

基于CAN总线的温湿度检测系统

单冰华 张凤登

(上海理工大学 上海 200093)

摘要: 针对人们在生活中对温湿度的测量系统提出的新要求,如较快的响应速度、高精度、高度集成等功能,为了满足现代用户对温湿度检测的功能和性能需求,提出了一种基于STM32和CAN总线协议的温湿度检测系统。该系统通过CAN总线,实现数据在各个系统中实时高效的传输。最后对整个系统精度进行实验验证,其温度测量精度达到 $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$,湿度精度 $\pm 2\%\text{RH}$ 。实验结果表明,该系统具有精度高、性能稳定等特性,能快速高效地将当前环境的温湿度值反馈给用户。

关键词: 温湿度;STM32;CAN总线

中图分类号: TP368.1 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.0811

Temperature and humidity detection system based on CAN bus

Shan Binghua Zhang Fengdeng

(University Of Shanghai For Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: For people in the life of the measurement system of temperature and humidity of the new requirements, such as rapid response speed, high precision, high integration and so on. In order to meet the needs of the modern user's function and performance requirements, a temperature and humidity detection system based on STM32 and CAN bus protocol is proposed. The system realizes real-time and efficient transmission of data through CAN bus. Finally, the accuracy of the whole system is tested, the accuracy of the temperature reaches $\pm 0.3^{\circ}\text{C}$, and humidity reaches $\pm 2\%\text{RH}$. The test results show that the system has high accuracy and stable performance and it also can be quickly and efficiently.

Keywords: temperature and humidity; STM32; CAN bus

1 引言

随着社会的高速发展,人们对生活的要求也越来越高。在日常生活中,环境的温度、湿度值也渐渐成为了人们日常关注的对象。同时,温湿度的测量在很多领域都有着广泛的应用,传统的人工测试方法费时费力,而且精度也往往不高。因而便有了更加智能方便的温湿度测量系统的出现,以便实时监测温湿度值,并且根据实时测得的数据来对一些设备进行控制,来确保当前环境的温湿度值达到要求^[1-2]。

本次设计介绍基于STM32和CAN总线的温湿度监测系统的设计^[3-5],并且通过OLED显示屏来监测到的温湿度值,可以高效地反映出实时的温湿度数值。

2 系统的总体设计

温湿度监测系统主要有温湿度测量模块、温湿度显示

模块和CAN通信模块组成。其主控电路由STM32F103C8T8和其外围电路组成。温湿度测量模块用的是AM2302(DHT22)数字温湿度传感器,它将采集到的数字信号传输给主控芯片,再经过主控芯片相关处理后,通过CAN通信模块传输至CAN网络。与此同时,若未接收来自CAN网络里的温湿度信号,则通过OLED显示模块显示接收到来自CAN网络的温湿度值;反之,则显示其自身温湿度传感器检测到的温湿度值。系统的整体结构框图如图1所示。

3 硬件设计

3.1 STM32F103C8T8微处理器

STM32F103C8T8是一个32位的微处理器,采用ARMv7的Cortex-M3内核,它的时钟频率高达72MHz,使用3.3V供电,具有丰富的外设,内置有CAN控制器^[6-7],本次设计的温湿度监测系统需要设计一个CAN节

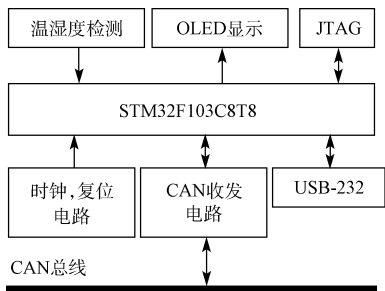


图 1 系统整体结构框图

点, CAN 控制器内置, 只需要外接一个 CAN 收发器即可, 简化了系统的实现过程。

BxCAN (Basic Extended CAN) 是 STM32 内置的 CAN 控制器, 它支持 CAN 协议 2.0A 和 2.0B, bxCAN 接口可以自动地接收和发送 CAN 报文, 支持标准标识符和扩展标识符。具有 3 个发送邮箱, 发送报文的优先级可以使用软件配置, 可以记录发送的时间。有 2 个 3 级深度的接收 FIFO, 可以过滤只接收或不接收某些 ID 的报文^[8]。

