

文献引用格式: 王世民, 杨永杰. 基于 NB-IOT 的智慧路灯管理系统 [J]. 电视技术, 2018, 42(8): 143-146.

WANG S M, YANG Y J. Intelligent street lamp management system based on NB-IOT [J]. Video engineering, 2018, 42(8): 143-146.

中图分类号: TN919.6

文献标志码: B

DOI: 10.16280/j.videoe.2018.08.031

基于 NB-IOT 的智慧路灯管理系统

王世民, 杨永杰

(南通大学 电子信息学院, 江苏 南通 226019)

摘要: 为了积极响应国家绿色照明的战略, 设计并实现了一种基于太阳能路灯的智慧路灯管理系统, 系统使用多层分布式结构。底层终端以嵌入式 ARM 微处理器为核心, 结合 NB-IOT 传输技术、传感器技术、GPS 定位技术、电量采集技术等技术, 配以良好的人机交互平台, 并以窄带物联网传输技术将信息汇总至顶层数据库终端, 实现了对城市路灯信息的有效采集与存储。可对城市路灯设施进行线控、点控、点测等多种科学有效的控制管理以节约电能和提高工作效率, 提高城市照明设施现代管理水平和科学手段。该系统经南通大学现场测试, 稳定性好, 能有效的对太阳能路灯进行智能管理, 具有很好的应用推广价值。

关键词: 路灯管理; ARM; 数据库服务器; 电量采集

Intelligent street lamp management system based on NB-IOT

WANG Shimin, YANG Yongjie

(Institute of electronic information, Nantong University, Nantong 226019, China)

Abstract: In order to actively respond to the national strategy of green lighting, this paper designs and implements a smart street lamp management system based on solar street lamps, which uses multi-layer distributed structure. With the embedded ARM microprocessor as the core, the bottom terminal combines with NB-IOT transmission technology, sensor technology, GPS positioning technology, electricity collection technology and so on. The system is equipped with a good human-computer interaction platform, and collects information to the top level database terminal with the network transmission technology of narrow band, realizing the effective collection and storage of city street light information. Through scientific and effective control and management of urban street lighting facilities such as line control, point control and spot survey, the intelligent street lamp management system saves energy and improves work efficiency, and improves the modern management level and scientific means of urban lighting facilities. The system which has good stability and can effectively manage the solar street lights was tested on the spot at Nantong University, so it has a good value of application and popularization.

Key words: street lamp management; ARM; database server; power collection

随着城市建设迅速发展, 城市交通日益复杂, 城市路灯管理问题也随之而来, 相关部门如何有效且高效的实现对城市路灯管理成了急待解决的问题^[1]。而现今的城市路灯又以太阳能路灯为未来发展方向, 其不同于以往的以交流电供电的路灯, 这就要求管理部门要以更多的人工操作, 费时费力, 浪费资源, 难于管理。因此研究一套先进的城市道路集中监控管理手段来减轻劳动强度、节约资源、降低成本, 使城市道路照明管理提高到信息化、数字化、高

效节能化水平已成为城市照明管理的急需^[2]。

1 系统体系结构

智慧路灯管理系统的系统框图如图 1 所示。系统的体系结构为多层分布式结构, 从下至上可分为底层监控层、中间传输层和顶层管理层。其中传输层是系整个系统的通讯枢纽, 它运行状态的稳定与否直接决定整个系统数据传输的质量。考虑到城市路灯通信容量大, 路灯过多过于密集导致个别节点

致谢: 论文成果感谢杨永杰老师的指导和实验室给予的大力支持; 感谢南通大学南通智能信息技术研究中心 (KFKT2017B05) 开放研究项目; 江苏大学品牌专业建设项目 (PPZY2015B135) 一期工程的支持; 以及南通大学研究生创新计划的资助支持

出现丢包的可能性,采用 NB-IOT^[5] 通信方式接入顶层服务器终端,底层监控层主要由监控终端组成,而每个监控终端作为一个路灯节点^[6],并且每个路灯节点有一个唯一的标识(IMEI),这些节点与顶层服务器终端进行数据传输。而 NB-IOT 是非实时在线的,服务器和其之间无法实时通信,这就存在丢包的可能性,必须有重传和验证机制。所以此次系统采用华为的 CoAP 机制,这样可避免丢包和冲突,确保底层监控端与服务器通信良好。所有路灯实现

分布式控制,底层终端将采集到的状态、电量、温湿度、位置等信息以网络方式上传到服务器^[5],上位机管理软件通过读取本地数据库的信息进行对路灯信息的查询与处理,若发现有路灯报错提示,则将路灯的位置信息与可能的损坏信息打印给维修工人,维修工人可第一时间获取路灯的位置,及时处理有问题的路灯,实现太阳能路灯管理的有效管理,提高城市管理的智慧化进程。

