

基于单片的温湿度检测系统设计与实现

程捷, 何晨

(中船重工第七一六研究所, 江苏连云港 222006)

摘要: 随着温湿度检测系统的广泛运用, 不同行业和领域对温湿度检测有着不同要求和标准。系统采用 SHT11 芯片作为温湿度传感器, LCD1602 作为显示模块, 蜂鸣器作为报警模块, 键盘用来设定报警值, 通过 ATmega64 单片机给 SHT11 发送指令来完成检测过程。软件编程采用 CodeVisionAVR, 完成了各个程序模块的设计编程。实践证明, 该系统电路简单、工作稳定、集成度高, 调试方便测量精度高, 具有一定的实用价值, 能达到日常生活温湿度测量要求。

关键词: SHT11; ATmega64; LCD1602; 报警; 温度; 湿度

中图分类号: TP23

文献标识码: B

文章编号: 1006-2394(2011)06-0056-03

Design and Implementation of the Temperature and Humidity Detection System Based on Single Chip

CHENG Jie, HE Chen

(The 716 Research Institution of CSIC, Lianyungang 222006, China)

Abstract: Along with widespread application of the temperature and humidity examination system, different industries and fields have different demands and standards to humidity detecting. In this system, the SHT11 chip is adopted as the temperature humidity sensor, LCD1602 is the display module, the buzzer phone is the module giving an alarm, and the keyboard is used to set up the alarm value. The system accomplishes detecting process by the ATmega64 monolithic machine dispatching instruction to SHT11. CodeVisionAVR is adopted in the software programming, and each program module has been accomplished. It is proved that the system circuit is simple and stable. Density of integration is high. Debugging is convenient. It has high measuring precision. The system has certain practical value, and it can meet the demand of temperature & humidity measurement in daily life.

Key words: SHT11; ATmega64; LCD1602; alarm; temperature; humidity

0 引言

传统的模拟式温湿度传感器在测量温湿度时需要进行复杂的校准和标定, 而且需要设计复杂的信号调理电路和模数转换电路, 不便于应用。SHT11 是瑞士 Sensirion 公司生产的带有 I²C 总线的数字式温湿度传感器, 具有免调试、免标定、测量分辨率可编程调节(8/12/14 位数据)、CRC 传输校验、超小封装尺寸等特点; 同时集成了温湿度传感器, 可以进行温度补偿的湿度测量, 并提供高质量的露点计算功能, 测量精度高, 是各种温湿度监测应用中的一种优选器件。

1 工作原理

SHT11 的内部结构如图 1 所示。其中温度传

感器采用由能隙材料制成的温度敏感元件, 湿度传感器采用电容性聚合体湿度敏感元件。2 个传感器输出的信号被放大后送入一个 14 位 ADC, 转换成数字信号再送给 I²C 总线接口, 最后通过 I²C 接口以串行方式输出。校验存储器用于存储在恒湿或恒温环境下的校准系数, 用于测量过程中的非线性校准。

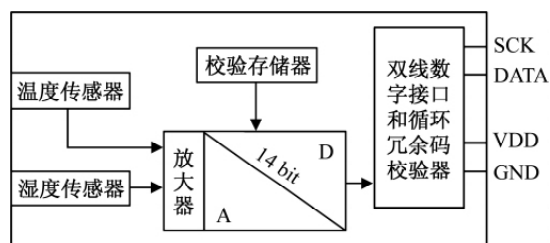


图 1 SHT11 内部结构

收稿日期: 2011-04

作者简介: 程捷(1982—), 男, 助理工程师, 主要从事抗恶劣环境电子设备的研究。

2 SHT11 在监测系统中的应用

温湿度通常是许多监测系统中需要监测的重要参数。监测系统一般采用分布式结构,如图2所示。其中温湿度监测站完成温湿度的测量,当接收到指令时将测量结果传送到上位机,用于判断、显示和存储等;监测站1~n用于完成大气压力、风速、电流等参数的测量。

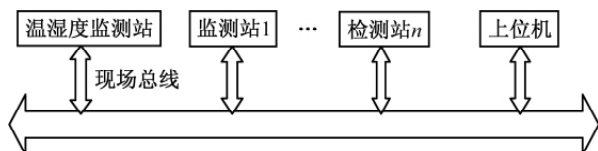


图2 检测系统的分布式结构

温湿度监测站结构如图3所示。其中 SHT11 完成温湿度的测量; MCU 实时控制和读取 SHT11 的测量结果,并通过总线接口向上位机发送测量结果及接收来自上位机的指令。ATmega64 与 SHT11 的接口电路如图4所示。其中 PG3 和 PG4 分别与 SHT11 的时钟端口 SCK 和数据端口 DATA 相连,并在时钟线上接一个 10 k Ω 的上拉电阻。另外,在 SHT11 的 VDD 和 GND 引脚之间接一个 0.1 μ F 的滤波电容。

