

基于 NB-IOT 的农作物大棚监测系统研究

吴雪雪

( 洛阳职业技术学院 , 河南 洛阳 471003)

摘 要: 为了解决农作物大棚种植环境复杂、通信差、监管不严等问题,借助 NB-IOT 无线通信技术,设计了一种农作物大棚监测系统。该系统分为环境数据采集、物联网云平台、监测中心 3 大部分,主要工作原理:通过分布在大棚内的终端采集设备,采集对应的空气温湿度、光照强度、二氧化碳浓度及土壤湿度等环境数据,发送给主处理器 STM32F103C8T6;对数据进行初步处理后,借助串口传送给 BC95 型 NB-IOT 通信模块,由通信模块上传至 Ocean Connect DEV 物联网云平台,用户可通过上位机监测中心实时监测大棚内的环境数据及设备状态。为此,提出该系统的总体设计方案,对其硬件和软件进行了详细的设计,并通过上位机进行测试,证明了该方案的可行性。

关键词: NB-IOT; 环境数据采集; 物联网云平台; 监测中心; 大棚  
中图分类号: S625.5 文献标识码: A 文章编号: 1003-188X(2023) 11-0122-05  
DOI:10.13427/j.cnki.njyi.2023.11.005

0 引言

随着现代生活水平的不断提高,人们对于瓜果蔬菜乃至花卉、种子等的需求逐渐增加,而温室大棚的出现解决了季节、地域、天气等因素带来的影响<sup>[1]</sup>,成为现代农业发展的重要方向。截止目前,为了高效管理温室大棚,精确测量大棚中的温度、湿度、光照强度、二氧化碳浓度及土壤湿度等环境参数,涌现了大量的基于 WiFi、ZigBee 等无线通信技术的智能化管理方案。但是,随着温室大棚占地面积越来越大、地处环境越来越复杂<sup>[2]</sup>,存在覆盖不全、布线复杂、通信稳定性低等问题,而 NB-IOT 无线通信技术的出现能很好地解决上述问题。NB-IOT 是窄带物联网( Narrow Band Internet of Things) 的缩写<sup>[3]</sup>,其主要特点有:①覆盖范围广,每个基站可以提供 10 倍的面积覆盖;②海量连接,200kHz 的频率可以提供 10 万个连接;③低功耗,用 5 号电池即可工作<sup>[4]</sup>。

为此,笔者借助 NB-IOT 无线通信技术、物联网云平台技术及上位机技术等,设计了一种新型的农作物大棚监测系统。

1 总体设计

依据现代物联网技术设计的温室大棚监测系统由

数据采集模块、物联网平台模块、监测中心模块 3 部分组成,如图 1 所示。

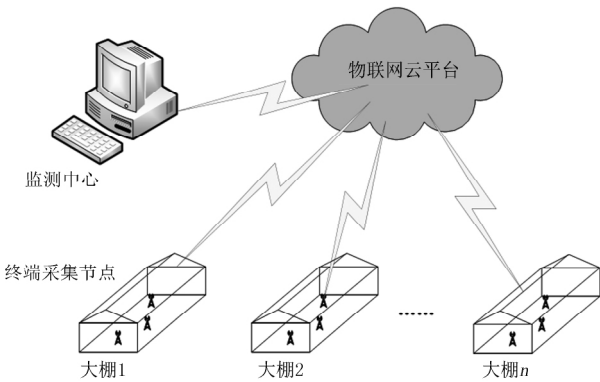


图 1 系统总体架构  
Fig. 1 System architecture

1) 环境数据采集部分通过散布在大棚内的温湿度传感器、光照强度传感器、二氧化碳浓度传感器及土壤湿度传感器等终端采集节点采集对应的环境因素,并传递给 STM32 控制器,经初步处理后,借助 NB-IOT 无线通信技术传输至物联网云平台<sup>[5]</sup>。

2) 物联网云平台借助 Ocean Connect DEV 云平台实现,主要作用是将接收到的环境参数进行解析存储<sup>[6]</sup>,以便监测中心随时访问和查询。

3) 监测中心部分由上位机实现人机交互界面,主要负责用户管理、历史环境数据查询及实现数据图表可视化、阈值报警设置等功能,方便农民随时了解大棚内情况<sup>[7]</sup>,并采取相应措施。

