

DOI:10.3969/j.issn.1674-5663.2020.01.010

基于 LoRa 的温室多点无线监测系统设计

邬 亮, 吴卓葵*, 曾杨达, 梁俊豪, 黄喜健
(仲恺农业工程学院 自动化学院, 广东 广州 510225)

摘要: 根据温室监测的需求和目前温室监测系统存在的问题, 提出一种基于 LoRa 的温室多点无线监测系统. 系统由基于 LoRa 的温室无线监测装置和上位机软件两部分组成. 基于 LoRa 的温室无线监测装置实现温湿度采集、光照度采集、液晶显示和 LoRa 通信等功能. 上位机软件实现用户登录、温室环境状态实时显示、历史监测数据查询和用户信息管理等功能. 温室监测装置和上位机软件之间通过 LoRa 无线技术进行通信. 系统应用与分析结果表明, 设计的系统能有效实现温室多点无线监测, 运行效果良好.

关键词: LoRa; 温室; 无线监测; 温度; 湿度; 光照度

中图分类号: S316; TP274

文献标志码: A

文章编号: 1674-5663(2020)01-0050-04

Design of multi-point wireless monitoring system for greenhouse based on LoRa

WU Liang, WU Zhuokui*, ZENG Yangda, LIANG Junhao, HUANG Xijian
(College of Automation, Zhongkai University of Agriculture and Engineering, Guangzhou 510225, China)

Abstract: According to the demand of greenhouse monitoring and the existing problems of greenhouse monitoring system, a multi-point wireless monitoring system for greenhouse based on LoRa was proposed. The system was made of a wireless greenhouse monitoring device based on LoRa and upper computer software. The greenhouse wireless monitoring device based on LoRa realized the functions of temperature and humidity acquisition, illumination acquisition, LCD display and LoRa communication and so on. The upper computer software realized the functions of user login, greenhouse environment state real-time display, historical monitoring data query and user information management and so on. The communication between the greenhouse monitoring device and the upper computer software was carried out by LoRa wireless technology. The system application and analysis results showed that the designed system could effectively realize multi-point wireless monitoring of greenhouse, and the operation effect was good.

Key words: LoRa; greenhouse; wireless monitoring; temperature; humidity; illuminance

现代农产品种植中, 温室种植是目前流行的种植方法之一^[1]. 温室种植通过控制影响农作物生产的因素提高品质和产量^[2]. 温室中的温度、湿度和光照度等是影响农作物的重要因素, 对这些参数进行监测和调节有利于提高农作物的品质和产量. 传统的温室有线监测系统存在布线困难的问题^[3-4], 而基于 WiFi、ZigBee 等的温室无线监测系统存在通信距离短等问题^[5-7].

针对上述问题, 根据 LoRa 无线通信技术具有通信距离长、低功耗的特点, 本文提出一种基于

LoRa 的温室多点无线监测系统. 该系统由基于 LoRa 的温室无线监测装置和上位机软件两部分组成, 实现温室多点多参数远程无线监测.

1 系统架构

基于 LoRa 的温室多点无线监测系统能对分散分布的多个监测点的温度、湿度和光照度等影响农作物生长的环境参数进行监测. 系统由基于 LoRa 的温室无线监测装置和上位机软件组成(图 1). 其中, 基于 LoRa 的温室无线监测装置由温湿度传感

收稿日期: 2018-09-20

基金项目: 广东省自然科学基金(2017A030310650)、广东省科技计划(2015A030402008)、广州市科技计划(201704030131)和广东省大学生创新创业训练计划(201711347095)资助项目.

作者简介: 邬 亮(1996-), 男, 广东梅州人, 在读本科生. *通信作者: E-mail: wuzhuokui@126.com

器、光照度传感器、AT89C51 单片机、LoRa 通信模块和液晶显示屏 LCD12864 等组成. 温湿度传感器和光照度传感器采集温室的温度、湿度和光照度等环境参数、液晶显示屏 LCD12864 显示各种环境参数、LoRa 通信模块实现无线通信功能. 上位机软件主要实现温室环境参数的远程无线监测.

