

# 基于NB-IoT技术的智能温室大棚温湿度检测系统

赵远超 赵建平 田全利 勾宝同 李晓慧

(曲阜师范大学, 物理工程学院, 山东, 曲阜, 273165)

**摘要:** 基于窄带物联网NB-IoT(Narrow Band-Internet of Things) 技术, 设计一种智能温室大棚温湿度检测系统。该系统以DS18B20模块检测温度, SHT10模块检测湿度, MSP430单片机作为系统数据处理单元, NB-IoT模块作为射频单元, 数据经运营商基站转发至IoT连接管理平台, 将数据进行编解码后, 推送至云端服务器, 移动Web APP通过查询方式获取数据并用于显示, 实现温室大棚中温湿度远程实时监测。经过多次在实际环境中的测试, 结果表明: 该系统具有性能稳定、低功耗、数据可靠等优点。

**关键词:** NB-IoT; 无线通信; 温湿度检测

## Intelligent Greenhouse Temperature and Humidity Detection System Based on NB-IoT Technology

Zhao Yuanchao Zhao Jianping Tian Quanli Gou Baotong Li Xiaohui

(Physics and Engineering, Qufu Normal University, Qufu, Shandong 273165, China)

**Abstract:** Based on the Narrow Band-Internet of Things (NB-IoT) technology, an intelligent greenhouse temperature and humidity detection system was designed. The system detects the temperature with the DS18B20 module, the SHT10 module detects the humidity, the MSP430 microcontroller as the system data processing unit, the NB-IoT module as the RF unit, the data is forwarded to the IoT connection management platform via the operator's base station, the data is coded and decoded, and then pushed to Cloud server, Mobile Web APP acquires data through query and displays it for real-time monitoring of temperature and humidity in a greenhouse. After many tests in the actual environment, the results show that the system has the advantages of stable performance, low power consumption, and reliable data.

**Key words:** NB-IoT; wireless communication; temperature and humidity detection

### 0 引言

随着生活水平提高, 人们对于新鲜蔬菜的需求日益高涨, 随之而来带动了智能农业的迅速发展。现有的大部分智能温室系统数据的采集主要通过有线数据远距离检测记录方式和传统无线检测记录方式<sup>[1]</sup>。有线数据远距离检测方式, 受物理线路、环境因素及布线成本的影响, 局限性明显。传统检测记录系统中的无线通信方式主要有nRF24L01、ZigBee和GPRS, 其中智能温室系统上应用较多的是ZigBee网络技术。它的主要优点有: 通信时延短, 通信时具有编码功能, 可靠安全<sup>[2]</sup>。但由于ZigBee技术的通频率高, 信号传输衰减非常快, 同一频段Wifi、蓝牙的使用, 导致ZigBee传输距离短, 易受干扰和网络结构复杂<sup>[3]</sup>。

NB-IoT技术是一种新兴的基于蜂窝网络的窄带物联网技术, 聚焦于低功耗广域网, 支持物联网设备在广域网的蜂窝数据连接。其技术优势在于: NB-IoT与GPRS相比, 最大链路预算提高了20dB, 相当于覆盖强度提升了100倍, 即使温室大棚所在的郊区GPRS信号难以到达的地方也容易覆盖到。NB-IoT可以让设备一直在线, 但是通过减少不必要

的信令, 更长的寻呼周期及终端进入PSM状态等机制, 使得设备减小电池电量的损耗, 达到低功耗目的。NB-IoT借助运营商基站和运营商IoT平台, 可支持超过5万个用户终端相连, 省去用户自行组网的弊端, 可真正意义上实现大连接<sup>[4][7]</sup>。

本文采用MSP430芯片作为主控制模块, 通过NB-IOT模块完成无线数据传输, 设计一种智能温室大棚温湿度检测系统, 能实现对温室大棚内温湿度、设备电量等指标进行实时监测, 具有性能稳定、低功耗、数据可靠等优点。

### 1 系统设计架构

智能温室大棚温湿度检测系统设计框图如图1所示。

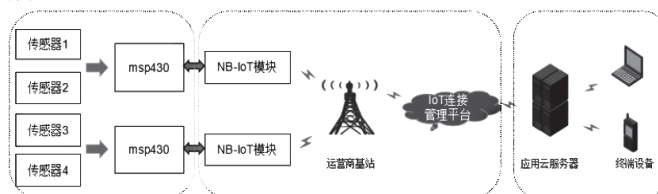


图1 系统设计框图

整个系统设计架构主要分为数据采集与封装

单元,数据的发送与编解码单元,数据的接收与显示单元三个部分,各部分的功能如下:

### 1.1 数据采集与封装单元

该部分由传感器和单片机组成。实现的功能是用单片机将分布在温室大棚内的温湿度传感器测得的数据采集,并采用冗余检查和软件滤波方法,保证数据的准确性和完整性。同时将数据封装为NB-IoT模块中“AT+NMGS”指令发送数据时所必需的十六进制格式数据。

### 1.2 数据的发送与编解码单元

该部分由NB-IoT模块、运营商基站和运营商IoT连接管理平台组成。数据的发送需要通过NB-IoT模块与运营商基站协作完成,基站负责转发节点数据至运营商IoT连接管理平台,IoT连接管理平台负责NB-IoT设备的注册与数据的编解码,即把十六进制格式数据解码为JSON(JavaScript Object Notation)格式数据供云端应用服务器“阅读”,同时把手持终端发送过来的JSON格式数据编码为十六进制格式数据,用于直接控制MSP430单片机。

### 1.3 数据的接收与显示单元

该部分由应用云服务器和终端显示设备组成。在云主机上搭建应用服务器,并可以通过<https://ip:port>的形式进行访问。编写Java Web项目并预留订阅接口,部署到云服务器,在IoT连接管理平台上一键订阅,即可实现IoT连接管理平台上解码出的JSON格式数据到应用服务器上的即时推送。手机终端显示APP,采用查询的方式,实现了数据的实时显示。

## 2 软硬件设计方案

### 2.1 硬件设计方案

作为工业级控制器,美国TI公司生产的MSP430系列单片机具有良好的系统稳定性,高性能,功耗低等优点。较STM32L低功耗系列单片机,具有价格较低的优势,与传统温湿度检测系统所使用STC89C51单片机相比,其性能最大的优势是在保持了低功耗的基础上,提高了数据处理能力。

DS18B20采用单总线的接口方式,与MSP430单片机连接时仅需要一条线即可实现二者双向通讯,电压范围为3.0V~5.5V,温度测量范围宽,其测量范围为-55℃~+125℃,在-10℃~+85℃范围内,精度为±0.5℃。

SHT10湿度传感器集成了传感元件和信号处理元件,两线数字输出分为数据线和时钟线,输出全

标定的数字信号,以增加SHT10可用性以及稳定性。湿度测量在0~100%RH范围内,可以达到±2.5% RH的精度。

电池电压检测电路的设计采用ALPHA & OMEGA半导体公司生产的N沟道增强型场效应晶体管AO3402。当ADC\_ENABLE被置位时,栅极和源极之间的电压大于一定的值,此时MOS管导通,漏极电压和源极电压相等,ADC\_BATIN处电压等于VCC\_BATIN处电压。

上海移远通信公司对华为海思Boudica 120/Hi2110芯片进行封装,推出BC95-B5模组,作为NB-IoT技术解决方案之一。该模组供电电压在3.1V~4.2V,标准电压为3.6V,可与MCU进行串口UART通信,支持频段850MHz,在空闲模式下输出为6mA,在省电模式下输出仅5uA,体现出超低功耗优势。

温度传感器DS18B20模块、湿度传感器SHT10模块、电源电压检测模块和无线通信模块电路设计如图2所示。

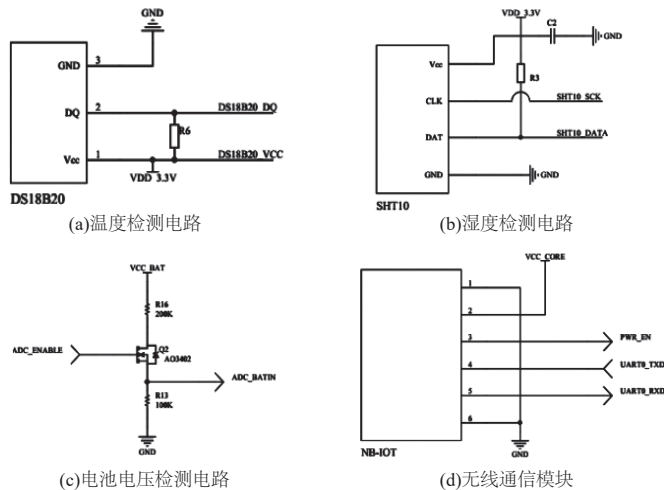


图2 各模块电路设计图

### 2.2 软件设计方案

软件设计主要分为底层MCU的软件设计,设备描述能力profile的设计,编解码插件设计,Web服务程序的设计,手持终端移动Web APP的设计五个部分。各部分设计思路如下:

#### 2.2.1 底层MCU的软件设计

底层MCU的软件设计采用C语言编程,在windows环境下采用CCS5.1软件编写和调试完成。主程序系统流程图如图3所示。

图3 主程序系统流程图 (参见下页)

#### 2.2.2 设备描述能力profile文件的设计

设备描述能力profile文件是用来描述一款设备

是什么、能做什么以及如何控制该设备的文件,该文件在编写完成后会被上传到IoT连接管理平台。该部分编写采用Microsoft Visual Studio 2010软件,文件内容应遵循JSON数据交换格式和文件打包规则。该系统profile设计框图如图4所示。

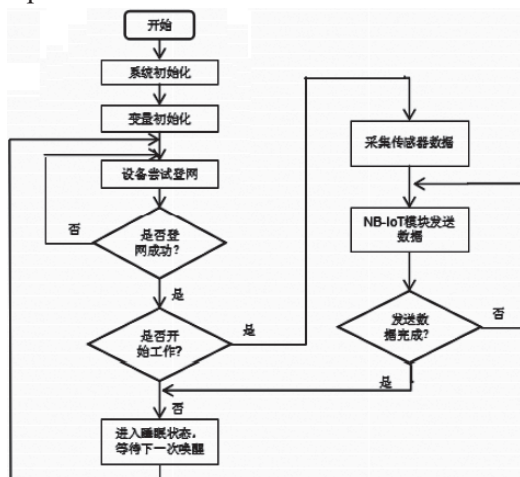


图3 主程序系统流程图

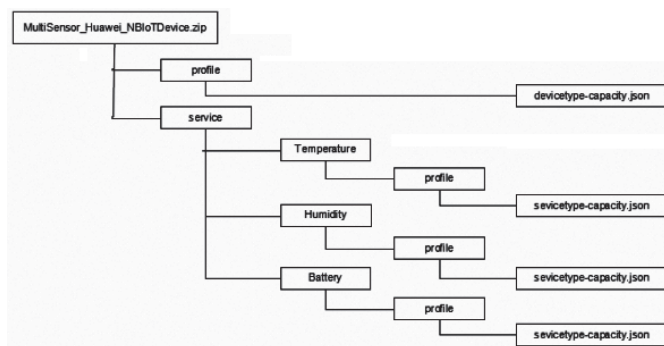


图4 设备描述能力profile设计框图

### 2.2.3 编解码插件的设计

编解码插件的作用就是将设备上报的码流(十六进制)转译为JSON格式数据上报IoT平台,并将终端下发的JSON格式命令转为码流发送给设备。编解码插件在Jdk1.8.0环境下编写,采用Eclipse软件编译调试完成,上传至IoT连接管理平台。设计框图如图5所示。

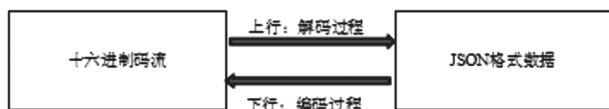


图5 编解码过程

### 2.2.4 Web服务程序的设计

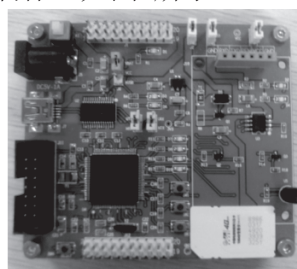
Web服务程序的功能是接收IoT平台解码并推送过来的JSON格式数据,同时将数据存储在云服务器中,供用户查阅和终端设备显示。该部分程序编写基于Jdk1.8.0和Tomcat 8.0环境,在Eclipse编译和调试完成,部署到Tomcat服务器中webapps目录下。