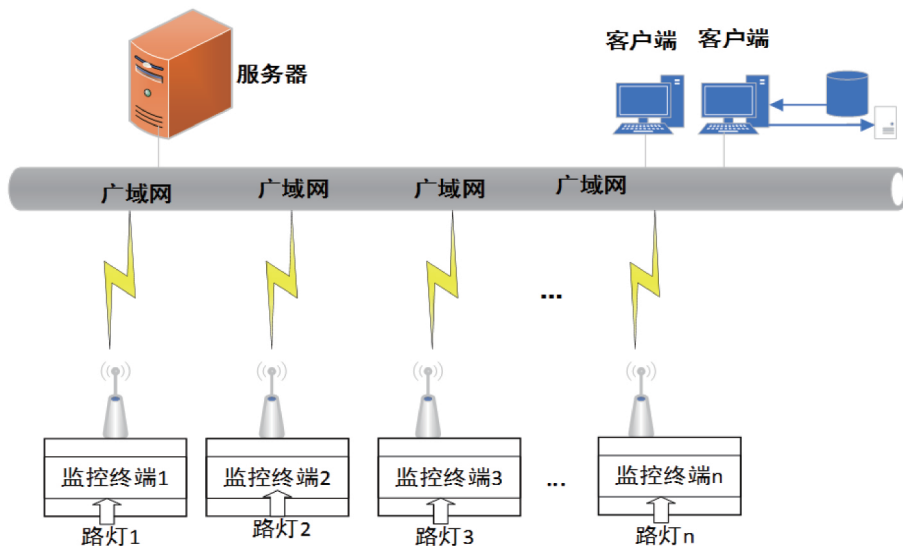


图1 系统的系统框图

2 系统终端硬件设计

系统的终端监控层是整个系统硬件设计的主要部分。以一个监控终端为例进行介绍,即一盏路灯的监控。监控终端的设计影响到整个系统的稳定性与可执行性,其中的设计包括对多个子模块的实现。监控终端由数据采集与电量管理两个部分组成,两者之间通过数据的相互交互,从而使整个系统稳定高效的工作。

2.1 终端数据采集部分的主要硬件设计

考虑到系统功能要求,采集部分的 MCU 采用 ST 公司的基于 Cortex-M3 架构的增强型 32 位 RISC 内核芯片-STM32F103C8T6,该芯片最高工作频率为 72 MHz,内置高速存储器(高达 512 K 字节的内存和 64 K 字节的 SRAM)^[6],丰富的增强 I/O 口和连接到两条 APB 总线的外设,工作温度范围为 -40℃ 至 +105℃,以及一系列的省电模式完全符合本系统的设计所需。采集部分外围硬件主要包括电量采集、状态采集、GPS 位置采集、故障采集等。处理器与各模块的接口设计如图 2 所示。

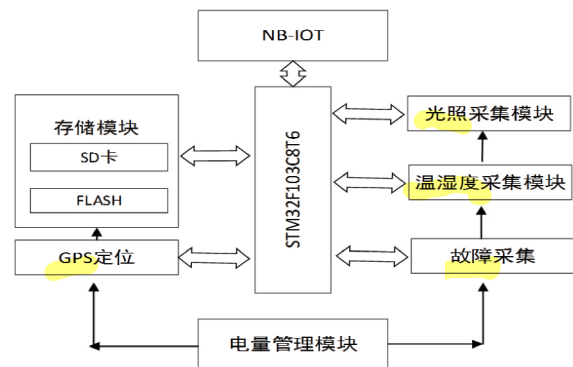


图2 数据采集硬件结构图

以 STM32F103C8T6 为中心的监控终端的数据采集部分主要包括以下功能:

(1) 数据采集功能:利用光敏电阻、SHT20 温湿度传感器实现对环境光照度与温湿度的采集。通过基于 ROM 版本设计的 L70-R GPS 模块,获取当前路灯的具体位置,便于维修人员快速实现路灯定位。故障检测部分将在电量管理部分涉及,这里不做介绍。

(2) 交互与传输功能:监控终端部分采集到的数

据,处理器将数据通过 NB-IOT 发送到顶层服务器端,数据格式采用 CJSON 格式,通信波特率为 115 200 bit/s^[7]。考虑到数据冲突问题以及通信可能存在的不稳定因素,当出现以上的问题时,系统会将采集到数据暂存在 SD 卡中,待通信正常或者到了下一次发送周期时重新上传 SD 卡中存储的所有数据。

(3) 其他功能: 这里简要说明一下电源管理部分中的供电功能。系统供电来自太阳能充电电池, 电池电压为 12 V, 通过一块 LM2596 电源芯片转成 5 V 直流电, 再通过一块 AMS1117-3.3 V 电源芯片降压, 主芯片供电电压为 3.3 V。监控终端的电量管理部分的硬件实现与功能将在下一小节进行介绍。