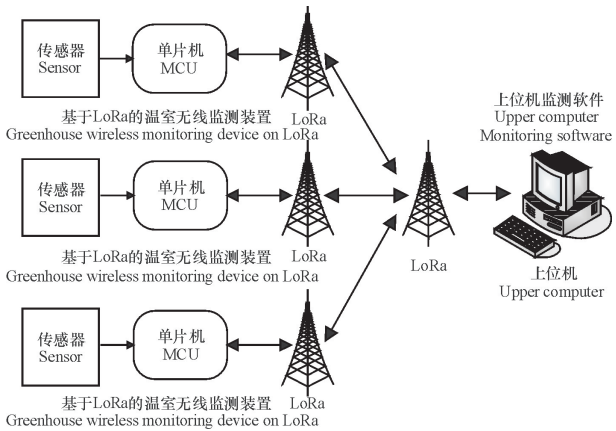


图 1 系统架构
Fig. 1 System architecture

2 基于 LoRa 的温室无线监测装置设计

2.1 总体设计

根据要实现的功能，设计基于 LoRa 的温室无线监测装置的硬件结构(图 2)：以 AT89C51 单片机为主控芯片，外围电路主要包括时钟电路、复位电路、DHT11 温湿度采集电路、BH1750 光照度采集电路、LCD12864 液晶显示电路和 LoRa 通信模块电路.

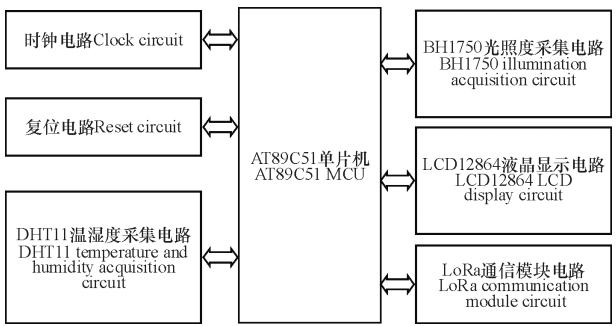


图 2 硬件结构
Fig. 2 Hardware structure

装置主要实现以下功能：(1)温湿度采集：根据温湿度传感器 DHT11 的控制逻辑进行温湿度采集；(2)光照度采集：根据 BH1750 光照度传感器的控制逻辑进行光照度采集；(3)液晶显示：根据液晶器件 LCD12864 的控制逻辑显示采集的温度、湿度和光强度；(4)LoRa 通信：控制单片机的串口

并通过串口转 LoRa 模块实现与上位机的无线通信. 程序流程图见图 3.

