

基于 ARM 的温室环境监控系统的湿度采集设计

柳兆军 (山东理工大学计算机科学与技术学院, 山东淄博 255049)

摘要 提出了一种以 ARM 处理器 LPC2212 为核心的温室环境监控系统的湿度采集设计方案, 系统采用 SHT71 为湿度传感器, LPC 2212 为控制器, 实现了对温室环境的湿度参数采集。在此基础上, 详细阐述了湿度采集电路的硬件设计和软件实现。

关键词 湿度传感器; 温室环境; SHT71

中图分类号 S625.1 **文献标识码** A **文章编号** 0517-6611(2009)26-12710-02

Design of Humidity Acquisition in Greenhouse Environment Monitoring System Based on ARM

LIU Zhao-jun (School of Computer Science and Technology, Shandong University of Technology, Zibo, Shandong 255049)

Abstract A design scheme for humidity acquisition device of greenhouse environment monitoring system has been proposed by ARM processor LPC 2212 as core. In the system, SHT71 and LPC2212 were used as humidity sensor and controller respectively, humidity parameter automatic gathering was realized. On these basis, the hardware design and software implementation of humidity acquisition circuit were expounded in detail.

Key words Humidity sensor; Greenhouse environment; SHT71

传统的模拟式湿度传感器, 输出的是模拟信号, 需 A/D 转换, 这不但使得采集电路复杂, 带来了许多干扰, 而且数据处理也很麻烦。瑞士 Sensirion 公司生产的全校准数字式 SHT71 是一种智能型温湿度传感器采集芯片, 它具有数字式输出、免调试、免外围电路、低功耗、高可靠性及全互换的特点, 能够提高测量精度, 减少外界干扰。笔者以 philips 公司生产的 ARM 处理器 LPC 2212 为核心, LPC 2212 为控制器, 为某农业园区研制了温室环境监控系统, 实现了对温室内的温度、湿度、光照和 CO₂ 浓度变化情况 4 个环境参数的实时采集和控制。

1 湿度采集模块的总体设计

如图 1 所示, 系统采用 Philips 公司生产的 ARM 处理器 LPC2212 作为湿度采集模块的控制核心, 该处理器是一款低功耗、高性能、小封装、基于 ARM7TDMI 内核的 32 位 RISC 架构的处理器^[1]。该处理器有着丰富的外围接口资源, 这在很大程度上减少了系统的体积, 增强了系统的可靠性。每个湿度采集模块用 1 只 SHT71 采集 1 路湿度参数(视实际需要还可扩展湿度采集的路数), 各湿度采集模块(图中只画出一个)可根据需要放在温室的不同位置, 采集的湿度参数通过 nRF905 芯片发射给位于中央监控室的监控主机。这种无线传输湿度参数, 既节省了布线的施工成本, 又提高了系统的灵活性和可扩展性。

二线串行接口的单片全校准数字式新型温湿度传感器。通过 CMOSens 技术, 该传感器将温湿度传感器、放大和 A/D 电路、串行通信接口以及传感器标定数据集成在 1 个芯片上, 无需外围元器件, 具有高度的可靠性和长时间的稳定性。SHT71 是基于同一芯片的两种传感器, 可用来测量相对湿度、温度和露点等参数。

SHT71 传感器默认的测量温度和相对湿度的分辨率分别为 14 位、12 位, 通过状态寄存器可降至 12 位、8 位。湿度测量范围是 0 ~ 100% RH, 对于 12 位的分辨率为 0.03% RH, 测温范围为 -40 °C ~ 123.8 °C, 相对于 14 位的分辨率为 0.01 °C。每个传感器芯片都在极为精确的湿度室中进行标定, 校准系数以程序形式储存在 OTP 内存中, 在测量过程中可对相对湿度自动校准, 使 SHT71 具有 100% 的互换性。SHT71 的测量原理是: 首先, 利用 2 只传感器分别产生相对湿度、温度的信号; 然后, 经过放大, 分别送至 A/D 转换器进行模数转换、校准和纠错; 最后, 通过二线串行接口, 将相对湿度及温度的数据送至微控器, 再利用微控器完成非线性补偿和温度补偿。其内部结构请参阅参考文献[2-3]。SHT71 可通过二线串行总线直接输出数字量温湿度值。SHT71 的封装形式为小体积 4 脚单排封装, 引脚功能描述见表 1 所示。