2.2 终端电量管理部分的主要硬件设计

上一小节介绍了数据采集部分的硬件组成和相关功能, 而电量管理的硬件设计是整个系统的核心部分。

在智慧路灯管理系统中, 电量管理部分采用 BQ27542-G1 电源管理芯片, 该芯片采用 Impedance Track 算法进行电量监测, 并提供电池剩余电量 (mAh)、充电状态 (%)、续航时间、电池电压 (mv) 以及温度 (°C) 等消息, 支持最高容量 14 500 mAh 的电池检测, 还可提供针对内部短路或电池端子断开事件的检测功能, 完全满足系统的设计要求。若想获得准确的电量状态, 需让 BQ27542-G1 电源管理芯片进行学习周期, 利用 TI 公司提供得 Battery Management Studio 软件对电池进行充放电的周期学习, 采用 IIC 接口与软件系统通信。周期学习步骤如图 3 所示。

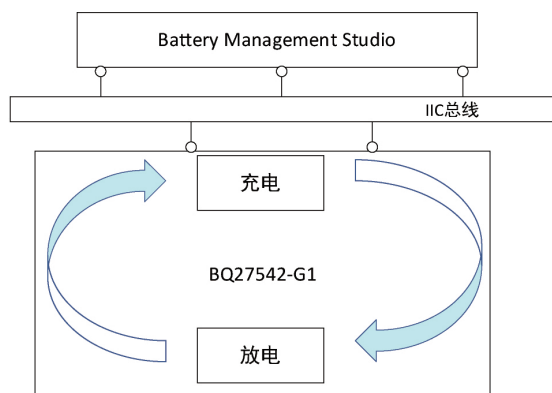


图3 周期学习

电池的学习周期从一个电量半满状态开始 (电池电压稳定且处于低电压状态), 一般在 3.0 ~ 3.3 V。然后将电池充电到满 (电池管理软件必须检测到电池充满电), 一旦充电停止, 电池电压在高电压, 通常在 4.1 ~ 4.2 V 之间, 此时再次使电池放电, 则电池管理软件采用再次对电池进行测量, 并确定

它所代表的电荷状态, 通过两种已知的充放电状态和通过的库伦, 量规计算出电池的最大容量^[8]。

3 系统软件设计

系统软件主要由底层监控终端与上位机管理软件两部分组成, 下面将主要介绍管理软件的设计流程。

3.1 监控终端的软件设计

底层监控终端所需实现的功能较多, 且在数据处理上面要求较高, 这里主要以面向对象的思想进行程序的编写, 将各功能划分为不同的对象函数, 其中包括 SD 卡子函数、FLASH 模块子函数、GPS 模块子函数、光照度模块子函数以及温湿度模块子函数等其他常用子函数。监控终端的软件设计主要结构如图 4 所示。

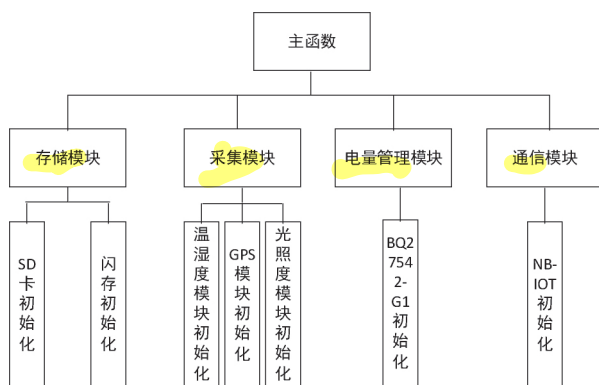


图4 监控终端软件设计

3.2 上位机管理软件的设计

上位机管理软件采用 Visual Studio 软件作为开发平台, 使用 C# 语言编写, 管理软件从功能划分可分为数据查询、人事管理、常用工具等; 根据使用权限可划分为: 非内部管理人员与内部管理人员, 非内部管理人员只有查询等基础功能的使用权, 而内部管理人员的权限则可使用所有功能。管理软件在整个智慧路灯管理系统中起着承前启后的作用, 一方面管理软件采用 UDP 协议与服务器进行数据传输, 管理软件接收到来自监控终端的数据, 解析数据并存储在数据库中, 另一方面, 管理软件从 SQL SERVER 数据库中获取数据。管理软件采用类似广播的方式与监控终端进行通信, 监控终端会同时收到来自管理软件的指令, 只有检测到与自己的设备 ID 相一致时, 才会将指令存储在监控终端, 并按照指令执行动作, 数据格式采用 CJSON 格式。管理软件的设计如图 5 所示。