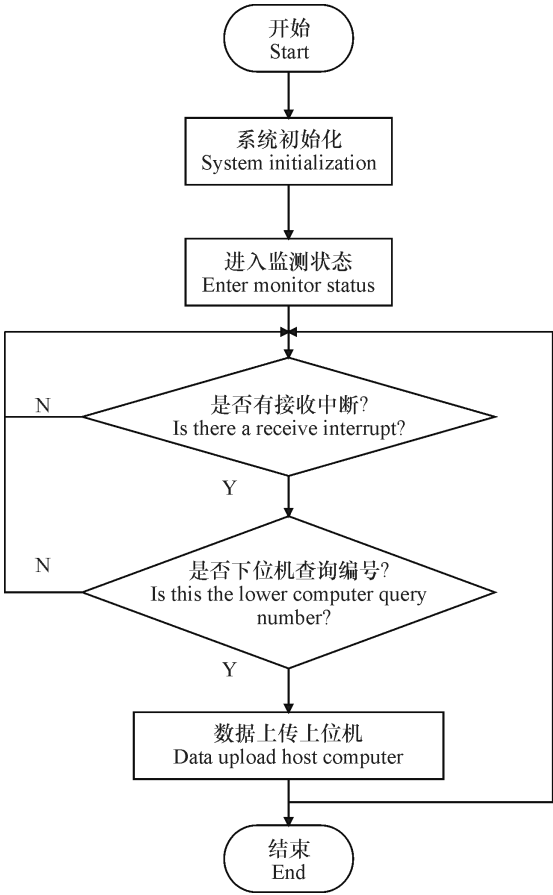


图 3 监测装置程序流程图
Fig. 3 Flow chart of monitoring device program

2.2 温湿度采集设计

温湿度传感器 DHT11 是一款含有已校准数字信号输出的温湿度复合传感器，包含一个电阻式测湿元件和一个 NTC 测温元件. 输出形式为数字输出，一次输出 40 位数据，分别为 8 位湿度整数数据、8 位湿度小数数据、8 位温度整数数据、8 位温度小数数据和 8 位校验和^[8].

DHT11 使用单总线协议，有严格的时序要求. 单片机先要拉低总线电平至少 18 ms，用于 DHT11 内部完成 AD 转换操作. 接着，单片机拉高总线电平 20 ~ 40 μs，用于单片机进行输入输出切换. 单片机释放总线控制权后，DHT11 尝试将总线电平拉低，成功拉低后开始准备发送数据，然后拉高总线电平传输数据.

2.3 光照度采集设计

BH1750 采用标准的 I²C 总线传输方式，内置 16 位 AD 转换器，可以直接进行数字输出，省去复杂的计算和标定. BH1750 读取数据方式为：单片机通过 I²C 总线向传感器发送起始信号、设备地

址和读信号；等待传感器应答；获得应答后读取数据；向传感器发送停止信号。

2.4 LoRa 通信设计

LoRa 通信的核心器件为 LoRa 通信模块 AS32-TTL-1W(图 4)。LoRa 传输模式为广播模式^[9]。与上位机连接的 LoRa 通信模块广播获取监测数据的信号，监测装置通过 LoRa 通信模块收到信号后，根据要求将采集的监测数据发给上位机。

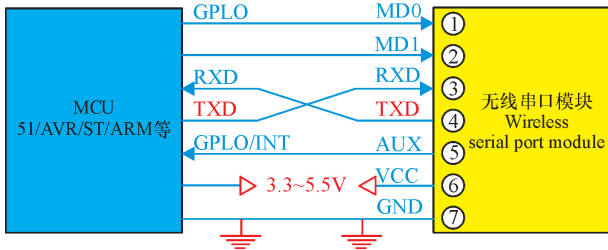


图 4 LoRa 通信电路
Fig. 4 LoRa communication circuit

LoRa 通信的关键在与控制单片机的串口发送和接收数据。监测装置与上位机间的通信协议为：当监测装置接收到上位机发送的指令“F”，“S”，“T”时(分别代表一号，二号，三号机)，通过串口发送数据格式为“DDDDDDDDDDDD”的数据包给上位机。其中第 1-2 位固定为“SE”，为有效数据包标识；第 3-4 字节为湿度；第 5-6 字节为温度；第 7-11 字节为光照度；第 12 位为机器的识别码，例如一号机为 1，二号机为 2，由上位机识别并显示。

3 上位机软件设计

3.1 总体设计

上位机软件采用 Visual Basic 编写，主要实现功能：(1)用户登录：用户需通过用户名和密码登录，用户信息存储在数据库中；(2)温室环境状态实时显示：解析下位机发送的数据包，实时显示温室中各个监测点的温度、湿度和光照度；(3)历史监测数据查询功能：显示最近时间段的监测数据，可指定仪器编号和时间段查询监测数据；(4)用户信息管理：可查看和修改用户个人信息。上位机程序实现流程图见图 5。

3.2 数据库设计

数据库采用 Microsoft Access 2010 设计，在数据库中设计两个表。一个用于存储用户信息，命名为“用户”；另一个用于存储测量数据，命名为“测量记录”。测量记录表的结构如表 1 所示。

