

# 无线交通灯远程监控系统设计与实现

王云亮<sup>1</sup>，蒋斌<sup>2</sup>

(1. 天津理工大学 天津市复杂系统控制理论与应用重点实验室, 天津 300384;

2. 天津理工大学 自动化学院, 天津 300384)

**摘要:**以 STC89C52 作为系统控制器, 远程 PC 机作为上位机, 使用 GTM900C 作为系统的 GPRS 模块完成数据的无线传输; 用户可通过手机短信获取远程数据, 也可通过 PC 机上的监控界面获取数据和交通灯当前信息; 系统实现了数据的稳定传输, 准确显示, 实时性强, 为偏远地区的交通灯检修维护提供了一种方便的途径, 具有很强的实用价值。

**关键词:** GPRS; DS18B20; 远程数据采集; Visual Basic

# Design and Realization of Wireless Traffic Lights Remote Surveillance System

Wang Yunliang<sup>1</sup>, Jiang Bin<sup>2</sup>

(1. Tianjin Key Laboratory for Control Theory & Applications in Complicated Systems, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China; 2. School of Electronic Engineering, Tianjin University of Technology, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** The design of the hardware architecture and software of the traffic lights remote data acquisition system was introduced. The system made use of STC89C52 as the controller, employed remote PC as a window for the operation, and relied on GTM900C as the GPRS module, to realize the wireless reporting of data. Users could extract remote data via not only short message service but the monitoring interface of remote PC as well. The data is transmitted steadily by this system which can displayed exactly in a real-time environment, the system shows a strong practical value by providing a convenient way for overhauling the traffic lights in some remote area.

**Key words:** GPRS; DS18B20; remote data acquisition; Visual Basic

## 0 引言

很多临时路口、偏远地区路口,布线难度大,费用高,用有线方式很难实现交通灯的信号采集,致使交通灯处在无监控状态下,大大增加了其检修难度和检修成本。而对道路交通的改善,无外乎拓宽道路与改进道路设施,提高道路利用率,使交通灯控制系统智能化,无疑是改善城市交通状况的福音。为了能够更好地对交通灯进行保养<sup>[1]</sup>,增加其使用寿命,并且定时采集交通灯运行状态,便于对其进行智能控制,本文提出用GPRS网络进行数据传输的交通灯的远程监控系统。GPRS具有“实时在线”、“按量计费”、“快捷登陆”、“高速传输”、“自如切换”、“网络覆盖全国”等优点,能够更有效地利用无线网络信息资源,特别适合突发性、频率高的小流量数据传输;支持的数据传输的速率更高,同时按数据流量计费<sup>[2]</sup>。在远程无线数据传输方面有着很好的应用价值。

目前, GPRS 已经在电力电表、工业终端、数据采集等许多领域得到了广泛的应用<sup>[3]</sup>。本系统意在应用 GPRS 技术实现远距离的数据传输, 以温度数据作为一个范例, 完成从数据采集、数据处理、通信建立、数据发送到数据接收和显示的一系列环节的调试和运行, 实现准确快速的无线传输。

## 1 系统硬件设计

### 1.1 系统硬件结构及功能

GPRS (通用无线分组业务) 是一种基于 GSM 系统的无线分组交换技术, 提供端到端的、广域的无线 IP 连接<sup>[4]</sup>。

收稿日期:2013-10-12; 修回日期:2014-01-15。

**作者简介:**王云亮(1963—),男,天津人,教授,政府特贴专家,主要从事电力电子技术和自动控制方向的研究。

该系统主要由 4 部分组成：(1) 底层温度数据采集单元；(2) 由单片机主导的控制中心；(3) 完成数据发送的 GPRS 模块；(4) 远离现场的上位机。其组成如图 1 所示。

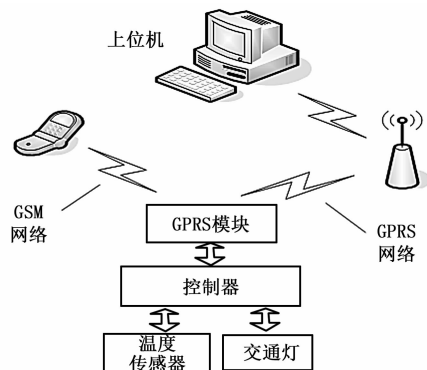


图 1 硬件结构框图

本系统采用主从结构,以 PC 机作为主机,单片机信号采集控制单元作为从机,主从之间通过 GPRS 网络进行连接,实现的功能是单片机定时采集数据,并将数据通过 GPRS 模块发送给远离数据采集现场的上位机,上位机对数据进行分析 and 运算,将温度显示在上位监控界面上。