收稿日期: 2021-04-09  
基金项目: 河南省教育科学“十三五”规划 2019 年度课题( 19YB321)  
作者简介: 吴雪雪( 1988- ),女,河南新乡人,助教,硕士,( E-mail) lzmwt04@ 163. com。

2 硬件设计

系统的硬件部分主要针对大棚数据采集部分进行设计,主要包括主控制器模块、NB-IOT 通信模块及各参数传感器模块,其原理如图 2 所示。

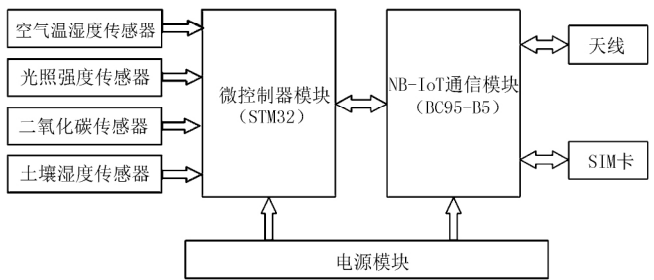


图 2 系统硬件原理图  
Fig. 2 System hardware schematic diagram

设计中,主控制器模块选用意法半导体( ST) 公司推出的 STM32F103C8T6。该处理器具有 64KFLASH, 20K 的 SRAM<sup>[8]</sup>;工作频率为 72MHz,供电电压为 3~3.6V,工作温度在-40~85℃ 之间。其最小系统包括复位电路、晶振电路、电容滤波电路及数模转换等外围电路,能够满足农作物大棚环境数据的处理需求。

NB-IOT 通信模块包括天线、SIM 存储卡、串口及供电等。其中,NB-IOT 主芯片选用目前使用较广泛的 BC95-B5,功耗仅为 5μA,大小为 19.9mm×23.6mm×2.2mm,采用无引脚封装,工作温度为-40~85℃ 之间<sup>[9]</sup>。天线选用 ipex 转 sma 多频全向高增益棒鞭装天线。SIM 存储卡选用贴片式物联网卡,可以直接焊接在 M2M 模组上,实现可靠物理连接与通信接口。

传感器模块中的温湿度传感器选用 DHT11 芯片,采用单总线方式与单片机通信,能够同时采集温度与湿度信息:温度的测量范围为 1~50℃,精度为 ±2℃<sup>[10]</sup>;湿度的测量范围为 20~90% RH,精度为 ±5% RH;工作电压约为 3.3~5.5V。光照强度传感器选用 BH1750FVI 芯片,通过 A/D 转换器,将检测到的 1~655 351x 范围内的光照强度转换成数字值,借助串行接口 IIC 发送给单片机;工作电压为 3~5V,工作温度在-40~85℃ 之间。二氧化碳传感器选用 MH-Z19B 红外吸收型芯片,针对二氧化碳气体采用非色散红外( NDIR) 检测原理<sup>[11]</sup>,精确度高,性能稳定;供电电压为 4.5~5.5V,工作温度为 0~50℃,响应时间小于 120s,误差范围在 ±50×10<sup>-6</sup>±5% 范围内,并采用串口与单片机进行通信。土壤湿度传感器由探头和 LM393 芯片电路组成,为了防止生锈,探头部分采用镀镍处理;LM393 芯片电路则用于数据比较。该传感

的供电电压为 3.3~5V<sup>[12]</sup>。  
由此可见,所有硬件芯片的工作电压基本在 3~5.5V 之间,故设计电源模块提供 5V 和 3.3V 两种工作电压。5V 的工作电压采用普遍的充电电池即可,3.3V 电压采用 AMS1117 稳压芯片进行转换,其内部采用限流过热保护电路,性能稳定,价格较低,为理想的电源转换模块。

3 软件设计

软件开发分为数据采集、物联网云平台 and 监测中心 3 部分。数据采集的软件实现又分为终端采集节点和 NB-IOT 无线通信两部分,均采用 MDK5 作为软件开发环境,借助 MDK-ARM 创建和调试嵌入式程序<sup>[13]</sup>。其中,终端采集节点主要控制温湿度、光照强度、二氧化碳浓度和土壤湿度等 4 类传感器采集大棚内的对应的环境数据,其实现流程如图 3 所示。