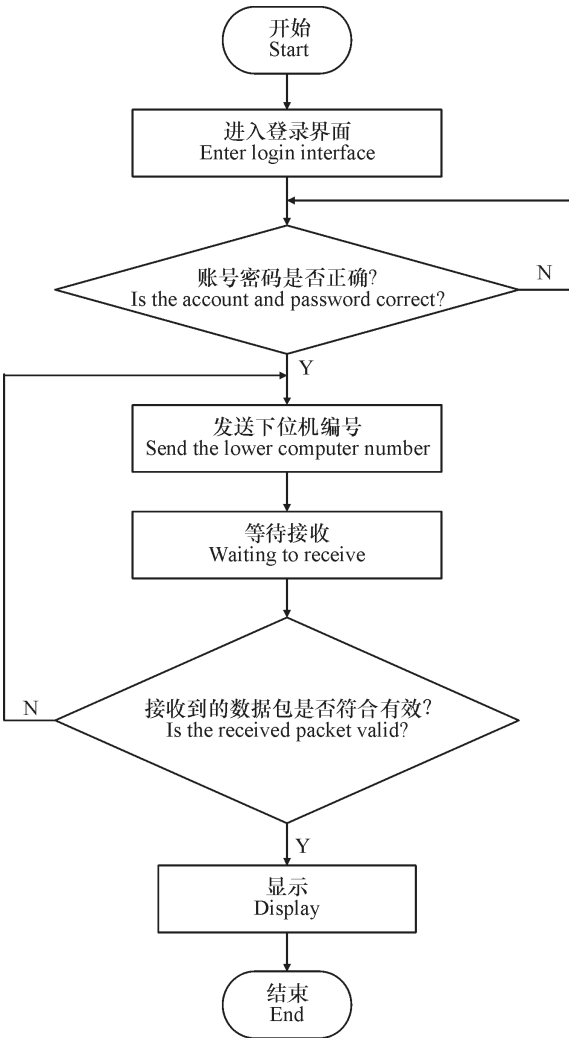


图 5 上位机程序流程图
Fig. 5 Flow chart of upper computer program

表 1 测量记录表结构

Table 1 Structure of the measurement record	
字段名称 Field name	数据类型 Data type
仪器编号 Instrument ID	文本 Text
温度值 Temperature value	文本 Text
湿度值 Humidity value	文本 Text
光照度 Illuminance	文本 Text
测量时间 Measuring time	日期/时间 Date/time

3.3 温室环境状态实时显示功能设计

温室环境状态实时显示功能实时显示温室中各个监测点的监测信息。实现步骤如下：

- ①“系统主界面”窗体打开时，连接数据库，根据串口配置信息，按设定时间间隔对下位机进行轮询；
- ②对下位机返回的数据包进行解析，根据解析结果显示对应仪器采集的温度、湿度、光照度和采集时间，并将测量记录写入数据库。

4 实物制作与系统测试

基于 LoRa 的温室无线监测装置实物图如图 6 所示.

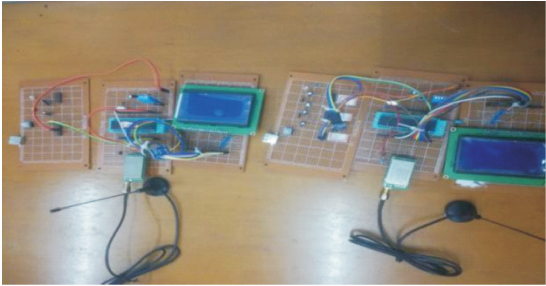


图 6 基于 LoRa 的温室无线监测装置
Fig. 6 Wireless monitoring device for greenhouse based on LoRa

为验证系统的可靠性,在仲恺农业工程学院温室大棚对系统进行了测试.两个无线监测装置分别放置于温室大棚的向阳和背阴处,上位机放置于英东楼,监测点与上位机放置地点距离约 300 米.

(1) 温室无线监测装置测试

测试结果(图 7 和图 8)表明,基于 LoRa 的温室无线监测装置可以准确采集到温室的温度、湿度和光照强度,并将数据发送给上位机.