### 2.2.5 手持终端移动 Web APP的设计

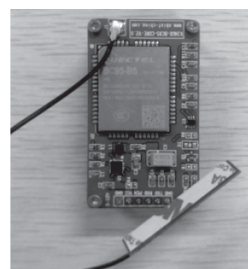
手持终端移动Web APP设计使用Hbuilder工具,利用HTML5技术,结合MUI框架,使用Native.js技术来实现APP功能打包发布。相比原生APP,移动Web APP有几点优势,所有APP运行在移动设备的浏览器上,只需要一个开发项目,且所有用户使用相同的版本,开发成本较低,维护起来方便。

### 3 实物制作与性能测试

绘制电路图,制作PCB,最终完成系统的实物制作。如图6所示。



(a) 主控器



(b) 无线射频单元

图6 系统实物制作

连接主控器和无线射频单元,同时将编写的设备profile文件、编解码插件上传至IoT连接管理平台。在IoT连接管理平台的设备历史数据查看设备上并成功解析的数据,可以看出温湿度及电量的值和状态。如图7所示。



图7 设备上传IoT平台历史数据

图8 APP显示界面

同时移动端APP显示出传感器为在线状态和当前温室大棚内的温湿度及设备的电量情况。如图8所示。

### 4 结论

本文充分运用NB-IoT技术的特点并结合温室大棚的情况组成了无线温湿度检测系统。该方案解决了传统无线传输时组网带来的各种问题,对无线节点的管理非常方便,同时满足现代智能农业低功耗、广覆盖和大连接的需求,APP具有良好的可视化人机交互界面。经过多次在实际环境中的测试,结果表明:该系统具有性能稳定、低功耗、数据可靠等优点。



## 参考文献

- [1] 张宝峰, 杨雷. 温室大棚温湿度智能监控系统的设计与实现[J]. 自动化仪表, 2017, 38(10): 82-85.
- [2] 唐俊龙, 贾新亮, 王超等. 基于STM32的智能环境监控系统设计[J]. 电子技术, 2017, 12(16): 50-53.
- [3] 赵太飞, 陈伦斌, 袁麓. 基于LoRa的智能抄表系统的设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2016, 24(9): 298-301.
- [4] 解运洲. NB-IoT技术详解与行业应用[M]. 北京: 科学出版社, 2017, 21-38.
- [5] 叶伟, 吕伟, 洪宽等. 基于NB-IoT技术的道路照明智能控制系统[J]. 照明工程学报, 2017, 28(5): 20-24.
- [6] Yiming Miao, Wei Li, Daxin Tian. Narrow Band Internet of Things: Simulation and Modelling [J]. IEEE, 2016, 26(9): 13-19.
- [7] 余莎, 黄嘉铭. 基于理论和实测的NB-IOT覆盖分析[J]. 移动信息, 2016, 12: 72-74.

## 基金项目:

- (1) 基于物联网的太阳能杀虫灯智能化控制系统研发, 课题编号: 20150106150932
- (2) 国家青年科学基金项目, 编号: 61701278, 起止时间: 2018年1月-2020年12月
- (3) 山东省博士基金项目, 立项编号: ZR2017BF017, 起止时间: 2017年8月-2019年12月

## 作者简介:

院校: 曲阜师范大学物理工程学院  
作者: 赵远超  
学位: 硕士在读  
研究方向: 主要研究方向为无线通信、应用系统设计  
通信作者: 赵建平  
职位: 教授  
研究方向: 主要研究方向为无线通信、应用系统设计, Mail: zjp-wlx@163.com  
电话: 17861315265  
联系地址: 山东省曲阜市鲁城街道静轩路曲阜师范大学物理工程学院

(上接81页)

类课程教学特点, 创新了当前电子类课程教学模式, 提升了学生专业能力的综合素养, 为学生未来工作和研究奠定了良好的基础, 收到了良好的效果, 适应现代科技的发展, 对进一步推进课程改革起到了重要作用。

## 参考文献:

- [1] 蔡红霞, 胡小梅, 俞涛. 虚拟仿真原理与应用[M]. 上海: 上海大学出版社, 2010.
- [2] 韦有双, 杨湘龙, 王飞. 虚拟现实与系统仿真[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004.

## 作者简介

姓名: 王松红  
单位: 莱芜职业技术学院  
职位/学位: 讲师/硕士 手机: 13561706750  
电子信箱: lxwsh@126.com  
联系地址: 山东省莱芜市高新区山财大街1号  
莱芜职业技术学院信息工程系  
邮编: 271100

~~~~~

~~~~~