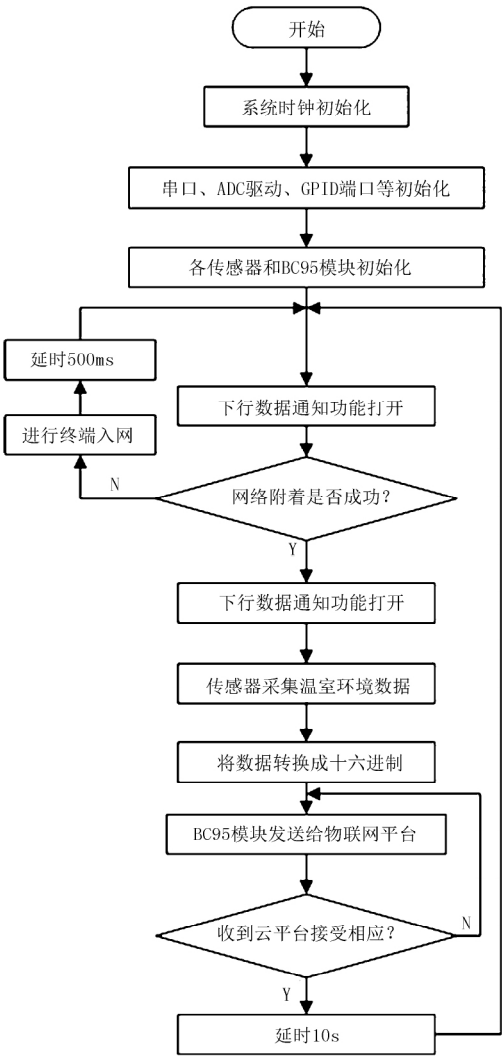


图 3 数据采集主流程图  
Fig. 3 Main flow chart of data acquisition

NB-IOT 无线通信模块采用 CoAP 协议,通过 BC95 模块将数据传至物联网云平台<sup>[14]</sup>,接收并解析来自云平台指令,其实现流程如图 4 所示。

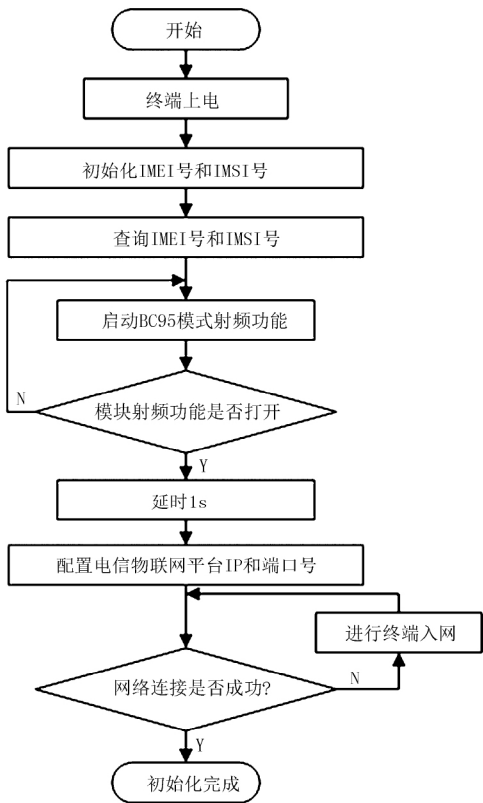


图 4 NB-IOT 模块初始化流程图

Fig. 4 NB-IOT module initialization flow chart

系统中使用的物联网平台采用华为的 Ocean Connect DEV 云平台,综合了物联网、大数据、云计算等技术,实现了用户管理、数据存储、数据解析、数据历史查询及在线监控等功能。由于其操作简单、接入方便、功能齐全、API 接口丰富等优点,被广泛应用在智慧农业中。其终端接入流程如图 5 所示。

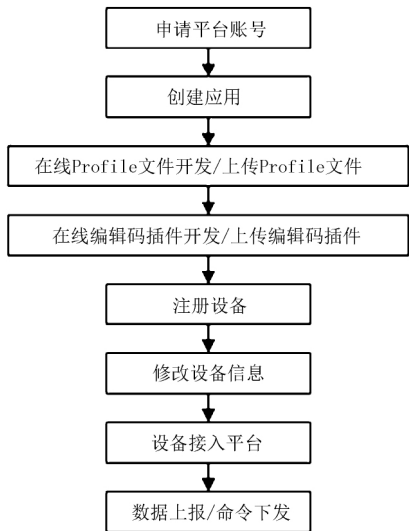


图 5 物联网云平台接入流程

Fig. 5 Flow of Internet of things cloud platform access

另外,上位机监测中心需要与 Ocean Connect DEV 云平台建立通信,获取云平台的相关环境数据<sup>[15]</sup>,其通信流程如图 6 所示。