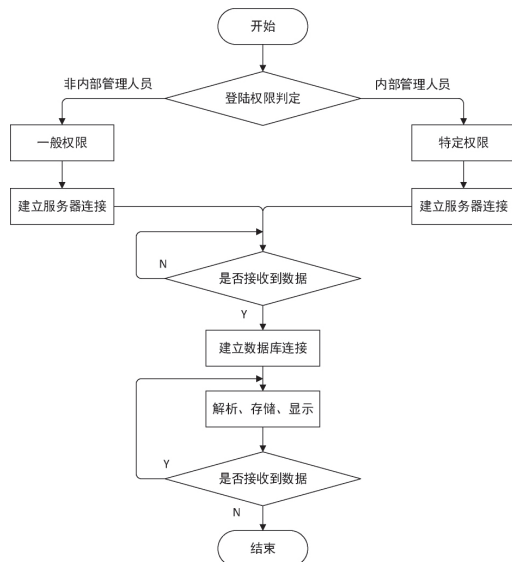


图5 管理软件设计

4 现场测试结果

该系统已经在南通大学进行了现场测试。通过多次且长时间的现场测试,以及不断的修改完善,系统能够良好的实现预期效果。能够按照系统设计要求采集电量、光照度、GPS 位置等数据并上传到服务器。路灯信息数据采集并上传实现率达到 98.23%,优良的回传机制能实现对路灯的有效控制,方便地实现了城市路灯的管理与监控。管理部门可通过上位机管理软件查看城市各区域的路灯状况,和传统的人工检修与登记方法相比,实现了城市的路灯的智能管理,符合智慧城市的路灯管理要求。表 1 为现场测试的上位机软件获取到的路灯状态信息。

表 1 路灯状态信息

地区	编号	光照 /%	湿度 /% RH	状态	温度 /℃	电量 /%	位置
崇川区	1	62.1	40.2	良好	26.1	80.3	获取
崇川区	2	61.5	45.3	良好	25.3	82.4	获取
崇川区	3	63.0	44.5	良好	27.5	86.1	获取
崇川区	4	35.5	57.6	良好	23.4	75.6	获取
崇川区	5	20.6	68.7	良好	20.5	73.5	获取

根据多次的现场测试结果可以看出,此系统运行稳定,完全满足系统的设计要求与城市路灯管理的智能化要求。路灯状态信息能够及时有效的上传到上位机管理软件,并被管理人员获取。针对信息上传中丢包的情况,后期将更改天线品质,并优化上传数据的防冲突工作,数据上传成功率能达到 100%。

5 结束语

本文首次提出并实现了基于 NB-IOT 通信的智慧路灯管理系统的设计,将嵌入式技术、窄带物联网技术和数据库技术有机融合^[9],实现了城市路灯的智能化管理,向智慧城市的进程迈出了一大步。本文提出的构想旨在改善城市路灯管理方面的落后现象,同时也在智慧城市的其他基础设施管理上面起到非常重要的标杆作用^[10]。

参考文献:

- [1] 高云红,梁小廷,张庆新. 基于 ZigBee 的智能路灯控制系统设计 [J]. 现代电子技术, 2013(19): 29-32.
- [2] 曲宇宁,常青,葛宇,等. 模糊 PID 控制在智能路灯控制系统的应用研究 [J]. 电源技术, 2018, 42(3): 431-433.
- [3] 文德景,黄凯洪. 基于 NB-IoT 的低功耗广域物联网节

- 点芯片技术 [J]. 机电工程技术, 2017(s2): 67-70.
- [4] 姚丹丹,王宜怀,谭碧云. 路灯节能控制系统设计及其软件实现 [J]. 计算机工程, 2012, 38(3): 240-242.
- [5] 张晓华,罗进,王梓儒,等. 基于组态技术的路灯远程监控系统设计与实现 [J]. 控制工程, 2015, 22(5): 793-797.
- [6] 孙皓月,张梁,祁爱华,等. 基于物联网的智能路灯电源管控系统研究 [J]. 电源技术, 2017, 41(7): 1071-1072.
- [7] 白成林,马珺. 基于物联网技术的智能路灯监控系统 [J]. 电子技术应用, 2014, 40(3): 82-85.
- [8] 张玉杰,李栋,郭向阳. 基于互联网+的电力载波路灯照明系统设计 [J]. 电子器件, 2017, 40(3): 651-655.
- [9] 董玉德,丁保勇,张昌浩,等. 基于物联网的路灯可视化监控系统设计 [J]. 高技术通讯, 2015, 25(5): 515-523.
- [10] 梁浩,陈欣荣. 一种基于无线传感器网络的太阳能电池监控系统 [J]. 电力自动化设备, 2010, 30(9): 125-128.

作者简介:

王世民(1994—),硕士研究生在读,研究方向为物联网、嵌入式系统;

杨永杰(1968—),硕士生导师,研究方向为物联网、嵌入式系统。

责任编辑:徐弘涛

收稿日期:2018-04-08