

基于物联网的室内数据采集监控系统

任克强, 王传强

引用本文:

任克强, 王传强. 基于物联网的室内数据采集监控系统[J]. 液晶与显示, 2020, 35(2): 136–142.

REN Ke-qiang, WANG Chuan-qiang. Indoor data acquisition and monitoring system based on Internet of things[J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2020, 35(2): 136–142.

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3788/YJYXS20203502.0136>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

基于物联网的温湿度与风速信息采集系统设计与实现

Design and implementation of temperature, humidity and wind speed information acquisition system based on the internet of things
液晶与显示. 2016, 31(10): 936–942 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20163110.0936>

一种应用于IEPE传感器数据采集系统的调理电路设计

Design of a conditioning circuit applied to IEPE sensor data acquisition system
液晶与显示. 2020, 35(2): 143–150 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20203502.0143>

基于4G-LTE的脱机LED控制系统的设计

Design of off-line led control system based on 4G-LTE
液晶与显示. 2018, 33(1): 55–60 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20183301.0055>

基于IP核的多接口LCD控制器的设计及实现

Design and implementation of multi-interface LCD controller based on IP cores
液晶与显示. 2017, 32(2): 117–123 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20173202.0117>

基于 SoC FPGA 的文字分割系统设计

Design of the text segmentation system based on SoC FPGA
液晶与显示. 2016, 31(10): 949–957 <https://doi.org/10.3788/YJYXS20163110.0949>

文章编号:1007-2780(2020)02-0136-07

基于物联网的室内数据采集监控系统

任克强*, 王传强

(江西理工大学 信息工程学院, 江西 赣州 341000)

摘要:为了解决家庭内部多点数据采集与智能监控问题,本文设计并实现了一种基于物联网的室内数据采集监控系统。整个系统以 ARM Cortex-M3 为核心处理器,以 LORA 模块和 WIFI 模块为无线通信设备,以 LCD 显示屏为数据显示端,接入多路无线传感器节点,每个节点接入多路传感器和控制器件,用于数据采集、控制、显示和上传。为了增加系统的实用性,加入万年历功能,通过获取网络时间或者本地时间为万年历提供时间数据。将系统部署于室内并进行测试,实验结果表明,整个系统的响应时间较短,在小于 0.35 s 的时间可以完成对数据的采集和上传;增加网络节点数量,系统可以准确识别并自动完成数据的采集、上传和设备控制,无丢失数据包情况。整个系统具有较高的实时性、稳定性和安全性,能够较好地满足室内数据采集与智能控制的需求。

关键词:数据采集;智能监控;物联网;ARM Cortex-M3;无线通信;LCD

中图分类号:TP274.2 **文献标识码:**A **doi:**10.3788/YJYXS20203502.0136

Indoor data acquisition and monitoring system based on Internet of things

REN Ke-qiang*, WANG Chuan-qiang

(School of Information Engineering, Jiangxi University of Science and Technology,
Ganzhou 341000, China)

Abstract: In order to solve the problem of multi-point data acquisition and intelligent monitoring in the family, an indoor data acquisition and monitoring system based on the internet of things is designed and implemented. The whole system takes ARM Cortex-M3 as the core processor, LORA module and WIFI module as the wireless communication equipment, LCD screen as data display terminal, and multi-channel wireless sensor nodes. Each node is connected with multi-channel sensors and control devices for data acquisition, control, display and upload. In order to increase the practicability of the system, the calendar function is added to provide time data for the calendar by acquiring network time or local time. The system is deployed indoors and tested. The experimental results show that the response time of the whole system is short, and the data acquisition and upload can be completed in less than 0.35 s. With the increase of the number of network nodes, the system can accurately identify and automatically complete the data acquisition, upload and equipment control without losing data

收稿日期:2019-08-06;修订日期:2019-10-07.

基金项目:国家自然科学基金项目(No.61501210)

Supported by National Natural Science Foundation of China(No.61501210)

* 通信联系人, E-mail: jxrenkeqiang@163.com

packing. The whole system has high real-time, stability and security, and can better meet the needs of indoor data acquisition and intelligent control.

