

# 基于 GPRS 的环境监测系统的设计

Design of Environment Monitoring System Based on GPRS

刘 坚 陶正苏 陈德富 郭瑞鹏

(上海交通大学电子信息与电气工程学院, 上海 200240)

**摘 要:** 为了实现对环境参数的远程实时监测, 设计了一种基于 GPRS 的无线环境监测系统。使用 GPRS 网络作为无线传输网络, 通过 TCP/IP 协议进行上位机和现场机之间的无线数据传输。使用 Visual Basic .NET 中的 SOCKET 组件以及 ADQ .NET 技术, 实现了系统数据通信和后台数据库功能模块, 并给出了系统测试结果。该系统具有分布范围广、自动化监控、实时数据传输、费用低廉等特点, 特别适合突发性且频繁的小流量数据传输。

**关键词:** 环境监测 GPRS TCP/IP 协议 Winsock 控件 数据库技术

**中图分类号:** TP274+.5 **文献标志码:** B

**Abstract:** In order to monitor environmental parameters remotely in real time, a wireless environment monitoring system based on GPRS is designed. By using GPRS as the wireless transmission network, through TCP/IP protocol wireless data transmission between host computer and field computers are completed. With the component of SOCKET in Visual Basic .NET and ADQ .NET technology, systematic data communication and background database function are implemented. The test result of the system is given finally. The system features wide distributed range, automatic monitoring, real time data transmission and low cost etc., which is especially suitable for abrupt and frequent small volume data transmission.

**Keywords:** Environment monitoring GPRS TCP/IP protocol Winsock Database technology

## 0 引言

随着工业技术的发展, 环境问题已经成为全世界关注的问题。在环境保护系统中, 常常需要对众多污染排放点进行实时监测, 大部分监测数据需要实时发送到管理中心的后端服务器进行处理。由于监测点分散、分布范围广, 传统的有线传输数据方式不能很好地适应整个环境监测系统的需要。通用分组无线业务 (GPRS, general packet radio service) 技术作为一种成熟的商用无线通信技术在无线监测管理系统中有着很好的应用前景。基于 GPRS 的环境监测系统有如下优点: ①透明数据传输, 直接提供 RS232、RS-485 接口, 按需要提供网络接口, 为用户数据设备提供透明的传输通道。②实时在线, 一开机就能自动附着在 GPRS 网络上, 并与数据中心建立通信链路, 随时收发用户数据设备的数据。③传输速度较快, GPRS 网络的传输速度最快可以达到 160 kbps, 速率的高低取决于移动运营商的网络设置。根据中国移动的网络情况, 目前

可以提供 20 ~ 60 kbps 的稳定数据传输。这足以满足环境监测系统对数据传输的要求。④费用低廉, 一旦通过 GPRS Modem 连入无线网络之后, 就一直在线, 且按照接收和发送数据包的数量来收取费用, 没有数据流量传输时, 不收取费用。目前 GPRS 网络收费标准为 3 分 / kb, 办理相应的数据套餐业务能够更加节省费用, 相对于短信息传输方式 (SMS) 而言, 传输相同数据量的费用将大大节省。

本文介绍一种基于 GPRS 网络的环境监测系统的设计, 着重介绍系统上位机部分的设计, 包括无线数据传输与系统数据库两个方面。

## 1 系统总体设计

整个环境监测系统分为现场机系统、传输网络和上位机系统三部分。

现场机系统由现场监测仪器和数据采集仪组成, 承担了从现场监测仪器采集数据和向上位机传输数据的任务。通过引入以太网, 将工控机和现场监测仪器组成仪器局域网, 同时选择 Modbus 协议作为现场网络的数据传输协议, 实现了现场机对监测仪器的数据采集和各种控制。现场机系统有两种不同的组成模式: 一种是由仪器单独联入传输网络, 每台仪器具备较完

修改稿收到日期: 2008-04-02

第一作者刘坚, 男, 1982年生, 现为上海交通大学测试计量技术与仪器专业在读硕士研究生; 主要从事在线监测、无线传感器网络方面的研究。

整的数据采集和传输功能,能够独立地与上位机系统通信。这种模式下仪器具有很好的适应性,但每台监测仪器软硬件成本较高,不具备较好的通用性。第二种模式是通过数据采集仪将各仪器连接起来,组成仪器监测局域网络。分布在现场的仪器将各自采集到的数据通过局域网送入数据采集仪,而数据采集仪作为一个独立节点联入传输网络,再通过传输网络 and 上位机进行数据交换和通信。这是一种总线结构的数据传输网络,大大降低系统成本,通用性较强。本文采用 1台工业控制机作为数据采集仪,仪器组通过路由器和工控机组成局域以太网。在以太网中,每个仪器被分配了 1个独立的 IP地址,数据采集仪根据这个 IP地址和每个仪器进行数据通信<sup>[1-3]</sup>。