3.2 温湿度传感器

本系统采用的是数字式温湿度传感器 AM2302, 是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器, 采用的数字模块采集技术和温湿度传感技术, 确保其具有极高的可靠性与长期稳定性。它的供电电压为 3.3~6 V, 传感器上电后, 要等待 1 s 以越过不稳定状态, 在此期间无需发送任何指令。采用单总线数据格式, 一次通讯时间 5 ms 左右。湿度测量范围为 0%~100%RH, 精度为 ±2%RH; 温度测量范围为 -40℃~125℃, 精度为 ±0.5℃, 可以很好的满足此次的设计要求。

3.3 OLED 显示器

OLED, 即为有机发光二极管, 又称为有机电激光显示。OLED 由于同时具备自发光、不需背光源、对比度高、厚度薄、视角广、反应速度快, 使用温度范围广、构造及制程较简单等优异之特性, 可用于挠曲性面板, 被认为是下一代的平面显示器新兴应用技术。它具有多种接口方式, 包括 6800、8080 两种并行接口方式、4 线 SPI 接口方式以及 IIC 接口方式。本系统使用的是 IIC 接口方式的 OLED, 只需 2 根线就可以控制 OLED, 显示尺寸为 0.96 inch, 具有高分辨率, 为 128×64, 且不需要高压, 直接接 3.3 V 就可以工作了^[9]。

3.4 CAN 外围收发器电路

TJA1050 是 Philips 公司推出的总线收发器, 应用在通信速率为 60 kbps~1 Mbps 的高速自动化系统中。TJA1050 是 CAN 控制器和物理总线之间的接口, 可以为 CAN 控制器提供不同的发送/接收功能, 输入电平与 3.3 V 以及 5 V 的器件兼容, 至少可以连接 110 个节点。它有两种工作模式, 当 STB 接地时, TJA1050 进入高速模式; 如果接的是高电平, 则进入待机模式, 发送器被关闭^[10], 其电路

原理图如图 2 所示。

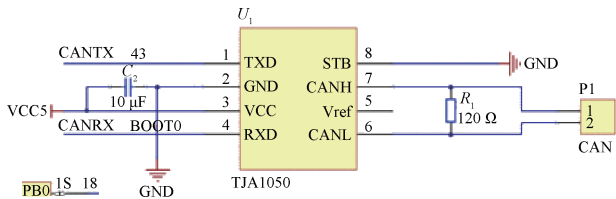


图 2 CAN 外围收发器电路原理图

其中 TXD 端口和 RXD 端口与 STM32F103C8T8 的 PA12 口和 PA11 口相连接。CANH 端口与 CANH 端口与物理总线相连接, 之间接一个 120 Ω 的终端电阻, 从而组成一个 CAN 通信模块。

4 软件设计

系统的软件设计主要包括: 初始化、温湿度值的读取、温湿度值的显示和 CAN 通信程序。其主体流程图如图 3 所示。

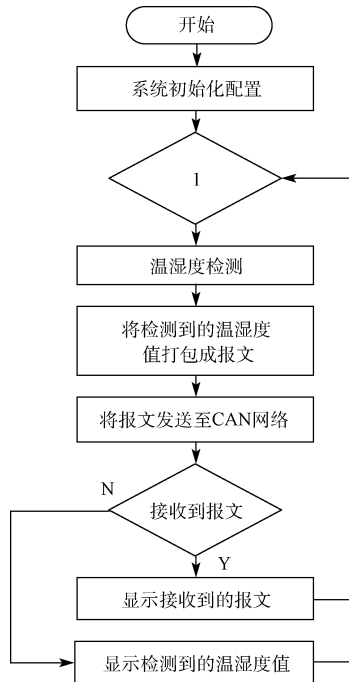


图 3 系统的主流程图

4.1 系统的初始化

对整个系统进行初始化配置, 包括系统时钟、串口、IIC、AM2302、OLED 和 CAN 等的初始化配置。其中在 CAN 模式的配置中需要配置工作时的波特率, 传送一个位的时间 = $T_q + TBS1 + TBS2$, 右设计中, 只需配置采样点的位置就可以了, $T_q = 1$, $TBS1 = 5$, $TBS2 = 3$, 分频器 $BRP = 8$ 。又由比特率计算公式

$$\text{波特率} = \frac{APB1}{(T_q + TBS1 + TBS2) \times BRP}$$

在 APB1 频率为 36 MHz 的条件下 CAN 通信的波特率 = $36\ 000 / [(1+5+3) \times 8] = 500\ \text{kbit/s}$ 。