Key words: data acquisition; intelligent monitoring; internet of things; ARM Cortex-M3; wireless communication; LCD

1 引言

物联网技术作为信息科技产业的第三次革命,在传感器技术和嵌入式技术的支撑下,以其易于结合、容错率高、易于部署、易于增减传感器节点、执行效率和速率高等技术优势^[1-2],已经应用在智能家居等诸多领域^[3-7]。本文将物联网用于智能监控领域,用以解决室内多点数据采集与智能监控问题。

目前用于家庭的物联网控制系统的功能比较单一,大部分都是人为发布指令被动的控制系统,无法根据采集的数据主动控制,而且必须是在网络连接正常的前提下,一旦断网,将无法控制系统工作,无法实时监测家庭安全状况。可见目前的智能控制系统有自身的局限性,不适合所有家庭的使用。

本文设计了一种将智能监控与物联网相结合并加入万年历显示功能的室内数据采集与监控系统,通过 WIFI 和 LORA 进行组网^[8-9],实现对数据的采集、上传、显示和设备的控制,同时获取网络时间或者本地时间,用于万年历走时。整个系统并不完全依赖于互联网,在网络断开的情况下,系统将通过 LORA 模块组网通信,主控制器自动完成数据采集与控制,并自动切换时间获取通道,读取时钟芯片时间数据,但数据将无法上传到云服务器。无论何种状态下,系统都将异常数据保存到 FLASH,便于查询和分析。

2 系统组成

整个系统拓扑结构如图 1 所示。目前市场上的智能控制系统大部分都是采用一对一的模式,本文设计采用了一对多和多对多的模式,即一个主控制器可以控制多个网络节点,一个网络节点可以控制多个传感器和设备。可实现节点与传感器大规模的部署。

整个数据采集监控系统主要由总控制端、数

据采集端和云服务器端组成。本设计的重点在于实现云下与云下设备、云上与云下设备的互联互通。如图 1 所示,每个节点都集成一块处理器,用来处理传感器采集的数据和下发指令到控制器件。从节点和主控制器节点之间通过 LORA 组网,实现广播监听的连接模式,通过 LORA 协议和自定义的数据传输格式,可准确实现数据的采集和控制指令的下发,协议只需配置一次将自动保存到 FLASH,开机自动读取配置信息。主控制器和云上设备通过 Internet 网络实现了数据间的上传和下发,主控制器定时发送心跳包到云端设备,云上设备可以实时监测主控制器的连接状态,具有断网自动连接云上设备的功能。

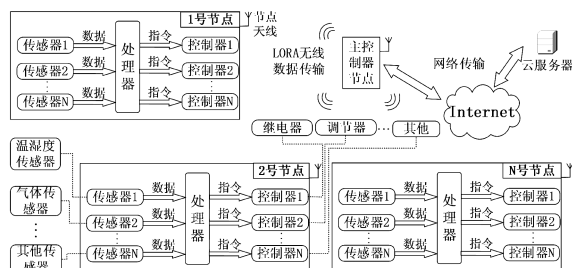


图 1 系统拓扑结构

Fig.1 Topological structure of the system

3 系统硬件设计

本系统硬件设计以 Cortex-M3 内核的 STM32F103 为核心处理器,外围配备电源电路、无线通信设备、显示设备、传感器和控制器等,实现了数据的采集、上传、控制和时间获取等功能。其中时间数据不仅用来作为万年历时间,也作为整个系统的时基信号,记录异常数据的时间并存储到本地的 FLASH 中。系统的硬件框图如图 2 所示。

处理器: Cortex-M3 内核的 STM32F103 处理器,时钟频率可达 72 MHz,属于 ARMv7 的架构,具有较为丰富的外设接口,可以满足多个传感器接入的需求^[10-12],具有先进的体系和架构,满足本系统对处理器的需求。

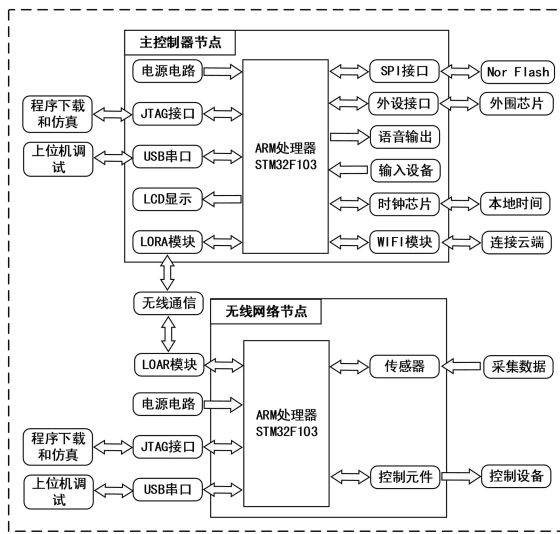


图 2 系统硬件框图

Fig.2 Hardware framework of system

电源电路:整个系统需要用到+3.3,+5,+9 V 多种不同的电源。因此采用+12 V 电压输入,再经过稳压电路,将+12 V 电压稳压在+3.3,+5,+9 V。

