRC代码	48位序列号	8位产品类型号
MSB		LSB

图3 64位ROM

测试技术卷

Test Technology

号,所以需要保存各温室中各传感器的序列号,以及温室温度超过允许范围时间及温度值和所作操作的数据。为了以后调用数据备案、分析,要求存储器可靠性高、速度快,而且要求掉电后保存的传感器序列号和存储数据不能丢失,存储器能够进行多次擦写。因此本系统采用的是高性能的铁电存储器FM24C04作为存储器,FRAM既有SRAM的速度和擦写次数,又有FLASH和EEPROM的特点,掉电后数据能保存,同时因为FRAM使用SPI口通信,能简化系统的电路,降低系统电路复杂性,提高系统的可靠性。

4. 测量方法

4.1 获取序列号

因为系统有较多的传感器,因此需要获取每个传感器序列号。操作单总线数字温度传感器必须严格按照规定的协议操作,即:初始化、ROM操作命令、暂存存储器操作命令、数据传输。在ROM操作命令中,有两条命令专门用于获取传感器序列号:读ROM命令(33H)和搜索ROM命令(FOH)。读ROM命令只能在总线上仅有一个传感器的情况下使用。搜索ROM命令则允许总线主机使用一种“消去”处理方法来识别总线上所有的传感器序列号。为了建立64位ROM代码和测量位置点传感器与温室之间一一对应的关系,我们选用读ROM命令(33H)。DS18B20的64位ROM代码结构如图3所示:

8位产品类型号对DS18B20为28H。中间的48位序列号唯一的标识着每个传感器,最高位的一个字节是对前7个字节的内容所生成的CRC校验码。获取64位ROM代码方法如下:对所有的DS18B20按现场位置编号(1, 2, 3, ...),然后根据LCD显示的温室号依次将对应的DS18B20逐一插入连接

插座,通过键盘控制LPC2132读取读取DS18B20的64位ROM代码并按编号存入FRAM中,从而建立测量位置点传感器64位ROM代码与温室之间的关系表。64位序列号用8个字节单元来存储,并且在FRAM中划分1KB的空间来存储,可以存储128个传感器序列号。如果某一传感器损坏,只需按上述连接方法,拨开其他传感器,从键盘输入损坏传感器的位置编号,将新的DS18B20插入插座重新测试,LPC2132将自动根据读取的编号值将测得的ROM代码取代FRAM中相同位置编号处的原ROM代码即可。

4.2 多点温度循环测量及处理

由于已经在上面获取了多个DS18B20的ROM代码并在FRAM中

建立了测量位置点和传感器64位ROM代码之间的关系表,首先对各个温室对应的传感器,依据所需环境温度范围设置温度允许范围和异常温度临界点,然后可以进行对多点温度的测量及处理。步骤如下:

(1) 发跳过ROM命令CCH。

(2) 启动所有在线的DS18B20进行温度转换命令44H。

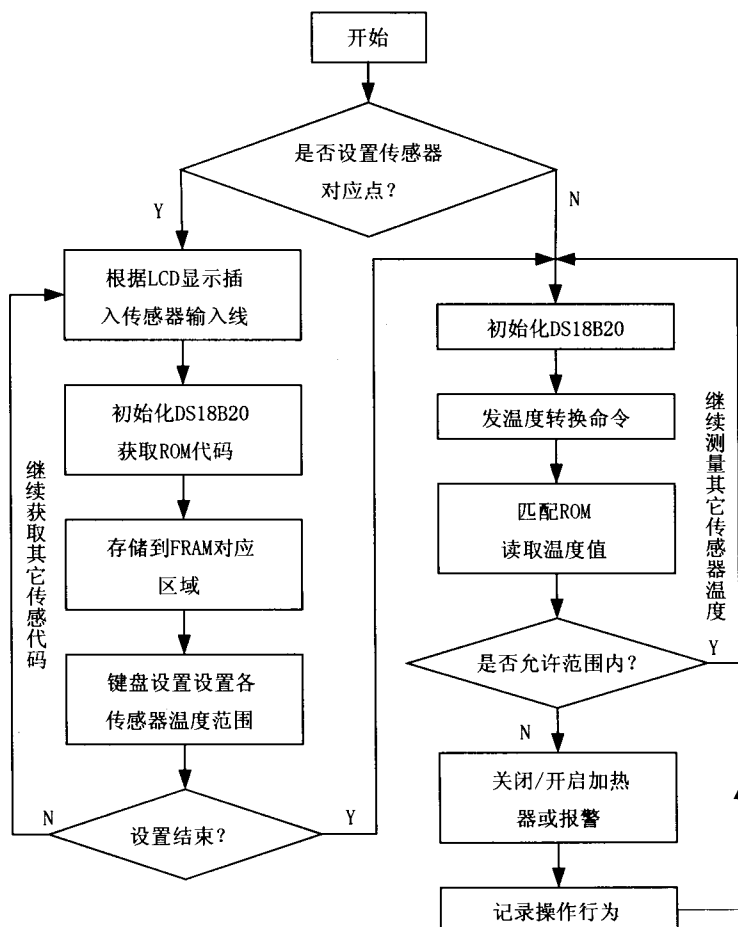
(3) 发匹配ROM命令55H。

(4) 按照FRAM中建立的关系表的顺序取出64位ROM代码发送到单总线。

(5) 发读温度值命令BEH,读取温度值。

(6) 进行CRC校验和数据处理后送LCD显示器显示。

(7) 根据温度是否在允许范围内,决定操作方式。如果温度



软件流程图

在超出允许范围而又没有超过临界点温度, 温度过低控制加热器加热, 温度过高关闭加热器; 如果超过异常的高温和低温临界点报警, 提示需要人工干预。在本步骤中所有操作都将记录时间, 温度以及对应操作方式。

(8) 重复第4步到第7步, 直到所有的DS18B20测量处理完。

(9) 延迟1分钟, 重复第1步到第8步, 再次循环测量。

如果只对某一个DS18B20进行温度测量, 只要根据LCD显示, 操作选择单点测量, 第1步的跳过ROM命令CCH, 改为匹配ROM命令55H, LPC2132将从FRAM建立的关系表中对应单元取出ROM代码发送到总线, 就可完成操作, 退出单点测量后, 多点循环测量继续进行。

4.3 软件设计

在系统设计中, 软件设计分为2个部分: 传感器信息和温度范围录入部分(图4左部); 温度检测及处理部分(图4右部)。

当系统上电开机后首先进行自检, 如果发现系统没有存储DS18B20的有关信息, 将提示用户按照LCD显示步骤设置传感器来获取ROM代码; 如果系统内部已

有相关信息, 将提示是否进行设置, 如不需要就跳过设置这一步直接进入温度测量工作。如果需要对具体某个传感器改变设置可以通过键盘控制程序来进行。

温度检测首先对所有的传感器发送初始化命令, 温度转换命令, 然后根据需要从FRAM中存储的ROM代码中找出需要得到的传感器的ROM代码对总线上的传感器进行匹配, 当代码匹配时读取温度值。得到温度值后, 经过转换, 通过比较FRAM中测量位置点设置的温度允许范围, 即可得到具体某个温室是否温度恒定在允许范围内, 如不在就关闭或打开加热器。如果在控制加热器工作后温度异常且超过了最低和最高临界点, 系统就打开报警电路报警, 并在LCD上显示是哪一个是温室出现问题, 如果有多个温室都有问题就按数字顺序显示出来。

只要所测的温度不在允许范围内, 该点的温度, 时间及所作操作都将记录保存, 以便日后调用分析备案。

程序在不断电的情况下将持续工作, 如果某个温室不需要温度保持(例如整修温室)还可以通过键盘从程序上取消该温室中传感器的工作, 避免电力资源浪费

和误报警行为。

4. 结束语

本文的设计方法, 将DS18B20 ROM代码的获取和温度的测量融为一体, 利用FRAM建立了测量位置点和ROM代码之间的关系表, 用简单的硬件及编程方法实现了多点温度的测量、数字温度传感器的出错指示和识别, 有利于系统的调试和扩充, 能有效降低成本, 缩短开发周期。实验表明, 测温系统精度好, 灵敏度高, 工作稳定, 达到设计的性能要求。是一种新型可靠的数字测温控制系统。除了在温室应用外也可以在粮库、冷库、中央空调系统、智能建筑自控系统等多点温度测量控制系统中应用。◆

参考文献:

[1] DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer. <http://www.xhl.com.cn>. 2005.

[2] 叶钢. 基于DS18B20温度控制系统的设计[J]. 国外电子测量技术, 2007, 26(4): 31-33.

[3] LPC2131/2132/2138使用指南. 广州周立功单片机发展有限公司. <http://www.zlgmcu.com>.

[4] ZLG7289A串行接口LED数码管及键盘管理器件. 广州周立功单片机发展有限公司. <http://www.zlgmcu.com>.

小知识

什么是ICT测试技术

电气测试使用的最基本仪器是在线测试仪 (ICT), 传统的在线测试仪测量时使用专门的针床与已焊接好的线路板上的元器件接触, 并用数百毫伏电压和10毫安以内电流进行分立隔离测试, 从而精确地测出所装电阻、电感、电容、二极管、三极管、可控硅、场效应管、集成块等通用和特殊元器件的漏装、错装、参数值偏差、焊点连焊、线路板开短路等故障, 并将故障是哪个元件或开短路位于哪个点准确告诉用户。针床式在线测试仪优点是测试速度快, 适合于单一品种民用型家电线路板极大规模生产的测试, 而且主机价格较便宜。但是随着线路板组装密度的提高, 特别是细间距SMT组装以及新产品开发生产周期越来越短, 线路板品种越来越多, 针床式在线测试仪存在一些难以克服的问题: 测试用针床夹具的制作、调试周期长、价格贵; 对于一些高密度SMT线路板由于测试精度问题无法进行测试。