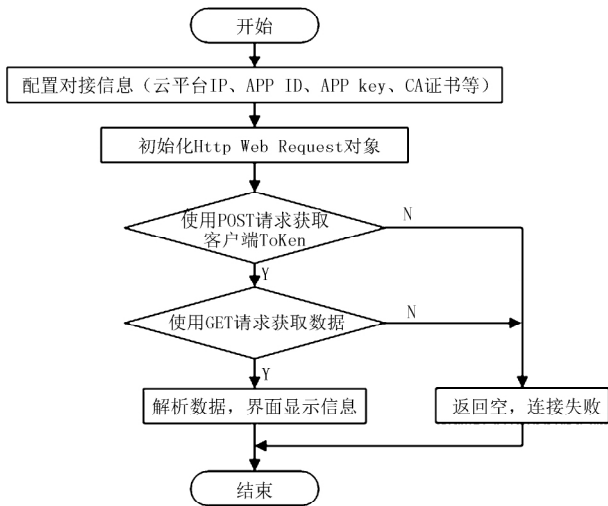


图 6 监测中心与云平台建立通信

Fig. 6 Communication between monitoring center and cloud platform

监测中心与物联网建立通信,需要用户登录后,设置 IP 地址、端口号、APP ID、密钥及云平台的 CA 证书和密码。

监测中心借助 VisualStudio2017 软件实现上位机人机交互界面,整个界面包含用户管理、环境数据查询、环境数据显示及阈值报警等功能。

4 系统测试

根据软硬件设计方案,搭建基于 NB-IOT 农业大棚的监测系统,为了验证其可行性,通过上位机监测中心对整个系统进行测试。

1) 打开监测中心,进入用户登录界面,如图 7 所示。



图 7 用户登录界面

Fig. 7 User login interface

2) 输入用户名和密码后 ,进入主页面 ,主页面包含用户管理、云平台设置、设备列表、数据查询及设备监控等菜单。在进行具体查询之前 ,首先要与物联网云平台建立通信 ,具体操作为在“设置”菜单栏输入 IP 地址、端口号、APP ID、秘钥以及云平台的 CA 证书和密码。

3) 查看现有的终端设备信息 ,包括设备名称、设备类型及设备状态 ,点击列表中的设备可以查看其与物联网的状态、注册时间、通信协议及现在采集到的环境数据等 ,界面如图 8 所示。



图 8 设备列表界面

Fig. 8 Device list interface

4) 历史数据查询可以查看历史环境数据 ,在此界面可以选择设备以及需要查看的时间范围 ,界面如图 9 所示。

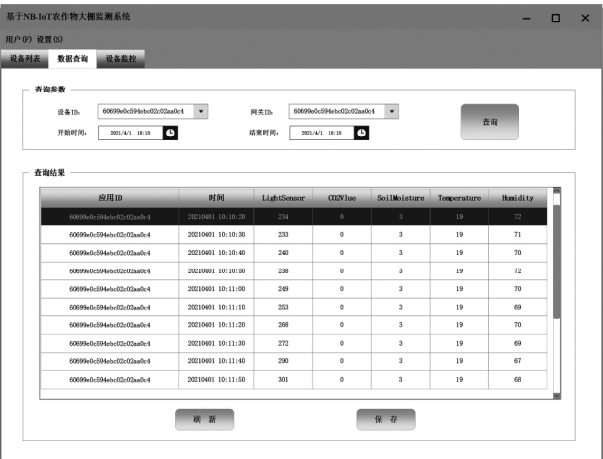


图 9 历史数据查询界面

Fig. 9 Historical data query interface

5) 设备监控可以设置每个终端设备的阈值 ,通过图表的形式显示实时环境数据 ,界面如图 10 所示。

5 结 论

借助 NB-IOT 无线通信技术 ,从软硬件对农作物

大棚监测系统进行了详细的设计。同时 ,通过物联网云平台 Ocean Connect DEV ,搭建系统 ,对大棚内的空气温湿度、光照强度、二氧化碳浓度、土壤湿度等环境数据及各个终端设备进行监测 ,改进了传统大棚监管中出现的问题 ,证明了方案的可行性 ,可为智慧化大棚种植提供参考。



图 10 设备监控界面

Fig. 10 Equipment monitoring interface

参考文献:

[1] 车亚进. 基于 NB-IOT 技术的智能井盖系统 [J]. 物联网技术 ,2021 ,11( 3) : 100-103.