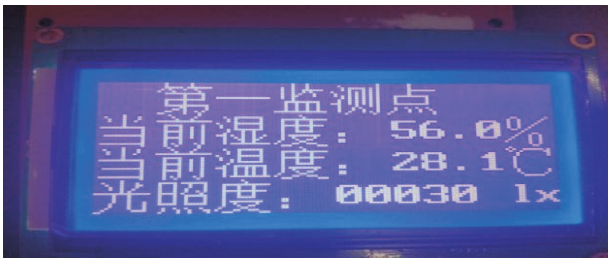


图 7 第一监测点数据采集结果

Fig. 7 Data collection results of the first monitoring point



图 8 第二监测点数据采集结果

Fig. 8 Data collection results of the second monitoring point

(2) 上位机软件测试

上位机监测软件的运行结果表明(图 9),上位机软件能正确接收并显示下位机监测装置采集的数据.整个系统能有效实现温室环境的远程无线监测.

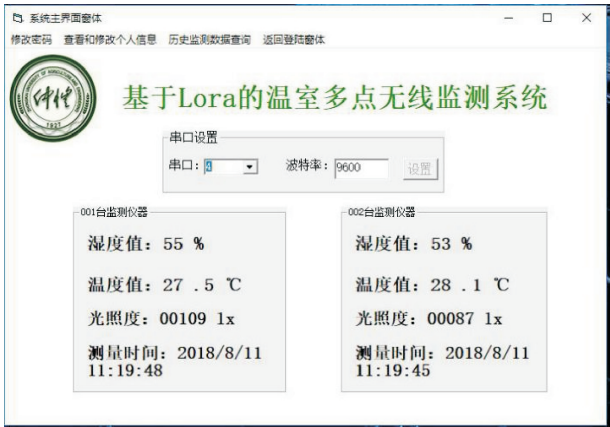


图 9 上位机软件运行结果

Fig. 9 Running results of upper computer software

表 2 为系统功能测试结果,测试结果“良好”测试对象功能运行正常.

表 2 系统功能测试结果

Table 2 System function test results

测试对象	测试功能	测试结果
Test object	Test function	Test result
温室无线监测装置 Greenhouse wireless monitoring device	采集功能 Collecting function	良好 Good
温室无线监测装置 Greenhouse wireless monitoring device	显示功能 Display function	良好 Good
上位机软件 Upper computer software	监测功能 Collecting function	良好 Good

5 结语

本文提出一种基于 LoRa 的温室多点无线监测系统设计,该设计主要特点为:(1)在温室环境监测中引入无线通信技术 LoRa,以增大无线通信距离;(2)设计了基于 LoRa 的温室无线监测装置,该装置具有温湿度采集、光照度采集、液晶显示和 LoRa 通信功能;(3)设计了温室上位机监测软件,该软件具有用户登录、温室环境状态实时显示、历史监测数据查询和用户信息管理等功能.下一步将继续研究系统的多点数据采集并行优化技术.

参考文献:

[1] ANAND S T, CHANDRA J. IOT based green house monitoring system[J]. Journal of Computer Science, 2018, 14(5): 639 – 644.
[2] 张晓培,梁文海. 基于移动端的温室环境监控系统设计[J]. 农机化研究, 2018, 40(6): 215 – 219.
[3] 黄培. 智能温室监控系统的设计[J]. 工业控制计算机, 2016, 29(1): 130 – 131.
[4] 闵沛,郑剑锋,强浩,等. 现代化智慧农业温室监控系统设计[J]. 自动化与仪表, 2017(2): 60 – 63.

one and testosterone in response to acute and chronic stress in male rats[J]. *Hormones & Behavior*, 2003, 44(4): 327–337.

[39] SON Y L, UBUKA T, NARIHIRO M, et al. Molecular basis for the activation of gonadotropin-inhibitory hormone gene transcription by corticosterone[J]. *Endocrinology*, 2014, 155(5): 1817–1826.

[40] KIM J S, BROWNJOHN P W, DYER B S, et al. Anxiogenic and stressor effects of the hypothalamic neuropeptide RFRP-3 are overcome by the NPFRR antagonist GJ14[J]. *Endocrinology*, 2015, 156(11): 4152–4162.