无线传输网络承担了整个系统的数据流通工作,本项目中采用中国移动运营商所提供的 GPRS网络作为数据传输主要通道。上位机和现场机通过 GPRS Modem拨号连入 GPRS网络,获得相应的 IP地址,两者之间就可以通过 TCP/IP协议进行数据传输。

上位机是整个监测系统的核心,它在系统中所起的作用是系统管理控制和数据汇总、分析和处理。对于环境职能单位来说,普通的服务器或者 PC机就能够胜任上位机的全部工作<sup>[4]</sup>。上位机的实现,其核心任务在于监控系统应用程序的编写。根据上位机的具体职责,整个软件体系可以分成数据通信和数据库管理两个主要部分。

系统总体结构如图 1所示。

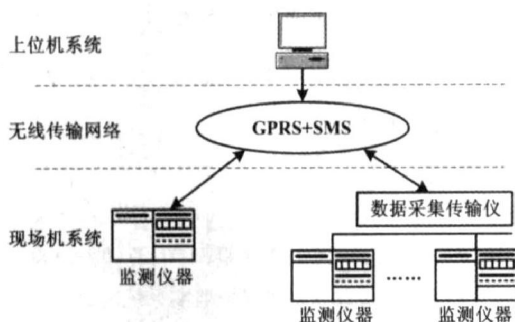


图 1 系统结构图

Fig 1 Structure of the system

## 2 上位机系统设计

### 2.1 无线数据传输部分

本系统现场机和监控中心上位机之间采用 TCP/IP 协议进行数据通信,双方在数据传输前建立握手,保证数据传输的稳定可靠。系统运行时,先通过无线 Modem(本系统采用西门子公司 MC35 模块)拨号连入

GPRS网络,上位机和现场机获得各自的 IP地址。现场机通过访问上位机的 IP地址与上位机建立通信连接,然后利用 TCP方式与上位机之间实现数据传输。在实际应用中,考虑到系统的可靠性,要求上位机实时在线,以便连接出错(如掉线、丢包)时的处理。为了获取 GPRS网络上的固定 IP以供上位机使用,可以向移动运营商支付一定费用,而现场机的 IP地址则可以在拨号时随机获取。现场机登陆网络后随即向固定 IP发送连接请求,建立通信连接。

采用 VB中的 Winsock控件来实现上位机和现场机的通信功能。Winsock控件有效地屏蔽了对 Windows Socket套接字的操作,通过控件本身的监听(listen)、连接(connect)、响应(response)等方法建立起任意 2个具有唯一 IP地址的节点间的连接,并通过 TCP或 UDP协议进行数据交换。本系统中上位机和现场机之间的数据通信采用服务器/客户端模式,使用 Winsock控件实现其通信功能其流程如图 2所示。

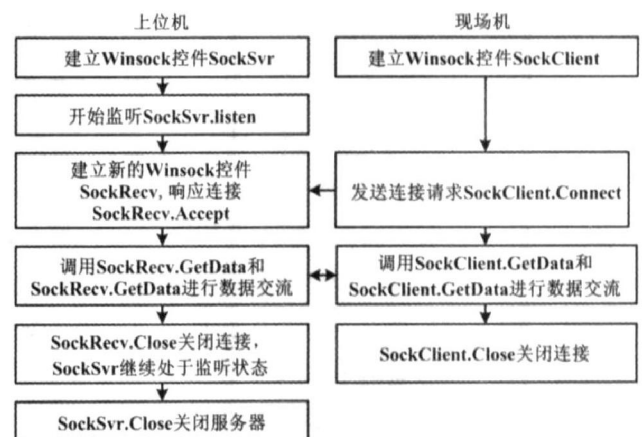


图 2 数据通信流程图

Fig 2 Flowchart of data communication

首先在上位机和现场机分别建立 Winsock控件,上位机端的控件 SockServer用来监听现场机的连接请求,现场机端的 Winsock控件 SockClient根据指定的上位机 IP地址以及通信端口号向上位机发送连接请求。上位机接收到连接请求后,建立一个新的 Winsock控件 SockRecv,接受连接请求,与现场机建立通信连接,两机进行数据传输,数据传输完毕后,关闭 SockRecv与 SockClient, SockServer仍处于监听状态,等待下一次的连接请求。