表 1 SHT71 引脚功能

Table 1 Pin function of SHT71

引脚号	名称	功能描述
Pin No.	Name	Function
1	SCK	串行时钟输入
2	VDD	电源端: 2.4 ~ 5.5 V
3	GND	接地端
4	DATA	数据输入/输出端口

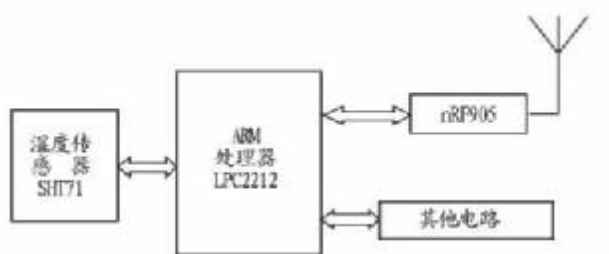


图 1 湿度采集模块的结构框

Fig. 1 The structure of humidity acquisition module

2 湿度采集模块的硬件设计

2.1 SHT71 简介 SHT71 是瑞士 Sensirion 公司生产的具有

作者简介 柳兆军(1975-), 男, 黑龙江绥化人, 硕士, 讲师, 从事微处理器及信号与信息处理方面的研究。

收稿日期 2009-05-04

2.2 LPC 2212 与 SHT71 的接口设计 如图 2 所示, LPC 2212 与 SHT71 的接口设计中, 使用 LPC 2212 的通用 I/O 接口线来模拟 IC 总线, 利用 P0.14 来模拟双线数据线 DATA, 利用 P0.15 来模拟时钟线 SCK。在 DATA 端接入 1 只 4.7 kΩ 的上拉电阻, 同时在 VDD 和 GND 端接入 1 只 0.1 μF 的退耦电容, SHT71 通过二线串行接口和 LPC2212 的 I/O 口直接相

连,无需 A/D 转换。与传统的测量系统相比,采用该设计大大简化了传感器和控制器之间的接口。

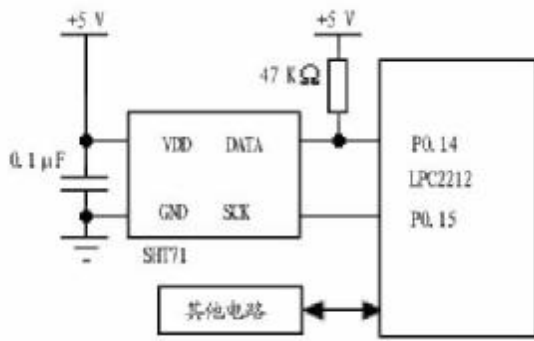


图2 LPC2212 与 SHT71 的接口电路

Fig. 2 Interface circuit of LPC2212 and SHT71

3 湿度采集模块的软件设计

湿度采集的软件设计主要采用模块化设计方法,包括主程序初始化模块、湿度数据传输子模块和无线发送数据模块。其中,湿度数据传输子模块由启动转换子程序、读测量数据子程序和数据处理子程序组成。

3.1 湿度数据传输 湿度数据的传输是通过 LPC2212 与 SHT71 之间的数据传输来实现的。首先,将 LPC2212 与 SHT71 对应 I/O 接口以及相关的寄存器初始化;然后,通过 LPC2212 发送命令启动数据的传输;最后,传感器开始进行信号的采集和数据的交换。具体传输过程如下:

(1)传输开始。初始化传输时,发出“传输开始”命令,具体实现过程:SCK 为高电平时,DATA 由高电平变为低电平;在下一个 SCK 为高时将 DATA 升高。其中,后一个命令顺序包含 3 个地址位(目前只支持“000”)和 5 个命令位(湿度测量代码为 00101),通过 DATA 脚的 ACK 位处于低电平时,表示 SHT71 正确收到命令。

(2)连接复位顺序。如果与 SHT71 传感器的通讯中断,下列信号顺序会使串口复位;当 DATA 线处于高电平时,触发 SCK 9 次以上(含 9 次),随后再发 1 个“传输开始”命令。

