

# 基于 ZigBee 技术的无线温湿度监测系统的设计与实现

赵政华, 吴磊, 黄建林

(北方工业大学 信息工程学院, 北京 100144)

**摘要:** 介绍了应用 ZigBee 技术的无线收、发模块 CC1010 和温、湿度传感芯片 SHT11, 实现一个无线温度、湿度监测系统的方案。

**关键词:** ZigBee; CC1010; SHT11

中图分类号: TP274.4

文献标识码: B

## Design and realization of wireless monitoring system of temperature and humidity base on ZigBee technology

ZHAO Zheng Hua, WU Lei, HUANG Jian Lin

(College of Information Engineering, North China University of Technology, Beijing 100144, China)

**Abstract:** The article mainly introduces a solution about how to implement a wireless monitoring system of temperature and humidity with wireless receive-send chip CC1010 of ZigBee and sensor chip SHT11 of temperature and humidity.

**Key words:** ZigBee; CC1010; SHT11

无线技术的快速发展带动了其应用领域的迅速扩大,然而无线设备在实际应用中又受到了功耗、成本、传输可靠性等方面的限制,这些问题在 ZigBee 无线技术问世之后得到了很好的解决。

ZigBee 是一种近距离、低功耗、低速率、低成本、短延时的无线通信技术,主要适合于自动控制和远程控制领域,可以嵌入各种设备中。完整的 ZigBee 协议栈由物理层(PHY)、介质访问控制层(MAC 层)、网络/安全层和应用架构层 4 部分组成。其中,IEEE 802.15.4 制定前 2 层标准,ZigBee 联盟在 IEEE 802.15.4 基础上定义了网络/安全层和应用架构层。ZigBee 组网灵活,可构造星型网、树型网及网状网,1 个星型网络最多可容纳 254 个从设备和 1 个主设备,具有较大的网络容量,并且传输可靠性高。在无线通信技术上,采用免冲突多载波信道接入(CSMA-CA)方式,有效地避免了无线电载波之间的冲突,还建立了完整的应答通信协议。ZigBee 设备工作周期短,内部协议简单,收发间隔采用休眠机制,并且具有能量检测及链路质量指示能力,可自动调整设备的发射功率,在保证通信链路质量的条件下,降低了功耗和成本<sup>[1]</sup>。

本文提出的无线温、湿度监测系统的实现方案,就是基于 ZigBee 无线传输技术,发送端和接收端使用 ZigBee 协议进行无线温、湿度数据的传输,下面介绍系统的硬件结构和软件结构。

### 1 系统硬件结构

基于 ZigBee 技术的无线温、湿度监测系统由 2 部分构成,即发送端和接收端。系统的硬件结构框图如图 1 所示。

在本系统中,发送端由若干个终端节点(以下称发送节点)组成,每一个发送节点扮演着数据源的角色,它由 1 个温、湿度传感器和 1 个 ZigBee 无线射频发送模块组成,通过 ZigBee 网络向接收端发送温、湿度数据。接收端由 1 个 ZigBee 射频接收模块,1 个 MAX232 转串口模块和主机组成。接收模块建立 1 个星型的 ZigBee 网络,扮演着网络协调器的角色,通过 ZigBee 网络接收各个发送节点发送来的数据,并通过 MAX232 传输到主机。下面详细介绍发送端和接收端的硬件结构。

#### 1.1 发送端硬件结构

在发送端,每一个发送节点都是由 1 个 ZigBee 无线射频(RF)模块 CC1010 和 1 个温、湿度传感器 SHT11 组成。



图1 系统结构图

ZigBee 模块 CC1010 是挪威 Chipcon 公司推出的单片、多频段、低功耗、超高频射频芯片。采用  $0.35\ \mu\text{m}$  CMOS 技术制成，内嵌高性能的 8051 微控制器 (MCU)。可通过编程控制其工作于  $300\ \text{MHz}\sim 1\ 000\ \text{MHz}$  频段范围之内。CC1010 有 UART0 和 UART1 2 个串行接口，可通过寄存器来控制模块的收/发模式 (RX/TX)，CC1010 的 8051 外设 P0、P1、P2、P3 4 个通用的 I/O 口，每个 I/O 口都可由端口寄存器和端口方向寄存器来控制是读取数据，还是输出数据<sup>[2]</sup>。