### 2.2 数据库部分

本项目中数据库所承担的任务包括:①协助数据通信程序;②管理数据库用户;③监测存储现场机的实时数据。

现场机和上位机在进行数据传输时,需对传输数



据包的格式进行规定, 以保证系统接收到不同数据包时能够采取相应的操作, 其数据包格式如图 3 所示。

数据包头	数据段类型	有效数据字段	数据校验码	数据包尾
------	-------	--------	-------	------

图 3 传输数据包格式

Fig 3 Format of packet transmission

本系统中的数据通信包由 ASCII 码字符组成 (校验码除外)。数据包头固定为“#”, 数据段类型为 4 个字节长度的字符, 不同的字符 (如“CMD”, “DATA”) 指示该数据包所包含的不同信息, 系统根据判断数据段类型来执行不同的操作, 比如存放实时数据、响应现场机请求等等。有效数据字段则是整个数据包的核心, 其长度为 0~1024 B, 它可以是具体的操作命令, 也可以是实时的环境监测数据。数据校验码为 CRC 校验, 数据包尾则固定为 <CR><LF>。由于环境监测系统中污染源种类较多, 有效数据字段的组成较为复杂, 其具体的数据段格式代码可参见相关文献 [2]~文献 [5]。

本系统采用 SQL Server 2000 作为后台数据库软件, 使用 Visual Basic .NET 中的 ADQ .NET 组件开发数据库应用程序。ADQ .NET 组件提供了连接数据库存储器检索、操作和更新数据所必须的类, 本系统中使用 Visual Basic .NET 中的 DataGrid 控件与数据库绑定, 在应用程序界面上显示实时接收的环境数据信息<sup>[6]</sup>。采用 ADQ .NET 组件对数据库的操作如图 4 所示。



图 4 数据库操作流程

Fig 4 Flowchart of database operation

### 3 系统测试实验

本系统软件采用 VB .NET 编写, 测试时, 使用内置 MC35 模块的无线调制解调器拨号连入中国移动 GPRS 网络。由于上位机软件使用 Windows 操作系统,

可使用系统中自带的拨号功能, Modem 额外设置命令为 AT+CGDCONT=1, “IP”, “CMNET”<CR>, 在拨号栏中输入号码 “\*99\*\*\*1#”。

通过 Winsock 控件的 LocalIP 属性, 获取上位机的 IP 地址, 通信端口号定为 2007, 现场机根据 IP 地址和端口号向上位机发送连接请求, 响应后两机进行数据通信。现场机通过特定格式将数据打包后发送给上位机, 上位机接收到数据后对数据包进行解析, 将有效数据放入数据库, 并通过 DataGrid 控件显示在界面上。

### 4 结束语

综上所述, 通过 GPRS 网络进行环境监测数据的传输较之传统的电话线与短消息传输方式有着明显的优势。GPRS 与无线传感器网络结合应用, 可以实现整个系统的无线监控。可以适用于一些特殊的, 不能布线的场合, 包括森林火灾监控、战场监控、气体泄露监控等等。

当然, 在进行系统测试过程中, 发现仍有值得改进之处, 最明显的问题就是对于移动运营商提供的通信信道的要求较高, 在一些移动信号覆盖较弱的区域, 可能出现无法登陆 GPRS 网络的现象。此外, 基于 TCP/IP 协议的数据传输过程中, 通信双方先握手建立可靠连接, 这造成传输数据时出现明显的延时, 系统实时性降低。对于实时性要求较高的系统而言, 可以考虑采用 UDP 协议进行传输, 省去通信双方建立可靠连接的过程, 但要求数据传输格式更加严格, 编写程序更加完整。本文所设计的监测系统已在测试过程中取得良好效果, 随着 GPRS 网络的不断完善和市场需求的扩大, 该系统将有更广阔的前景<sup>[7]</sup>。

### 参考文献

- [1] 李秀红, 黄天成, 孙忠富, 等. 基于 GPRS/SMS 的嵌入式环境监测系统 [J]. 吉林大学学报: 工学版, 2007, 37(6): 1409-1414.
- [2] 王思敏. 基于无线传输网络的环境监测系统的设计 [D]. 上海: 上海交通大学, 2006.
- [3] 秦大兴, 刘建, 郑喜凤. 基于 GPRS 模块 MC35 的监测系统的设计 [J]. 仪表技术与传感器, 2007(2): 20-22.
- [4] 田小辉, 李明远, 田昕. 基于 GPRS 的远程无线透传终端系统的设计与实现 [J]. 现代电子技术, 2005(4): 97-99.
- [5] 曹莉, 徐华中. 基于 GPRS 网络的数据无线传输的实现接口 [J]. 现场总线与网络技术, 2006(12): 84-86.
- [6] 张智毅, 温才燊. Visual Basic .NET + SQL Server 数据库开发从基础到实践 [M]. 北京: 电子工业出版社, 2006: 103-141.
- [7] 王磊, 许小琳. GPRS 无线数据传输中服务器端软件的设计和实现 [J]. 测控技术, 2007, 26(11): 55-56.