4.2 数据采集并打包发送至 CAN 网络

首先,判断 AM2302 是否读取数据成功。若是读取数据成功,则调用用户函数 CAN_SetMsg() 把采集到的数据打包成报文。再调用库函数 CAN_Transmit() 把这个报文广播到 CAN 网络上。

4.3 温湿度值的实时显示

首先判断是否接受到 CAN 网络里面的数据。采用的是中断接收方式,若接收成功,则轮询标志变量 *flag* 变为 0,则表示成功接收到了数据。OLED 实时显示接收到的数据;反之,则 OLED 实时显示自身温湿度传感器采集到的数据。

5 调试与仿真

5.1 软硬件的调试

本次设计使用了 Keil μ Vision4 进行软件的调试,使用 Altium Designer 画出系统原理图的 pcb 线路板,进行打样。将元器件焊好,用 JTAG 将程序烧录好进行实物调试,首先使用 Vector 公司所生产的 CANoe 进行节点的调试,如图 4 所示。节点数据接收和发送调试界面和调试结果如图 5 所示。



图 4 CANoe

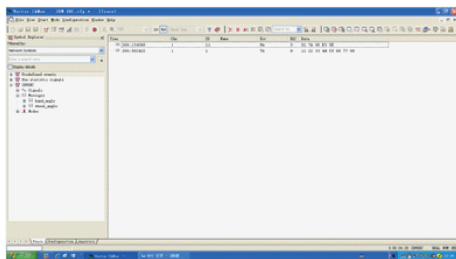


图 5 CANoe 调试界面与调试结果

说明该节点能正常的是实现数据的接收和发送,最后经行多节点的实物调试,其调试结果如图 6 所示。图(a)实现的是当其不与其他板相连接的时候,显示的是自身的温湿度值。图(b)实现的是当有多快板相连接,组成一个 CAN 网络,实现数据的互相传送,温湿度值的互相显示。

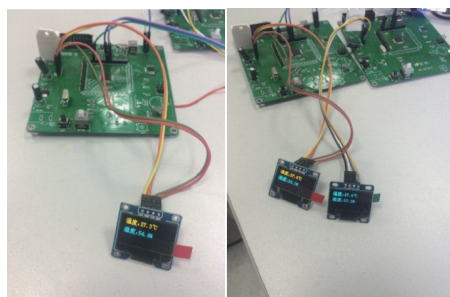


图 6 实物调试结果

5.2 结果分析与结论

一天当中每隔一个时间段测得的温湿度值如表 1 所示。从表中可以看出,温度误差最大达到 $0.5\ ^\circ\text{C}$,湿度误差最大达到 5% ,考虑到测试传感器都是全新的产品,测量误差在可以接受的范围之类。表 2 是在实验室的不同的地方在一天的某一时刻测得的数据如表 2 所示。当前环境的标准温度为 $16\ ^\circ\text{C}$,标准的湿度为 85% 。由表可得,最大温度误差为 $0.3\ ^\circ\text{C}$,最大湿度误差为 2% ,满足精度要求。

表 1 温湿度监测值

时间点	温度/ $^\circ\text{C}$	湿度 (%RH)	标准温度/ $^\circ\text{C}$	标准湿度 (%RH)
9:00	14.9	87	15	85
10:00	15.2	88	15	86
11:00	16.3	90	16	85
12:00	16.5	89	16	90
13:00	17.3	90	17	89
14:00	17.4	95	17	92
15:00	17	94	17	93
16:00	16.8	96	17	94
17:00	16	96	16	95

表 2 某一时刻不同测试点测得的数据

测试点	温度/ $^\circ\text{C}$	湿度/(%RH)
1	15.9	85
2	15.8	83
3	16.1	85
4	16	86
5	16.3	84

6 结 论

本文介绍了基于 STM32 和 CAN 总线协议的温湿度检测系统的设计,经过软件和硬件的调试,能够很好地实现设计的要求。经实验验证,该系统的精度高,实时性好,工作稳定,具有很好的使用前景。