温、湿度传感器 SHT11 将温、湿度传感器、信号放大调理、A/D 转换和数字通信接口集成在一个芯片上。数字接口方面，SHT11 提供二线数字串行接口 SCK 和 DATA，SCK 为串行时钟线，用于实现与微处理器之间的通信同步，DATA 为串行数据线，与微处理器之间进行数据传输。此芯片接口简单，传输可靠性高，测量精度可编程调节。测量和通信结束后，自动转入低功耗模式<sup>[3]</sup>。

CC1010 与 SHT11 连接如图 2 所示。SHT11 共有 8 个外接引脚线，GND、DATA、SCK、VDD，引脚连接如图，其余 4 个引脚闲置。为避免信号冲突，在 DATA 线与 VDD 之间外接 1 个上拉电阻。在 VDD 与 GND 之间加入 1 个  $100\ \text{nF}$  的电容，用以去耦滤波<sup>[3]</sup>。SHT11 与串行接口类似但不兼容 PC 总线协议，在此用 CC1010 的通用 I/O 口 P0 的 P0\_0、P0\_1 分别与 SHT11 的串行时钟线 SCK 与串行数据线 DATA 相连接，用于实现通信同步以及数据传输。CC1010 的发送/接收模式由寄存器 RFMAIN 控制，在发送节点设置其 RXTX=1，为发送模式，并采用字节发送模式。

### 1.2 接收端结构

接收端由 1 个接收模块 CC1010、1 个 MAX232 及主机组成<sup>[4]</sup>。在此令 CC1010 为接收模式，接收数据时，RF 接收的信号经低噪声放大器放大后翻转进入混频器，通过混频后产生中频信号，在中频处理阶段，该信号送入解调器之前被放大和滤波，解调的数据被放入移位寄存器中，然后存入 RFBUF 中。MCU 把 RFBUF 中的数据取出后，存入 UART 的数据缓冲寄存器 SBUF 中，经由 MAX232 转串口模块将温、湿度数据传输到主机，其结构如图 3 所示。

## 2 系统软件设计

系统的软件设计分为发送端软件设计和接收端软

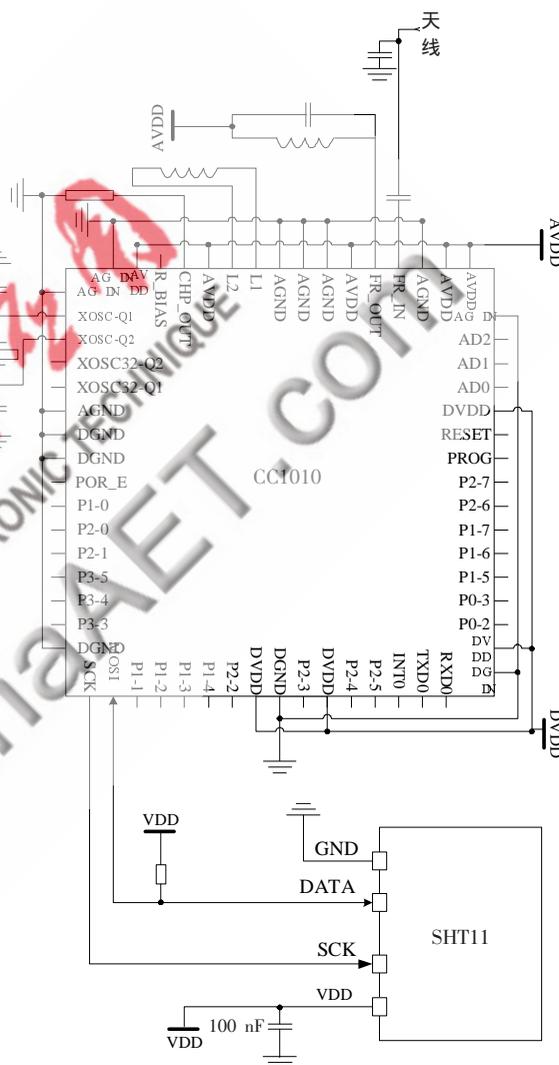


图2 CC1010与SHT11硬件连接图

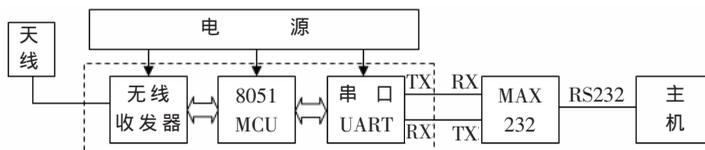


图3 接收端框架图

件设计。每一个节点的软件设计又分为驱动模块和应用模块。驱动模块中的硬件驱动程序为应用模块软件提供接口函数，以下介绍应用模块软件设计。

## 网络与通信 Network and Communication

## 2.1 发送端应用模块软件设计

发送节点的软件设计主要包括以下两部分:

(1)实现 SHT11 定时向 CC1010 传输检测到的温、湿度相对数据,并且 CC1010 内部的 MCU 对其温、湿度相对数据进行湿度非线性补偿和温度补偿,将其修正为准确值,并存入 RFBUF 中,经过调制发往接收端。调制后的数据包格式如表 1 所示。

表 1 调制后的数据包格式

前导码	地址	数据包		CRC 校验
		温度值	湿度值	

表中,前导码使接收端完成位同步,地址标识发送节点的身份,CRC 校验用于保证通信的可靠性,数据包是温、湿度值。

(2)将 CC1010 与扮演协调器角色的接收端进行绑定,两者分配一个相同且唯一的网络 ID,分配成功之后,用以实现在这唯一的 ID 标识的网络中进行收、发数据,即使发送节点还处于另外一个 ZigBee 网络之中,也不与其协调器通信,而只识别与其本身网络 ID 相同的协调器。当发送节点初始化后,首先寻找与其绑定的协调器建立的 ZigBee 网络,等待协调器将其加入网络中,进行无线通信。每个发送节点的软件设计是相同的,其程序流程图如图 4 所示。



图 4 发送端流程图

## 2.2 接收端应用模块软件设计

接收端的 ZigBee 无线射频模块 CC1010 接通电源并复位后,首先要开始一个具有唯一 ID 标识的 ZigBee 网络,应答与其绑定的各个发送模块的请求并将其加入到

网络中,同时为每个发送模块分配本网络内唯一的 16 位的地址之后,等待发送端发送数据,当检测到有数据时便接收这些数据,并通过 MAX232 将接收到的数据包传输给主机。接收端流程如图 5 所示。

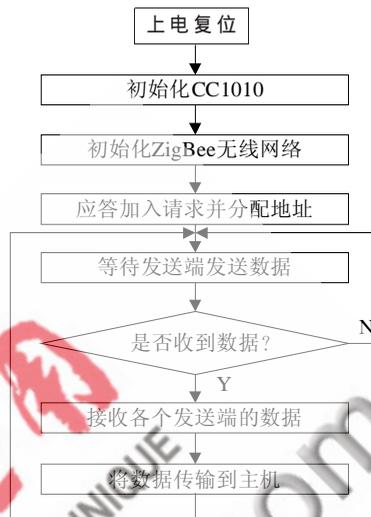


图 5 接收端流程图

本文设计实现了一个由 ZigBee 无线射频模块 CC1010、温、湿度传感模块 SHT11 及主机组成的无线温、湿度监测系统。本系统功耗极低、传输可靠性高、测量精度高。CC1010 应用 ZigBee 无线技术组成的网络具有容量大、功耗低、时延短、抗干扰性强的性能,并且通过编程,控制其在工作模式、节能模式和休眠模式 3 种模式间进行转换,以节省能量<sup>[5]</sup>。SHT11 接口简单、测量精度高、测量和通信结束后可自动转入低功耗模式来节省能量。所以本设计采用了这 2 种芯片来满足系统对多节点、使用期长、可靠性高、响应实时数据的要求,特别是满足了发送节点低功耗、传输可靠性高的要求。

## 参考文献

- [1] 蒋挺,赵成林.紫蜂技术及其应用[M].北京:北京邮电大学出版社,2006.
- [2] Single chip very low power RF transceiver with 8051-compatible microcontroller. <http://www.chipcon.com>.
- [3] Datasheet SHT1x Humidity and Temperature Sensor. [http://www.sensirion.com/en/pdf/product\\_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT1x.pdf](http://www.sensirion.com/en/pdf/product_information/Datasheet-humidity-sensor-SHT1x.pdf).
- [4] 陈海波,区颖刚,胡均万,等.基于 CC1010 的土壤水分无线监测系统的设计[J].农机化研究,2008(5).
- [5] TORVMARK K H.Low power systems using the CC1010[Z]. Chipcon Application Note, NO 17,2002.

(收稿日期:2009-05-13)