

一种基于无线通信的河道水质监测方法

曹云辉, 张鑫伟, 鲁晓东

(浙江海洋大学东海科学技术学院, 浙江 舟山 316000)

摘要: 河道水质的自动化监测是河道治理智能化的基础。由于河道狭长, 水质监测节点分布广, 人工采样效率低下。因此, 设计一种短距离无线通信和 GSM 网络相结合的数据传输方法, 使分散的局域采样点数据通过 GPRS 接口自动集中上传到设定的远程服务器, 最后由前端的 APP 实现对各采样数据点的处理和可视化, 实现了河道水质实时远程监测, 提高了管理效率。

关键词: 无线通信; 河道水质; 云平台

中图分类号: X832 **文献标识码:** A **文章编号:** 1006—7973 (2021) 12—0136—03

1 引言

舟山地处海岛, 四面环海, 但却是浙江省淡水资源最缺乏的地区, 生产生活用水严重不足, 年人均占水量是浙江省人均的四分之一。而随着近十几年来人们生产生活产生的废水肆意排放, 河道自我净化速度已无法弥补水源的受污染程度, 进一步加剧了水资源短缺。因此河道水质检测显得尤为重要, 在河道水质监测当中数据上传云端实现智能化监测更是现代化城市的中中之重。目前的水质监测通讯方案主要分为有线和无线两种, 其中无线通讯方案因其使用灵活且无需庞大的岸上设施等优点, 受到广泛的使用。

无线通讯方案的选择繁多^[1-2], 如 Lora 无线通讯技术^[3], 这是一种远距离的无线电技术, 兼顾了低功耗和远距离两个特点, 传输距离最远可达 15Km, 但其缺点是城市中高楼林立会使其传输距离大打折扣, 并且为了能够实现远距离传输, Lora 是以牺牲传输速率实现的, 因此其传输速率相较于其他通讯方案较低。还有的使用北斗通讯技术^[4], 这是利用北斗卫星导航系统独有的短报文功能, 通过卫星将水质信息发送至地面站再传输至服务器。使用北斗通信系统首先其数据的安全性更高并且在获取水质信息的同时也得到了每个节点精准的位置信息, 并且由于通信是使用卫星因此不需要其他的传输网关并且没有距离的限制甚至可以实现多个城市间、整条河所有流域的水质信息统计。但这个方案也存弊端, 首先是成本较高, 并且运行时功耗较高对供电环境有较高要求。

因此本文基于上述通讯方案的优缺点, 设计了一种短距离无线通信和 GSM 网络相结合的河道水质监测方

法, 在数据采集节点上使用短距离的无线射频模块, 而后再在一个固定范围内部署一个搭载 GPRS 模块的网关。利用短距离无线射频模块低功耗和高速率的特点实现数据采集节点的数据的上报, 利用 GPRS 模块无距离限制传输的特点将水质数据转发至服务器, 两者相结合组成一个树状网络结构, 实现高效的河道水质监测。

2 系统方案设计

2.1 系统基本结构

系统主要分为数据采集节点、GPRS 网关和云平台三部分, 如图 1 所示。



图 1 系统结构

其中数据采集节点布置于河道内, 通过搭载各类传感器采集河道水质信息, 并将采集的水质信息通过射频模块发送给 GPRS 网关。GPRS 网关作为中继, 将数据采集节点发的水质信息, 通过 GSM 发送至云平台。采用射频模块加 GPRS 模块的组合方式, 仅一个 GPRS 网关便可收集一个区域内 N 个数据节点通过 2.4G 射频信号传来的水质数据, 并上传至云平台。组成一个树状网络结构, 如图 2 所示, 从而实现一条河流的分河段布置网关全流域的数据采集。最后, 云平台作为系统的最上层, 将对信息进行处理并显示在网页端和 APP 端, 实现底层的数据采集。