参考文献

- [1] 谭林. 基于单片机的温度监控系统设计[J]. 国外电子测量技术, 2009, 28(4): 50-52.
- [2] 周云辉, 王娇, 钱云飞. 基于嵌入式的环境温湿度监测系统[J]. 电子测量技术, 2012(9): 80-82.
- [3] 朱恒军, 于泓博, 王发智. 基于 CAN 总线的大棚温度测控系统设计[J]. 微电子学与计算机, 2012(5): 183-187.
- [4] 徐亮, 邓小龙. 基于 CAN 总线的分布式车间温湿度检测系统[J]. 电子科技, 2012(10): 19-22.
- [5] 王欢, 黄晨. 高精度无线环境温湿度测量系统设计研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2013, 27(3): 211-216.
- [6] 张旭, 亓学广, 李世光, 等. 基于 STM32 电力数据采集系统的设计[J]. 电子测量技术, 2010, 33(11): 90-93.
- [7] 杨卫东, 邓冠群, 张国平, 等. 基于 STM32 单片机的库房安全远程控制系统[J]. 电子测量技术, 2015, 38(8): 94-98.
- [8] 王辉. 基于 STM32 和 CAN 总线的湿度采集系统设计[J]. 科技创新与应用, 2014(13): 37.
- [9] 张素萍, 李朝强, 张建芬. 基于单片机的 OLED 显示系统设计[J]. 福建电脑, 2015(8): 15-16.
- [10] 林海军, 赵晓娜, 杜雪珍. 基于 C8051F041 的 CAN 口操控器的研制[J]. 电子测量技术, 2011, 34(6): 51-54.

作者简介

单冰华, 在读硕士研究生, 主要研究方向为汽车电子学、CAN 总线等。

E-mail: shanbinghua2014@163.com

张凤登, 教授, 主要研究方向为汽车电子学、CAN 总线、FlexRay 等。

E-mail: FDZhang@usst.edu.cn

(上接第 92 页)

- [12] 赵乾, 钱建平, 郭恩全, 等. 双绞线电磁干扰防护研究[J]. 电子测量与仪器学报, 2010, 24(3): 279-282.
- [13] 王高飞, 邢秀洪. 数字 T/R 组件的电磁兼容设计[J]. 现代雷达, 2011, 33(10): 71-73.
- [14] 吉胜. 相控阵雷达接收系统噪声系数分析[J]. 现代电子技术, 2013, 36(1): 21-24.
- [15] 吕高庆, 冯皓, 王朝阳. 宽脉冲 300W 功率放大器的研制[J]. 电子测量技术, 2011, 34(2): 29-31.

作者简介

李钊, 理学硕士, 工程师, 主要研究方向电子对抗。

E-mail: lliizzxx@163.com

(上接第 100 页)

- [7] 曾党泉. 物联网技术的校园安防系统的设计与研究[J]. 现代电子技术, 2013, 24(36): 43-46.
- [8] 肖慧彬. 物联网中企业信息交互中间件技术开发研究[D]. 北京: 北方工业大学, 2009: 5-12.
- [9] 杨启尧, 葛全波. 物联网技术在智能无线消防系统中的应用[J]. 消防科学与技术, 2014, 33(5): 552-554.
- [10] 张青春. 基于 ZigBee 技术的火灾探测报警传感器网络设计[J]. 中国测试, 2013, 39(4): 73-75.
- [11] 李慧, 刘星桥, 李景, 等. 基于物联网 Android 平台的水产养殖远程监控系统[J]. 农业工程学报, 2013, 29(13): 175-181.
- [12] 刘晋, 杨一晨, 郭健. Android 和物联网无线传感技术在智能家居中的应用[J]. 微型机与应用, 2013, 32(22): 85-87.
- [13] 刘建华, 田岁苗, 赵勇. 基于 Android 的智能家居系统设计[J]. 西安邮电大学学报, 2013, 18(4): 71-74.
- [14] 张雅楠, 杨璐, 郑丽敏. 基于 Android 手机的远程视频监控系统的开发与开发[J]. 计算机应用, 2013, 33(A01): 283-286.
- [15] 刘万辉, 杨晔. 基于 Android 系统的温室智能监控系统的设计开发[J]. 软件, 2013, 34(5): 1-3.

作者简介

鲁娟娟, 工学硕士, 副教授, 主要研究方向为自动控制、物联网技术。

E-mail: 380634513@qq.com

白延敏, 工学硕士, 副教授, 主要研究方向为嵌入式系统。

陈红, 工学博士, 副教授, 主要研究方向为测试计量技术。