## 1.2 系统模块选型

### 1.2.1 控制器选型

根据系统要求,需要有 2 个计数器,分别累计南北向和东西向的车流量,一个定时器,用来定时上报数据,一个外部中断,用来处理外部中断信号;需要支持串行通信。

STC89C52 单片机是 STC 公司生产的一种低功耗、高性能 CMOS8 位微控制器, 具有 3 个 16 位定时器/计数器, 4 个

外部中断,一个7向量4级中断结构(兼容传统51的5向量2级中断结构),全双工串行口,很好地满足系统需要。因此本系统选用STC89C52作为控制器。

### 1.2.2 温度传感器选型

DS18B20数字温度传感器接线方便、耐磨耐碰、体积小、使用方便,适用于各种狭小空间设备数字测温和控制领域。测温范围 $-55\sim+125\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,能够很好地满足大部分地区室外交通灯温度的测量范围; $-10\sim+85\text{ }^{\circ}\text{C}$ 范围内精度为 $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,已达到室外交通灯的温度检测要求;独特的单线接口方式,支持多点组网功能,节省了控制器的界限;在使用中不需要任何外围元件。鉴于以上优点,本系统采用DS18B20作为温度采集模块。

### 1.2.3 无线通信模块选型

交通灯工作环境恶劣,与上位机相距较远,工作地点不定,因此,与WIFI,Zigbee等无线通信方式相比,GPRS网络覆盖面积广,更能适应恶劣的环境。本系统采用的GTM900C模块内嵌TCP/IP协议模块,支持数据、短信息、语音和传真等通信服务,还有单一GSM天线接口和RS232数据接口,使用简单,易于集成。GPRS模块通过串口线与单片机进行通信。由于在电气特性上,RS-232标准采用负逻辑方式,逻辑1对应 $-15\sim-5\text{ V}$ ,逻辑0对应 $5\sim15\text{ V}$ ,因此,UART的TTL电平需要进行RS-232电平转换后,才能与RS-232接口连接并通信。<sup>[5]</sup>

## 1.3 系统电路设计

本系统通过三层数据传输,在底层温度传感器DS18B20和单片机之间采用单线接口方式;在单片机和GTM900C模块之间使用RS232串口通信;在GTM900C模块和上位机之间通过GPRS网络进行通信。

### 1.3.1 温度采集电路

DS18B20只有三只引脚,电源线VCC、数据线DQ和地线GND。使用过程中,VCC接高电平,GND直接接地,DQ接单片机的I/O接口,并且需要经过 $4.7\text{ K}\Omega$ 上拉电阻接到高电平。

### 1.3.2 LED选型

一般交通灯需要的光强为 $400\text{ CD}$ ,以保证交通灯的可辨识度。单颗红色LED的光强最低,约为 $5\text{ }000\text{ mCD}$ ,故80颗LED即可组成一个光强足够的交通灯。LED具有二极管的电特性。应用于道路交通灯的红色和黄色LED压降约为 $2\text{ V}$ ,绿色LED的压降为 $3\text{ V}$ 左右,正常工作电流均为 $20\text{ mA}$ 。下面以红黄光为例,分析设计方案。

本系统将 $220\text{ V}$ 交流电整流成直流 $18\text{ V}$ 作为电源电压。故以8颗LED串联为一组,其导通压降为 $16\text{ V}$ 。10组并联,其总电流为 $200\text{ mA}$ ,故需要串联一个阻值为 $10\text{ }\Omega$ 的限流电阻。

东西向和南北向分别有红绿黄3种指示灯,一共需要6个端口输出控制信号。本系统选用P1.0~P1.5端口输出交通灯的控制信号。

## 2 系统软件设计

### 2.1 系统软件简介

系统软件包括如下程序:

(1)主程序:主程序完成温度采集和转换、输出交通灯的状态、对手机短信和GPRS模块数据进行响应和操作。

(2)串口中断程序:串口中断程序主要用于GPRS模块与单片机间的数据通信。

(3)定时器中断程序:定时器中断程序用于定时上报交通灯当前状态并且控制交通灯状态切换。首先系统给交通灯的运行状态设置初始值,每次定时时间到,系统就会对该值进行减一操作,当计数值减到0时,标志着定时时间到,交通灯进入下一个状态,重新赋计数初值。

### 2.2 AT指令简介

本系统使用AT指令对GPRS模块进行控制,AT指令(Attention)是一种用来控制终端设备(如GPRS模块)的指令;使用PDU模式和Unicode内码,可实现中文及数字等混合信息的双向短信收发。<sup>[6]</sup>