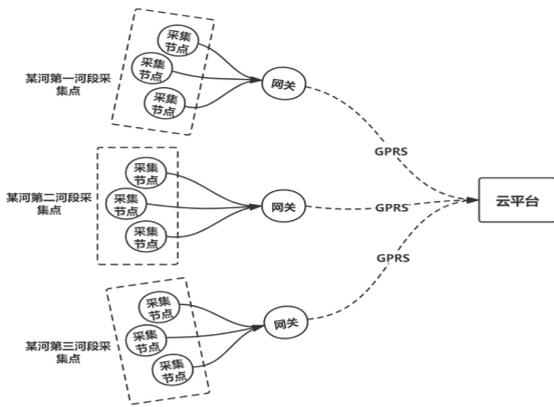


图2 树状网络结构

3 系统硬件设计

3.1 数据采集节点

数据采集节点硬件框架如图3所示，使用STM32F103C8T6为主控，该芯片基于Cortex-M3内核最高工作频率可达72MHz^[5]，配备64K存储器，板载两个双通道12位模数转换器（ADC），可以实现对模拟量传感器的电压值采集并转换为数字量。PH传感器使用上海雷磁E-201-C型复合电极，测量范围0~14PH，精度0.001PH。TDS传感器^[6]使用中江电子有限公司的模拟TDS传感器，测量范围0~1000ppm，测量精度5%F.S.。两个传感器均为模拟量，通过ADC进行采样。温度传感器使用数字量DS18B20，采用单总线协议，测量范围-55℃~+125℃。

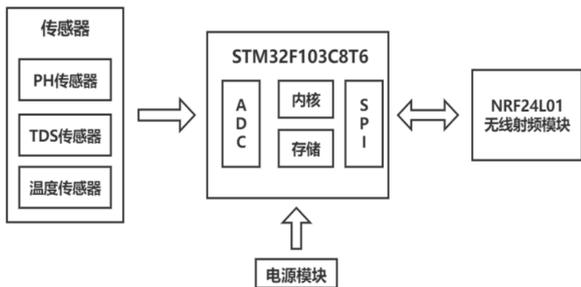


图3 采集节点硬件框架

3.2 GPRS 网关

GPRS 由于仅用于数据的接收和发送，因此使用较为经济的STC8A8K64S4。使用NRF24L01模块用于接收数据节点数据，模块使用2.4GHz频段通过SPI于MCU通信，数据收发时电流约为10mA，待机或掉电模式下功耗将更低。GPRS模块使用SIM800C四频GSM/GPRS模块嵌入式的TCP/IP协议，使用AT指令便可完成服务器链接和数据的发送。硬件框架如图4所示。

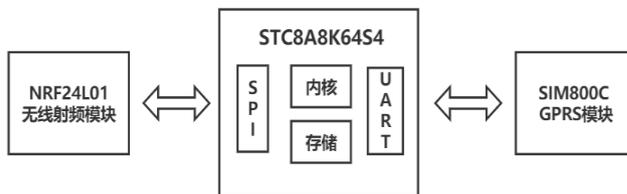


图4 GPRS网关硬件框架

4 软件设计

4.1 传感器数据采集节点

数据采集节点搭载了各类传感器如温度传感器DS18B20、PH传感器、TDS传感器，其中温度传感器为数字量传感器，通过单总线协议发送指令获取温度信息。而PH传感器、TDS传感器和溶解氧传感器均为模拟量传感器，通过单片机的ADC模块采集各个传感器的电压值，并根据各个传感器的转换公式计算出结果。最后将这些数据打包通过NRF24L01模块发送给GPRS网关。程序流程图如图5所示。

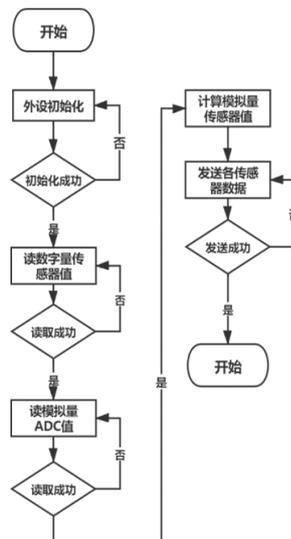


图5 数据采集节点程序流程图

4.2 GPRS 通信系统

GPRS 模块使用AT指令，如表1所示，通过单片机串口进行控制，在发送数据前首先需要通过AT指令设置GPRS模块工作模式并连接云平台。

表1 AT指令说明

AT指令	功能
AT+CSQ	查询信号质量
AT+CREG?	查询网络注册信息
AT+CGATT?	附着GPRS业务
AT+CSTT	启动并设置接入点APN
AT+CIICR	激活移动场景
AT+CIFSR	获取本地IP地址
AT+CIPSTART	创建TCP连接

GPRS 网关程序流程如图 6 所示。首先进行系统初始化, 发送 AT 指令控制 GPRS 模块进入工作状态并连接云平台准备发送数据。当网关接收到由数据采集节点发送的数据后, 发送 AT 指令使 GPRS 模块进入透传模式并将接收的数据发送至云平台。