(3)湿(温)度测量时序。LPC2212 发布一组 8 bit 测量命令(如 00000101,即湿度测量)后,DATA 在第 8 个 SCK 时钟的下降沿被置为低电平;然后,再发送第 9 个 SCK 时钟作为命令确认,DATA 在其下降沿之后,恢复为高电平,同时,LPC2212 暂时停止发送时钟序列,进入空闲模式,准备读取测量数据;SHT71 在转换结束后,将 DATA 置为低电平,LPC2212 继续发出时钟序列,来读取 2 个 8 Byte 的测量数据和 1 个 8 Byte 的 CRC 奇偶校验,所有的数据从右算 MSB 列于第 1 位。在每个字节传输结束之后,LPC2212 必须通过使 DATA 为低来确认每一字节,以确保读取成功。如果不使用 CRC-8 校验,LPC2212 可以在读取测量值 LSB 后,通过保持确认位 ACK 为高电平,来中止数据传输。在测量和传输结束后,SHT71 自动转入休眠模式。

3.2 湿度数据处理 为了将 SHT71 输出的数字量转换成实际物理量,LPC2212 需要进行相应的数据处理。

(1)湿度变换。SHT71 的输出特性呈一定的非线性,为

了补偿湿度传感器的非线性,以获取准确数据,按公式(1)修正湿度值:

$$RH_{\text{linear}} = c_1 + c_2 \cdot \text{SORH} + c_3 \cdot \text{SORH}^2 \quad (1)$$

式中,SORH 为传感器相对湿度的测量值,系数取值如下:

$$12 \text{ 位 SORH}: c_1 = -4; c_2 = 0.0405; c_3 = -2.8 \times 10^{-6}.$$

$$8 \text{ 位 SORH}: c_1 = -4; c_2 = 0.648; c_3 = -7.2 \times 10^{-4}.$$

(2)温度补偿。湿度计算公式(1)是按环境温度为 25℃ 进行计算的,而实际的测量温度在一定范围内会发生变化。所以,应考虑湿度传感器的温度系数,按公式(2)对环境温度进行补偿:

$$RH_{\text{true}} = (T \text{ } ^\circ\text{C} - 25) \cdot (t_1 + t_2 \cdot \text{SORH}) + RH_{\text{linear}} \quad (2)$$

当 SORH 为 12 位时, $t_1 = 0.01$, $t_2 = 0.00008$,当 SORH 为 8 位时, $t_2 = 0.00128$ 。

在该系统中,湿度测量程序放在定时器 T0 的中断服务程序中。定时器 T0 设置工作方式 1,每次定时周期为 100 ms、软件计数为 1000 次,湿度采样周期为 60 s。此外,中断服务程序还包含无线发送数据程序。湿度采集软件流程如图 3 所示。

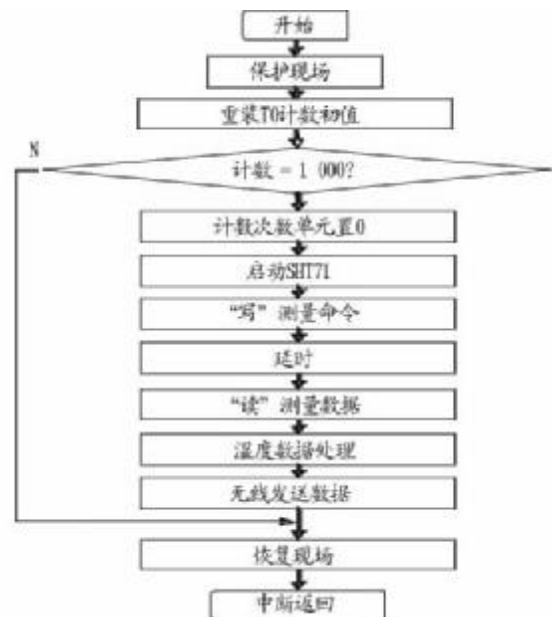


图3 湿度采集流程

Fig. 3 Flow chart of humidity acquisition

4 结语

经实际应用证明,该温室环境监控系统的湿度采集模块,具有抗干扰性强、转换速度快、精度高和工作稳定可靠的特点,可在恶劣条件下实现温室环境的湿度采集。此外,该系统还可以根据温室的具体情况随时调整监控点位置,给温室管理人员的工作带来了极大的方便,有着很好的应用前景。

参考文献

- [1] 周立功. ARM 微控制器基础与实践[M]. 2 版. 北京:北京航空航天大学出版社,2008.
- [2] Sensiron SHT1x/SHT7x Humidity & Temperature Sensor Datasheet[Z]. 2005.
- [3] 孟臣,李敏. SHT71 数字式温湿度传感器原理与应用[J]. 世界电子元器件,2003(8):66-68.