实际应用中,我们需要控制单片机给GPRS模块发送相应的AT指令,以使GPRS模块根据我们的需求进行相应的操作。例如某一时刻需要控制GPRS模块连接网络,我们需要做的工作有:

(1)判断是否已有GPRS网络:AT%IOPEN?若有网络,则GPRS模块会返回连接的IP地址和端口号,此时就可以执行发送数据指令:AT%IPSEND="\*\*\*"(其中\*号处为所要发送的数据)。

(2)若此时无网络连接,则需要先连接网络。首先发送指令AT+CGDCONT=1,IP,CMNET设置网络的接入点。然后发送指令AT%ETCPIP="",""输入用户名和密码,如果没有设置用户名和密码,则双引号内不需要输入内容。然后使用连接网络指令AT%IOPEN="TCP","59.67.151.126",1337连接指定IP的端口。完成这几步之后就可以收发数据了。

### 2.3 软件程序设计

交通灯分为以下5个运行状态:(1)东西红灯,南北绿灯;(2)东西红灯,南北黄灯;(3)东西绿灯,南北红灯;(4)东西黄灯,南北红灯;(5)特殊情况下的东西黄灯,南北黄灯。

系统主程序比较简单,其程序流程图如图2所示。

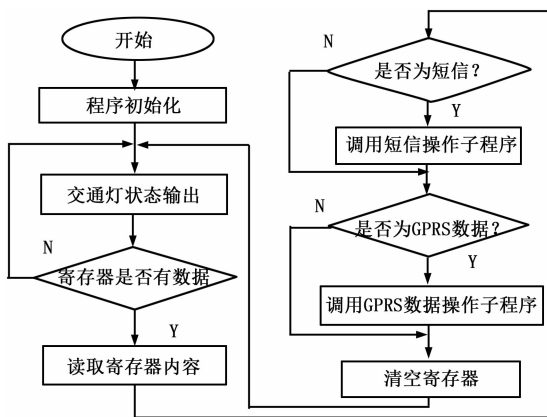


图2 系统主程序流程图

上文中提到,系统依靠串口与GPRS模块进行通信。一旦GPRS收到数据,都会产生一个串口中断,每次串口中断都将串口数据存入寄存器中,而控制器根据寄存器中的不同内容对交通灯进行相应的操作。交通灯控制程序包括红绿灯状态的切换、倒计时显示。

主程序流程中,短信操作子程序较为复杂,故列出其流程如图3所示。其功能是实现授权用户的远程控制。工作过程如下:GPRS模块收到短信后产生一系列串口数据,单片机通过读取寄存器信息判断是否收到短信。当单片机判断出收到短信

后向 GPRS 模块发送读短信命令, 读取短信内容, 然后判断是否为授权用户, 如果不是, 直接删除短信; 如果是授权用户, 则根据短信内容执行相应的操作。短信操作子程序的程序流程图如图 3 所示。使用手机短信可以进行查看当前温度和红绿灯状态和设置红绿灯时间的操作。

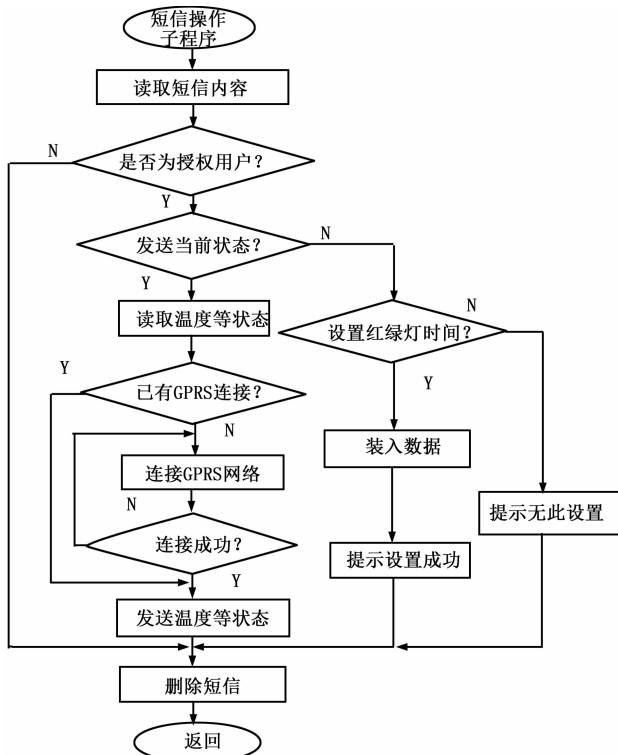


图 3 短信操作子程序流程图

在系统初始化时, 需要对 GPRS 模块进行设置: AT+CNMI=2 表示 GPRS 模块收到短信后上报。

定时器中断程序的工作过程如下: 定时时间到达后, 系统进入定时器中断, 读取温度传感器数据并进行 GPRS 网络连接和数据发送。定时器中断的程序流程图如图 4 所示。