[41] CALISI R M, DIAZ-MUNOZ S L, WINGFIELD J C, et al. Social and breeding status are associated with the expression of GnIH[J]. *Genes Brain & Behavior*, 2011, 10(5): 557–564.

[42] BANERJEE S, SHAHIN S, CHATURVEDI C M. Age dependent variations in the deep brain photoreceptors (DBPs), GnRH-GnIH system and testicular steroidogenesis in Japanese quail, *Coturnix japonica*[J]. *Experimental gerontology*, 2018, 108: 7–17.

[43] TEO C H, SOGA T, PARHAR I S. Social isolation modulates CLOCK protein and beta-catenin expression pattern in gonadotropin-inhibitory hormone neurons in male rats[J]. *Frontiers in Endocrinology (Lausanne)*, 2017, 8: 225.

[44] POISSENOT K, ANGER K, CONSTANTIN P, et al. Brain mapping of the gonadotropin-inhibitory hormone-related peptide 2 with a novel antibody suggests a connection with emotional reactivity in the Japanese quail (*Coturnix japonica*, Temminck & Schlegel, 1849)[J]. *Journal of Comparative Neurology*, 2019: 1–13.

[45] BANERJEE S, CHATURVEDI C M. Simulated photoperiod influences testicular activity in quail via modulating local GnRHR-GnIHR, GH-R, Cnx-43 and 14-3-3[J]. *Journal of Photochemistry and Photobiology B*, 2018, 178: 412–423.

[46] BAUER C M, FUDICKAR A M, ANDERSON-BUCKINGHAM S, et al. Seasonally sympatric but allochronic: differential expression of hypothalamic genes in a songbird during gonadal development[J]. *Proceedings Biological Sciences*, 2018, 285(1889).

[47] MOLNAR C S, KALLO I, LIPOSITS Z, et al. Estradiol down-regulates RF-amide-related peptide (RFRP) expression in the mouse hypothalamus[J]. *Endocrinology*, 2011, 152(4): 1684–1690.

[48] GIBSON E M, HUMBER S A, JAIN S, et al. Alterations in RFamide-related peptide expression are coordinated with the pre-ovulatory luteinizing hormone surge[J]. *Endocrinology*, 2008, 149(10): 4958–4969.

[49] 张玲玲, 杨博辉, 岳耀敬, 等. GnIH 与 INH 表位多肽疫苗主动免疫对甘肃高山细毛羊生殖激素的影响[J]. *中国畜牧兽医*, 2016, 43(4): 1039–1044.

[50] 黄植霞, 王嘉威, 潘建秋, 等. 外源性 GnIH 影响雄鼠生长及生殖发育初探[J]. *仲恺农业工程学院学报*, 2018, 31(2): 42–45.

[51] 黄运茂, 田允波, 许丹宁, 等. GnIH 和 PRL 与南方灰鹅繁殖活动调控之间的关系[J]. *仲恺农业工程学院学报*, 2013, 26(4): 59–64.

【责任编辑 施祖荣】

(上接第 53 页)

[5] 吴卓葵, 张文峰, 曾涛, 等. 基于 WiFi 的温室群环境多参数监测系统设计[J]. *广东农业科学*, 2014, 41(10): 189–193.

[6] 杨飞, 谢涛, 伍英, 等. 基于 WIFI 的农业物联网温室大棚环境监测系统的设计[J]. *计算机测量与控制*, 2017, 25(2): 50–53.

[7] CHEN G S, WANG Z S, SHANG X. The design of greenhouse environment monitoring system based on ZigBee[J]. *Advanced Materials Research*, 2014, 989–994: 3390–3393.

[8] 刘学君, 卓思超, 戴波, 等. 多点农业大棚无线数据采集与远程控制系统[J]. *制造业自动化*, 2016, 38(8): 45–49.

[9] 周一振. 基于 ZigBee 和 LoRa 的麦田监控系统[J]. *物联网技术*, 2017, 7(12): 29–30.

【责任编辑 夏成锋】