[2] 葛金鑫 杨慧中. 基于 NB-IOT 的低功耗窖井水质在线监测系统 [J]. 现代电子技术 ,2021 ,44( 6) : 28-33.

[3] 许瑜超 ,叶翔. 采用 LoRa-Mesh 与蓝牙混合技术组建楼宇窄带物联网的研究 [J]. 广播电视信息 ,2021 ,28( 3) : 97-100.

[4] 范召辉 ,来恒 ,王战备. 基于 LoRa 的茶园环境参数监测系统 [J]. 电子制作 ,2021( 5) : 29-31.

[5] 戴路 ,张洁 ,刘文财 ,等. 基于 NB-IOT 的移动环境数据巡检系统的设计与实现 [J]. 洛阳师范学院学报 ,2021 ,40( 2) : 31-35.

[6] 张晓新 ,王奇超 ,林峰 ,等. 窄带物联网在专变用户防窃电应用中的研究 [J]. 电子器件 ,2021 ,44( 1) : 178-181.

[7] 郭沛龙 ,王尊 ,李明春 ,等. 基于 NB-IOT 和云计算的智慧路灯控制系统研究 [J]. 黄河科技学院学报 ,2021 ,23( 2) : 66-68.

[8] 王灿 ,杨嵩林 ,黄安. 基于 NB-IOT 的线路避雷器广域在线监测系统研究 [J]. 电子设计工程 ,2021 ,29( 3) : 108-112.

[9] 吴泽枫 ,李成刚 ,宋勇 ,等. 基于 NB-IOT 模块的机器人监控系统移动应用开发 [J]. 机械制造与自动化 ,2021 ,50( 1) : 161-163 ,197.

[10] 陈丽芬 ,张涛 ,杨双 ,等. 基于 NB-IOT 的家电测试参数远程监控方案的设计 [J]. 家电科技 ,2021( 1) : 102-

- 105.
- [11] 黄海洋. 基于 NB-IOT 的多道并行程序数据召测模型研究[J]. 现代电子技术, 2021, 44( 3): 16-20.
- [12] 刘王攀, 许志恒. 基于 NB-IOT 的智能船舶监控系统硬件设计[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11( 1): 36-37.
- [13] 陈俊德, 展飞, 窦巍, 等. NB-IOT 物联网技术的智能防盗井盖的研究[J]. 电子世界, 2021( 2): 57-58.
- [14] 欧阳兵, 孙丽娟, 陈慧, 等. 基于 NB-IOT 的车辆远程监测系统的设计[J]. 自动化应用, 2021( 1): 77-79, 82.
- [15] 谭传兴, 曹金静. 基于 NB-IOT 的城市网格化环境监测系统研究[J]. 住宅与房地产, 2021( 3): 225-226.

## Research on Crop Greenhouse Monitoring System Based on NB-IoT

Wu Xuexue

( Luoyang Polytechnic, Luoyang 471003, China)

**Abstract:** In order to solve the problems of wide area, complex environment, poor communication and lax supervision of modern crop greenhouse, this paper designs a crop greenhouse monitoring system with the help of NB-IOT wireless communication technology. The system is divided into three parts: data acquisition, cloud platform of internet of things and monitoring center. Its main working principle is to collect the corresponding environmental data such as air temperature and humidity, light intensity, carbon dioxide concentration and soil humidity through the terminal acquisition equipment distributed in the greenhouse, and send them to the main processor STM32F103C8T6. After preliminary processing, the data is transmitted to the BC95 NB-IOT through the serial port communication module, which is uploaded to the ocean connect DEV cloud platform of internet of things by the communication module. Users can monitor the environmental data and equipment status in the greenhouse in real time through the upper computer monitoring center. In view of the above functional requirements, this paper first puts forward the overall design scheme of the system and then makes a detailed design of its hardware and software. Finally, through the upper computer test, it shows the feasibility of the scheme.

**Key words:** NB-IOT; environment data collection; cloud platform of internet of things; monitoring center; greenhouse