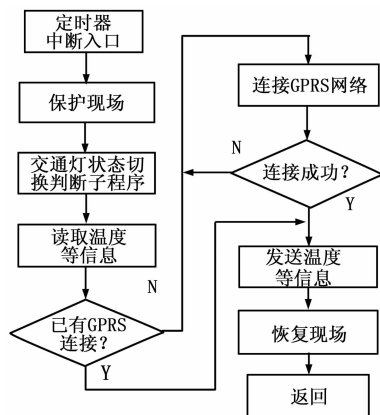


图 4 定时器中断流程图

## 2.4 上位机监控系统设计

本系统的上位机监控采用 Visual Basic 软件编写完成。目前, 由于 VB 具有功能强大和用户界面易实现等优点, 已经成为流行的测控软件开发工具之一<sup>[7]</sup>。

本系统上位机采用 winsock 控件连接网络, 以 PC 机作为服务器, GPRS 模块作为客户端组成一个 TCP 连接。上位机完成的功能有以下 3 个方面: (1) 开启一个监听端口, 等待连接; (2) 与 GPRS 模块通信, 对接收到的数据进行运算处理; (3) 将数据显示在界面上, 同时在指定位置创建 excel 对数据进行备份保存, 以便日后查看。

值得注意的是, 如果上位机通过路由器接入 internet, 则需要在路由器的转发规则一栏中添加虚拟服务器, 来定义广域网服务器端口和局域网服务器之间的映射关系。

## 3 运行结果

将程序下载入单片机之后, 运行监控程序。系统可通过 PC 机接收并记录交通灯发送的数据。当有紧急情况出现时, 可以通过上位机控制交通灯, 以应对紧急情况。并且能通过手机短信随时查询交通灯的温度状态。系统运行稳定, 数据传输可靠, 实时性强。上位 PC 机上的 VB 运行界面如图 5 所示。

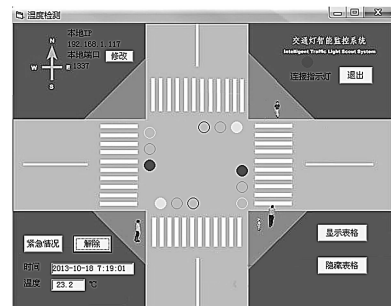


图 5 上位机运行界面

此界面上可以实现的功能有: (1) 修改本地端口; (2) 显示采集的温度、交通灯状态和采集时间; (3) 指示连接状态; (4) 数据表格的存储备份; (5) 交通灯的远程操作。

## 4 结论

交通上位灯服务器与本地客户端之间通信稳定, 如果网络状况良好, 客户端能够在 2 s 之内连接上服务器。交通灯温度数据采集系统通过无线的 GPRS 网络传输温度数据, 传输速率可达 20~30 kb/s, 可以承担起在偏远地区检测温度并传输到上位机的任务, 并且电路简单, 资费低廉, 具有一定的应用价值。但对于系统优化还有待深入, 以便使系统能够更加稳定、简洁地运行。

### 参考文献:

- [1] 宋依青, 张 润. 自适应交通灯控制系统的设计与实现 [J]. 计算机测量与控制, 2008, 16 (4): 497-499.
- [2] 韩斌杰. GPRS 原理及其网络优化 [M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
- [3] Bates R J. 通用分组无线业务 (GPRS) 技术与应用 [M]. 朱洪波, 沈越泓, 蔡跃明, 等译. 北京: 人民邮电出版社, 2004.
- [4] 刘国锦, 刘新霞. GPRS 无线数据传输技术的应用 [J]. 信息化研究, 2010, 36 (2): 1-3.
- [5] 王云亮, 李 莹. 嵌入式安防远程监控系统的设计 [J]. 化工自动化及仪表, 2013, 2: 237-240.
- [6] 梁伟明. 基于 AT 指令编程的通信录手机短信查询系统设计与实现 [J]. 电脑知识与技术, 2009, 5: 10223-10226.
- [7] 关维娟, 陈清华. 利用 VB 编程实现实时数据曲线绘制 [J]. 信息技术, 2005, 10: 76-78.