无线通信设备:本文中无线通信设备用到了 WIFI 模块和 LORA 模块。WIFI 模块内置无线网络协议 IEEE802.11b.g.n 以及 TCP/IP 协议,利用相关 API,可轻松入网。LORA 是一种局域网无线标准,具有使用功耗低、传输距离远、多种通信方式可选择等特点。LORA 通过扩频通信技术增加信号带宽降低对信噪比的要求,提高抗干扰能力,通过 RF 射频技术和 LoRaWAN 技术进行数据传输,使得数据传输距离更远,可达 3 000 m 以上,可以满足数据在室内传输的需求。本设计选用广播监听的传输模式进行数据传输。

传感器与控制设备:可选用不同类型的传感器和控制器件,以满足不同环境下的需求,也可以根据需要增加和减少传感器和控制器件的数量。比如,可将温湿度传感器部署于卧室,将气敏传感器部署于厨房,将环境监测传感器部署于门外等。为了对系统进行功能测试,选用 AM2302 温湿度传感器、MQ-4 气敏传感器和继电器作为测试元件。AM2302 温湿度传感器具有温湿度转换时间短,抗干扰能力强,精度高等特点。温度测量区间为 $-40\sim+80\text{ }^{\circ}\text{C}$,湿度测量区间为 $0\sim99.9\%\text{ RH}$,适合监测我国全部地区的室内温湿度。MQ-4 气敏传感器可监测多种可燃气体,可部署

在厨房实时进行监测,提前预警,提前控制,防止危险事故发生。

显示设备:显示设备选用液晶显示屏,用于显示获取的时间信息、节点信息和设备运行状况等,作为本地人机交互端,可以方便观察整个系统的运行状况,查看传感器采集的数据,查询历史数据等。而且,硬件预留多种屏幕接口,可根据需要更换显示设备。

4 系统软件设计

本系统的软件设计主要有 Internet 网络端、主控制器端和无线节点端。Internet 网络端采用 Ai-Thinker-IDE 进行编程开发配合主流的网络云平台搭建服务器。其余部分采用 Keil uVision5 进行编程开发。两种开发环境和云平台配合使用,在很大程度上提高了程序编写效率。编译器本身自带仿真功能,节约了开发时间,在一定程度上可帮助提高程序的稳定性和可靠性。