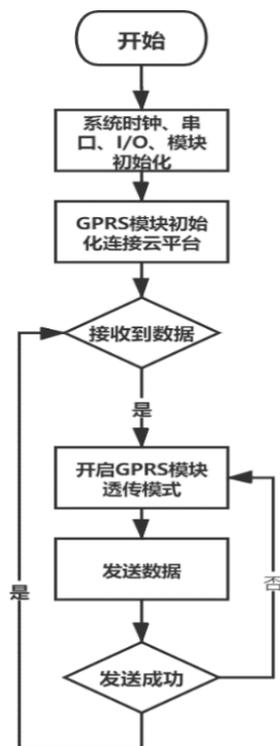


图 6 GPRS 网关流程图

4.3 云平台

Node-Red^[7] 是由 IBM 开发的一款开源物联网云平台项目, 因其新颖的图形化低代码编程方式, 全平台通用等特点发展成为一种通用的物联网编程工具。GPRS 网关通过 Node-Red 平台的 TCP 端口将数据上传, 平台接收后使用解析函数对数据进行解析, 并将数据通过 Web 显示控件显示。

5 系统测试

学院文心湖为检测对象, 检测节点 1 与检测节点 2 相距 100 米距离, 检测时间段分布在 13 时至 14 时。在指定位置放好检测器, 检测器在水中工作起来。通过搭载的 GPRS 模块将水质监测传感器的数据发送到基站, 通过云平台有两种方式实现数据显示。一个是 Web 网页端如图 7 所示, 该时段节点 1 和节点 2 测定的数据, 节点 1 测得湖水平均水温 14.8 摄氏度、平均 PH 值为 6.3、TDS (溶解性固体总量) 131<300mg/L, 由此可见该区域湖水的杂质含量较少, 未出现水质污染的情况。

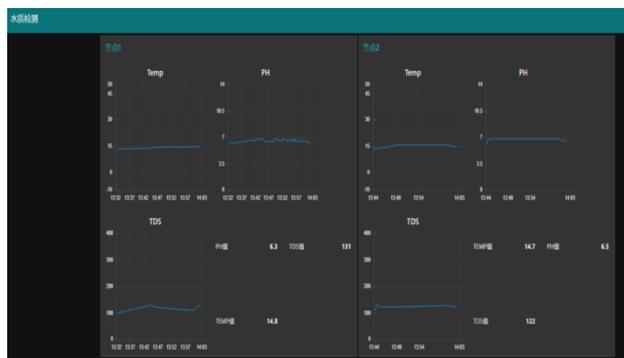


图 7 Web 网页端显示界面

6 结语

通过将短距离无线通信和 GSM 网络相结合的方式, 将实时的水质信息通过 GSM 移动通讯网络传输至终端服务器, 实现了低成本、大范围的水质监测。目前 GSM 网络覆盖十分广泛, 因此可以实现整个城市河网或一条河流上中下游全流域的水质监测, 为自动化的河道水质健康监测和管理提供强有力的保障。此外, GPRS 网关可以进一步的优化, 如选择功耗更低的 NB-IoT 技术^[8], 使节点对供电要求更低且成本更低。

参考文献:

- [1] 张娜, 杨永辉. 基于物联网的水质监测系统设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2019, 42(24): 38-41.
- [2] 李鑫星, 王聪, 田野, 等. 基于 ZigBee 的多参数水质在线检测系统 [J]. 农业机械学报, 2015, 46(S1): 168-173.
- [3] 邱曙光, 庞成鑫, 贾佳. 基于 LoRa 技术的河道水质在线监测节点设计 [J]. 电子器件, 2020, 43(03): 691-697.
- [4] 姚跃, 虞丽娟, 曹守启, 等. 基于北斗通信的河道水质监测系统设计与开发 [J]. 计量学报, 2020, 41(10): 1291-1296.
- [5] 吴迪, 杨昊. 在线多参数水质监测系统的设计与开发 [J]. 中国计量大学学报, 2018, 29(03): 259-264.
- [6] 张璐璐, 孔国利. 基于 DSP 和 ZigBee 的农田灌溉水质监测控制系统设计 [J]. 农机化研究, 2021, 43(12): 229-232.
- [7] 谢作如, 林森焱. 用 Node-RED 让物联网数据可视化 [J]. 中国信息技术教育, 2019(11): 78-81.
- [8] 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(06): 28-33.