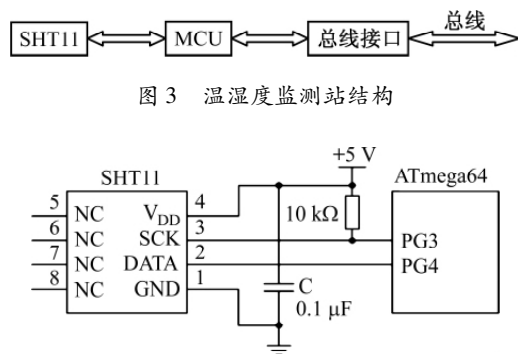


图4 ATmega64 单片机与 SHT11 的接口电路

3 系统软件设计

3.1 指令系统

SHT11 的指令时序如图5所示。在指令开始时,需发送一组启动命令表示数据传输的初始化,体现为当 SCK 时钟为高电平时,DATA 由高电平翻转为低电平,紧接着 SCK 变为低电平,随后在 SCK 时钟为高电平时,DATA 翻转为高电平。启动命令发送完毕,发送控制命令,控制命令包含 3 个地址位(目前只支持“000”)和 5 个命令位。在第八个 SCK 时钟的下降沿之后,SHT11 将 DATA 下拉为低电平(ACK 位),表示已正确地接收到指令;在第九个 SCK 时钟的下降沿之后,释放 DATA(恢复高电平)。SHT11 命令集如表1

所示。

表1 SHT11 命令集

命令	代码	命令	代码
预留	0000x	写状态寄存器	00110
温度测量	00011	预留	0101x ~ 1110x
湿度测量	00101	软复位	11110
读状态寄存器	00111		

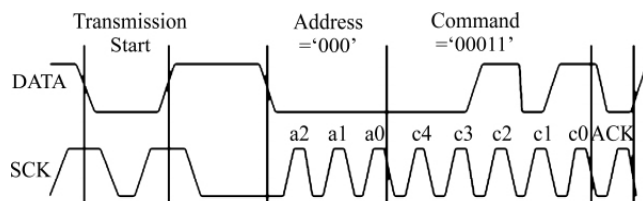


图5 SHT11 指令时序图

3.2 数据流程

温湿度监测站采集数据流程如图6所示。

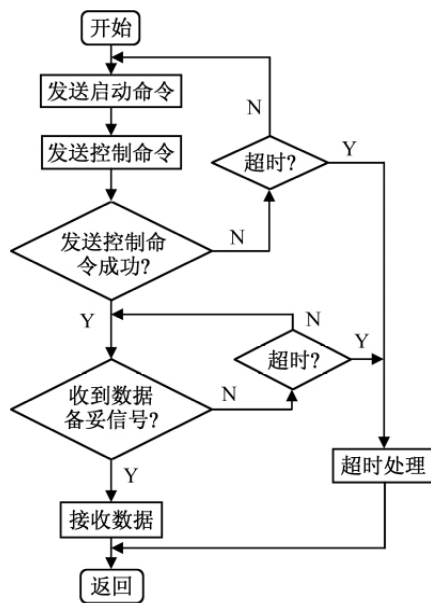


图6 温湿度监测站采集数据流程

发送完启动命令和控制命令后,MCU 要等待测量结束,该过程大约需要 11/55/210 ms,分别对应 8/12/14 bit 测量。SHT11 通过下拉 DATA 至低电平表示测量结束,MCU 在触发 SCK 时钟前必须等待该数据备妥信号。SHT11 接着传输 2 字节的测量数据和 1 字节的 CRC 奇偶校验码。MCU 需要通过下拉 DATA 为低电平来确认每个字节。所有的数据从 MSB(最高有效位)开始,右值有效(例如对于 14 bit 数据,从第三个 SCK 时钟起算作 MSB;而对于 8 bit 数据,首字节则无意义),以 CRC 数据的确认位表明通信结束。如果不使用 CRC-8 校验,控制器可以在测量值 LSB 后,通过保持确认位 ACK 高电平来中止通信。在测量和通信

结束后, SHT11 自动转入休眠模式。为保证自身温升低于 $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, SHT11 的激活时间不要超过 15% (例如对于 12 bit 精度测量, 每秒最多进行 3 次测量)。

3.3 计算及校正

为了补偿湿度传感器的非线性以获取准确数据, 需要使用式 (1) 来修正读数:

$$RH_{\text{linear}} = C_1 + C_2 \times SO_{RH} + C_3 \times SO_{RH}^2 (\%RH) \quad (1)$$

式中: RH_{linear} 为进行非线性补偿后的湿度值; SO_{RH} 为 MCU 从 SHT11 读取的湿度值; C_1 、 C_2 、 C_3 的具体数值参见 SHT11 芯片手册。 RH_{linear} 的计算流程 (即湿度值校正流程) 如图 7 所示。由于实际温度与测试参考温度 $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ 有显著差别, 应考虑湿度传感器的温度修正系数:

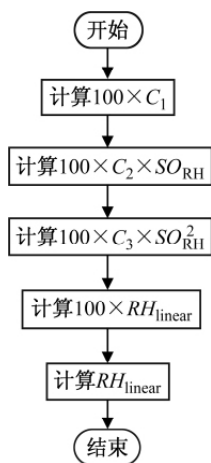


图7 湿度校正流程

$$RH_{\text{true}} = (T - 25) \times (T_1 + T_2 \times SO_{RH}) + RH_{\text{linear}} \quad (2)$$

式中: RH_{true} 为最终计算出的相对湿度值; T 为当前实际温度; T_1 、 T_2 的具体数值参见 SHT11 芯片手册。由能隙材料 PTAT 研发的温度传感器具有极好的线性, 可用式 (3) 将数字输出转换为温度值:

$$T = D_1 + D_2 \times SO_T \quad (3)$$

式中: T 为实际温度值; SO_T 为 MCU 从 SHT11 读取的温度数字输出量; D_1 、 D_2 的具体数值参见 SHT11 芯片手册。

经过上述湿度校正之后, SHT11 传感器可以准确获得环境系统中的温湿度数据, 通过 I²C 总线将数据传输到上位机。

4 结束语

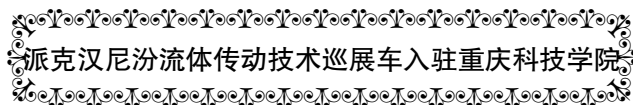
在实际的工农业生产中, 例如在农作物温室的环境监测中, SHT11 传感器可以与文中提及的 ATmega64 等含有 I²C 总线接口的单片机结合。在单片机的外围接口中加入简单的键盘扫描电路, 可以实现温湿度测量的命令开启和切换; 加入字符型 LCD 显示装置, 可以实现环境中温湿度的读取; 如果结合电流放大器件

(如三极管), 在单片机外围连接蜂鸣器, 可以实现温湿度的监测报警。综合上述的功能, 就可以构造一个以 SHT11 传感器和 I²C 接口单片机为基础的系统, 实现稳定又简便的温湿度环境数据监测。

参考文献:

- [1] 陈慧明, 杨灿军, 陈鹰. 一种简易的高精度测温系统研制[J]. 电子测量与仪器学报, 2004, 18(4): 29-32.
- [2] 郑争兵. 基于单片机与 AD590 的温度测量报警系统[J]. 国外电子测量技术, 2009, 27(1): 27-28.
- [3] 冯显英, 葛荣雨. 基于数字温湿度传感器 SHT11 的温湿度测控系统[J]. 自动化仪表, 2006(1): 44-46.
- [4] 王魁汉. 温度测量实用技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [5] 汪英. 基于微机测控网络的温湿度及火灾报警自动监控系统[D]. 长沙: 湖南大学, 2007.
- [6] 胡汉才. 单片机原理及其接口技术[M]. 2版. 北京: 清华大学出版社, 2004.

(许雪军编发)



为迎接重庆科技学院 60 周年校庆, 派克汉尼汾流体传动技术巡展车于 5 月 21 日入驻学院, 为校庆系列活动锦上添花。派克汉尼汾作为传动与控制行业的领导者长期以来始终关注当代大学生教育, 希望将最新的技术和设备带进大学校园, 积极推动和鼓励培养新一代机械工程师。

在派克汉尼汾流体传动技术巡展车展示过程中, 吸引了大批师生进入巡展车内参观。师生们近距离了解派克汉尼汾全球领先的流体传动技术, 从而使他们对派克汉尼汾动力与传动技术在机床、工程机械、石油钻机、炼油厂和工厂自动化的现在与未来应用趋势有一个全面的了解。

参观者在巡展车内体验到的不仅是高科技的产品, 还可以从书本外, 学习到派克汉尼汾在许多不同市场领域的丰富经验。这样可以真正将知识与生产、科研实践有机结合起来, 培养学生成为高等技术应用型人才。派克汉尼汾成都分公司经理曾东海说道, “我们希望能借助这个互动沟通的平台, 进一步增强与高校间的合作, 与高校人才的近距离交流, 为企业的人力资源提供后备力量。”

院校师生对于此次展出表现出极大的兴趣, 校领导也给予了很多的支持。重庆科技学院已有 60 年的办学历史, 在流体传动与控制、冶金与石油装备等专业学科的人才培养、科研方面形成优势, 并取得了一系列的成果。重庆科技学院机械与动力工程学院肖大志院长说道, “感谢派克为学生们提供这样生动的学习平台! 通过与企业的沟通交流, 对他们的学习及未来就业等方面都有很大的帮助。其实, 校方也一直在大力推动学院与企业之间的紧密合作, 希望以后多能开展校企合作教育活动, 共同为社会培养更多的优秀人才。”

据悉, 继派克汉尼汾流体传动技术巡展车之后, 将向重庆科技学院捐赠液压工程坊, 进一步促进与高校长期合作, 培养高科技人才。