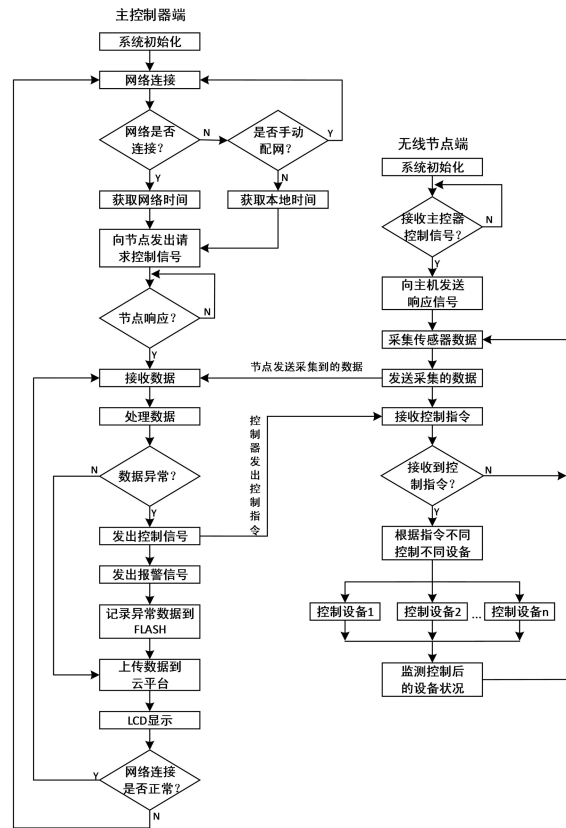


图 3 系统软件流程图

Fig.3 Flow chart of system software

系统上电,各个模块自动调用模块配置函数进行相关系统配置。完成系统配置后,进入网络连接处理函数。联网前,自动读取 FLASH 记录的已连接的网络数据,自动对比 WIFI 模块搜索到的网络数据。若记录的数据和 WIFI 模块搜索到的数据一致,则直接连接到网络;若不一致,则会进入手动配置网络函数,人为选择是否进行网络连接。主控制器和节点之间传输通信指令,确认 LORA 模块是否能够正常通信。在确认通信正常后,主节点通过判断从节点上传的数据是否存在异常,决定是否下发控制指令到从节点。一旦存在异常数据,主节点可以很快下发控制指令到异常节点,并将异常数据记录到 FLASH 中。之后将数据上传到云端服务器和显示在液晶屏。液晶屏显示的数据通过翻页的方式进行交替显示,可设置为手动遥控翻页或自动翻页。系统软件流程图如图 3 所示。

4.1 节点通信程序设计

对 LORA 节点地址设置,主节点地址设置为 0XFFFF,使得主节点处于广播监听模式。此模式下主节点发送的数据可以被其他相同速率和相同信道的节点接收,同时主节点也可以接收其他相同速率和相同信道节点的数据。节点分布如图 4 所示。A 为主节点,其余为从节点。

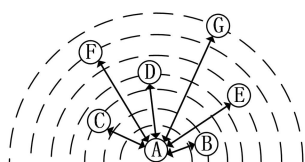


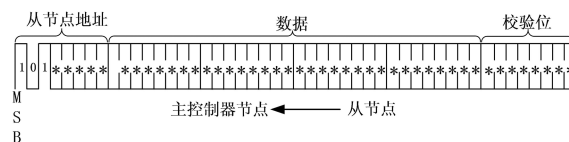
图 4 节点分布

Fig.4 Node distribution

广播监听模式并不能满足数据传输过程中的所有要求,此模式下主节点虽然可以收到所有节点传回来的数据,但却无法判断出是哪个节点传回的数据,容易造成数据的混乱,无法准确控制异常节点。

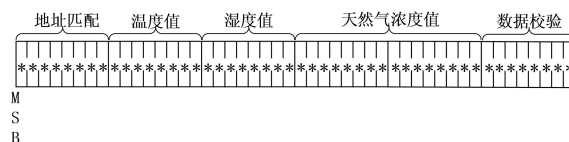
因此,为了克服 LORA 在广播模式下对节点识别不足的问题,本文在原有的通信基础上增加了新的数据传输格式,对原有的协议进行扩充改进,传输时序如图 5 所示。图 5 中的 8 位从节点地址和主控制器节点地址是人为分配的,用作自身的识别地址,其中图 5(a)和图 5(b)为主控制器节点接收从节点数据以及对数据进行解析时序,

数据解析格式如表 1 所示;图 5(c)和图 5(d)为主控制器下发控制指令至从节点以及从节点进行指令码解析时序,指令码格式如表 2 所示。在此通信格式下,理论上每个从节点可以级联 4 096 个控制设备。校验位=(主控制器地址+从节点地址) $\&0xFF$ 。



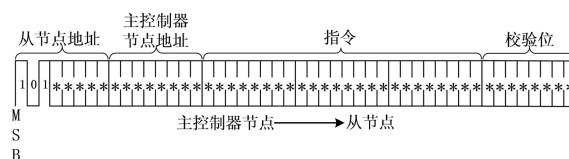
(a) 主节点接收数据

(a) Master node receives data



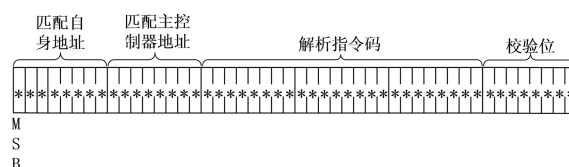
(b) 主节点解析数据

(b) Host node parses data



(c) 主节点下发控制指令

(c) Master node sends control instructions



(d) 从节点解析指令

(d) Slave node resolve instructions

图 5 数据传输格式

Fig.5 Data transmission format

表 1 数据格式

Tab.1 Data format

二进制位/bit	意义
47~40	从节点地址
39	温度正负标志位
38~32	温度
31~24	湿度
23~8	天然气浓度
7~0	校验位

表 2 指令码定义

Tab.2 Instruction code definition

设备地址编码	受控设备
0x0000	0 号受控设备
0x0001	1 号受控设备
.....	
0xFFFF	4095 号受控设备

LORA 模块本身自带 CSMA/CA 机制,在数据发送前先检测其他节点是否处于忙状态,如果忙则等待,如果处于非忙状态则会立即发送。但是,这种机制不能确保数据完全不会冲突。为了降低这种风险,在数据发送时,首先对数据在 0~50 ms 进行随机延时发送,根据 LORA 模块空中传输速率 19 200 bit/s,则传输一个 64 bit 的数据只需要大约 3.33 ms,因此,随机间隔可以设为 5 ms,即在 0~50 间随机产生间隔为 5 的数据,用于延时。时间范围可根据节点数量扩大或减少。

4.2 Internet 网络连接程序

云下设备与云上设备实现互联,可通过调用 API 接口实现。首先需要设置 WIFI 模式、定时器回调函数等系统参数,然后对网络连接参数进行赋值:客户端标识、MQTT 用户名和 MQTT 密钥,接着调用 MQTT 相关 API 进行配置,最后调用网络连接 API 进行网络连接。

4.3 数据采集与控制程序设计

数据采集和控制可根据需求接入不同类型的传感器。本文为了测试系统的可行性,使用温湿度传感器、气敏传感器和继电器进行测试。微处理器利用定时器中断在一定的时间间隔内循环调用不同传感器采集数据函数,进行数据的处理、上传至主控制器。实时监听主控制器节点下发的指令,完成对设备的控制。

5 系统应用测试

图 6 为系统运行界面,图 6(a)是数据监控信息显示,对从节点上传的数据进行显示和实时监控;图 6(b)是万年历显示,除基本的显示外,增加了农历日期显示、闹钟和定时功能;图 6(c)是功能和设置界面,可通过红外遥控或板载按键进行功能设置。界面之间的切换方式可选择手动方式



图 6 系统运行界面

Fig.6 System operating interface

或自动方式。

为了更好地测试整个系统的实时性,在距离 50 m 并且有障碍物的情况下对一个 64 bit 的数据多次进行发送和接收测试,测试结果如图 7 所示。其中,低电平表示节点处于接收状态,高电平表示节点处于发送状态。在图 7 中,Channel 0 为主节点通道,Channel 1,Channel 2,Channel 3 是从节点通道。从图 7 中可以看出,主节点从开始接收数据到完成对从节点的控制指令的下发,整个过程时间在 0.35 s 内,能较快地对异常情况做出响应。

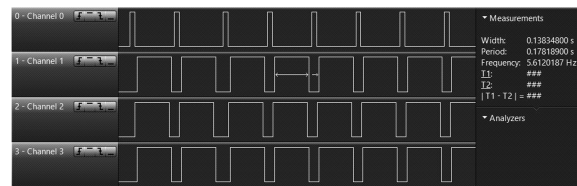


图 7 数据传输时间采集图

Fig.7 Data transmission time acquisition chart

主控制器会把采集到节点的数据实时上传到网络云平台,可实现随时随地观察室内情况。云端采集数据如图 8 所示。

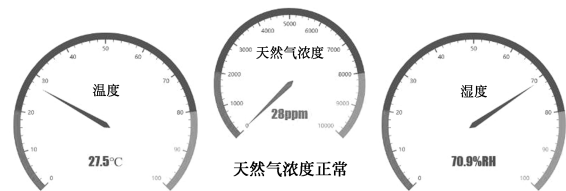


图 8 云端采集数据

Fig. 8 Cloud collection data

6 结 论

本文结合物联网技术,设计了一种基于物联网的室内数据采集监控系统。经过实验测试,系统可在 0.35 s 内可准确地对室内多点数据进行监测和数据上传,证明了系统的实时性和准确性。

为了适应不同用户的需求,可增加或减少节点数量,具有较好的可剪裁性。由于系统具有较好的实时性、准确性和可剪裁性,在智能监控领域有着较好的应用前景。

参 考 文 献:

- [1] 徐白冰,王建立,曹景太.基于物联网的温湿度与风速信息采集系统设计与实现[J].液晶与显示,2016,31(10): 936-942.
XU B B, WANG J L, CAO J T. Design and implementation of temperature, humidity and wind speed information acquisition system based on the internet of things [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31 (10): 936-942. (in Chinese)
- [2] 毛博,徐恪,金跃辉,等.DeepHome:一种基于深度学习的智能家居管控模型[J].计算机学报,2018,41(12): 2689-2701.
MAO B, XU K, JIN Y H, *et al.* DeepHome: a control model of smart home based on deep learning [J]. *Chinese Journal of Computers*, 2018, 41(12): 2689-2701. (in Chinese)
- [3] 杨丽,冯娟,卢秀丽,等.基于物联网智能家居安全监控系统设计[J].现代电子技术,2019,42(8):55-58.
YANG L, FENG J, LU X L, *et al.* Design of intelligent home security monitoring system based on Internet of Things [J]. *Modern Electronics Technique*, 2019, 42(8): 55-58. (in Chinese)
- [4] 陈为民,胡向臻.基于智能视频监控的安防系统设计[J].江西理工大学学报,2013,34(1):74-78,89.
CHEN W M, HU X Z. A security system design based on intelligent video surveillance [J]. *Journal of Jiangxi University of Science and Technology*, 2013, 34(1): 74-78, 89. (in Chinese)
- [5] 唐娜娜,郑喜凤,武金忠,等.基于4G-LTE的脱机LED控制系统的设计[J].液晶与显示,2018,33(1):55-60.
TANG N N, ZHENG X F, WU J Z, *et al.* Design of off-line led control system based on 4G-LTE [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2018, 33(1): 55-60. (in Chinese)
- [6] 肖雅丹,王占山.基于物联网的煤矿综合自动化控制系统研究[J].控制工程,2018,25(5):816-822.
XIAO Y D, WANG Z S. Design of a synthetical automatic control system in coal mining based on Internet of things [J]. *Control Engineering of China*, 2018, 25(5): 816-822. (in Chinese)
- [7] 谢小云,许艳,邓玉林.基于超高频RFID技术的矿山斜井安全监控系统的设计[J].江西理工大学学报,2017,38(5):70-74.
XIE X Y, XU Y, DENG Y L. Design of mine inclined shaft safety monitoring system based on URFID technology [J]. *Journal of Jiangxi University of Science and Technology*, 2017, 38(5): 70-74. (in Chinese)
- [8] 何诚刚.基于LoRa的无线监测系统设计[J].山东农业大学学报:自然科学版,2018,49(3):528-530.
HE C G. Design for a wireless monitoring system based on LoRa [J]. *Journal of Shandong Agricultural University: Natural Science Edition*, 2018, 49(3): 528-530. (in Chinese)
- [9] 李时杰,何怡刚,罗旗舞,等.基于LoRa的电气设备温湿度监测终端设计[J].传感器与微系统,2018,37(4):89-91.
LI S J, HE Y G, LUO Q W, *et al.* Design of temperature and humidity monitoring terminal for electrical equipment based on LoRa [J]. *Transducer and Microsystem Technologies*, 2018, 37(4): 89-91. (in Chinese)
- [10] 王军,张福弟,王磊,等.基于STM32的R61581驱动液晶屏显示方法研究[J].液晶与显示,2016,31(1):93-96.
WANG J, ZHANG F D, WANG L, *et al.* Method of LCD display by R61581 driving based on STM32 [J]. *Chinese Journal of Liquid Crystals and Displays*, 2016, 31(1): 93-96. (in Chinese)
- [11] 赵富强,王长坤,李露,等.基于STM32、以太网和ZigBee技术的智能家居系统的设计[J].测控技术,2016,35(4): 94-97.
ZHAO F Q, WANG C K, LI L, *et al.* Design of intelligent home system based on STM32, Ethernet and ZigBee technology [J]. *Measurement & Control Technology*, 2016, 35(4): 94-97. (in Chinese)
- [12] 罗志远,张涛,许骏.基于STM32的多通道照度计的设计[J].传感技术学报,2019,32(4):618-624.
LUO Z Y, ZHANG T, XU J. Design of multi-channel illuminometer based on STM32 [J]. *Chinese Journal of Sensors and Actuators*, 2019, 32(4): 618-624. (in Chinese)

作者简介:



任克强 (1959—), 男, 湖南汨罗人, 硕士, 教授, 1993 年于华中理工大学获得硕士学位, 主要从事图像与视频处理、嵌入式技术与应用方面的研究。E-mail: jxrenkeqiang@163.com



王传强 (1992—), 男, 山东济宁人, 硕士研究生, 2018 年于江西理工大学获得学士学位, 主要从事嵌入式技术与应用方面的研究。E-mail: 1547791594@qq.com