

# 基于 GSM MODEM 的天气监测预警系统<sup>①</sup>

## Weather Monitoring and Warning System Based on GSM MODEM

贾宏元<sup>1,2,3</sup> 赵光平<sup>2,3</sup> 陈建文<sup>3</sup> (1.兰州大学 大气科学学院 甘肃 兰州 730000;

2.宁夏气象防灾减灾重点实验室 宁夏 银川 750002; 3.宁夏气象台 宁夏 银川 750002)

**摘要:** 基于 GSM MODEM 短信模块与数据库型通信录, 依据设定的阈值范围、监测信息预警级别及相关人员的组别等级, 自动触发报警系统, 实现了多源气象信息资料的 24 小时不间断自动化实时监测和报警能力, 有效地提高了灾害性天气的自动化监测水平。

**关键词:** GSM MODEM SMS 灾害性天气 监测 预警 系统 Delphi

### 1 引言

传统的气象信息资料监测预警是建立在人员值守状况下, 耗时耗力, 难以做到 24 小时连续性监测报警。随着无线通信的发展, 手机短信服务(SMS) 以其传递信息的方便快捷、价格低廉等特点, 逐步应用于监测、监控定位系统、无线报警、远程维护及数据信息查询等各个领域。本文介绍的天气实时监测预警系统就是基于 GSM MODEM 的短信模块开发, 实现了 24 小时无人值守的无缝隙灾害性天气的自动化远程监测报警能力, 有效地提高了灾害性天气的自动化监测应用水平。

### 2 短消息服务(SMS)

#### 2.1 SMS 主要方法

短消息服务 SMS(Short Message Service)是指 GSM(Global System for MobileCommunication) 系统中提供的一种 GSM 终端(如手机)之间, 通过服务中心(Service Center)进行文本、数字、二进制非文本数据(如铃声、图片)等收发的应用服务, 是由 Etsi 所制定的一个规范(GSM 3.40 和 GSM 3.38)<sup>[1]</sup>。其中服务中心完成信息的存储和转发功能。目前计算机与手机之间收发短消息的方法主要有以下两种:

(1) 通过移动网关收发短消息。该方法不需要附加的硬件, 但是需要到电信部门申请移动网关, 比较

适用于一些大型企业或单位, 以及网络通讯公司。

(2) 通过 GSM MODEM 收发短消息。该方法硬件上只需要一个支持 GSM 协议的 GSM MODEM, 而软件实现上只需通过计算机串口向 GSM MODEM 发送相应的 AT 命令即可。由于不依赖互联网络, 对硬件要求不高, 非常适合于中小型企业或单位。本系统主要是基于该方法实现的, 其发送短消息流程见图 1。

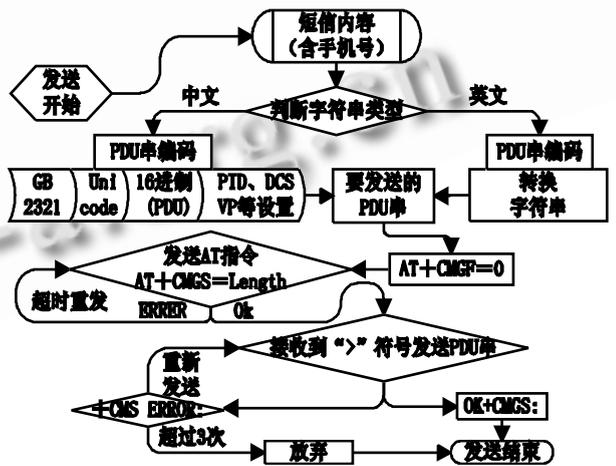


图 1 GSM MODEM 发送短消息流程图

#### 2.2 短消息服务技术要点

短消息服务的技术要点主要包括短消息模式及编码方式的选择、PDU 包协议格式的解析、短消息编码

① 基金项目:宁夏自然科学基金(NZ08156);宁夏科技攻关项目(KGX-12-08-04,KGX-12-07-03)

收稿时间:2009-02-20

及解码等内容。

### 2.2.1 短消息模式及编码方式

目前通过 GSM MODEM 收发短消息主要分为三种模式:Block 模式、基于 AT 指令的 PDU 模式和 Text 模式。其中 Block 模式已逐渐被 PDU 模式所取代,国内的所有移动通讯都支持 PDU 模式的短信,因此该模式具有广泛的适用性,而 Text 模式只能发送 ASCII 码(即英文字符)信息,不能发送十六进制的数据信息。PDU 模式下短消息采用了三种编码方式,即 7\_bit、8\_bit 和 UCS2 编码。7\_bit 编码用于收发普通的 ASCII 字符,8\_bit 编码通常用于收发数据消息,UCS2 编码用于收发 Unicode 字符(如中文字符)。因此我们主要采用了 PDU 模式的 SMS 来进行数据传输,而编码方式则采用了 7\_bit 编码和 UCS2 编码。

### 2.2.2 PDU 包协议格式的解析

PDU 相当于一个数据包,它不仅仅包含了短消息正文,而且严格地包含了短消息的源/目的地址、有效时限、数据格式、协议类型和有效信息。这些信息都以 8 位的 16 进制数,或者半 8 位的十进制数表示的。对于半 8 位的十进制数只需要将高位和地位交换就可以得到实际的数值。

例如:发送字符串"hellohello"为例,PDU 串即是 0891683108901505F0040DC8683198450842F600009930925161958003C16010。

这个 PDU 串各组成部分的解析如下:08 SMSC (服务中心号码)的长度;91 SMSC 的地址类型;683108901505F0 服务中心号码(半八位的十进制数),其高位和地位交换后得到"8613800951500F",这里由于服务中心号码是一个奇数(13),加入 F 来补齐 8 位。因此,这个服务中心的实际号码是"+8613800951500";04 SMS\_DELIVER(文件头字节)的第一个 8 位;0D 发送号码的长度(0D hex= 13 dec);C8 发送号码的地址类型;683198450842F6 被叫手机号码(半八位的十进制数),有一个 F 结尾;00 TP\_PID 协议标识;00 TP\_DCS 数据编码方案;30801161614080 TP\_SCTS 消息到达业务中心时间邮戳(半 8 位);0A TP\_UDL 用户数据长度,信息的长度。由于 00(TP\_DCS)表明是 7\_bit 编码的数据。因此长度在这里是一个 10 个 7\_bits。如果 TP\_DCS 被设置成 8\_bit 或者 Unicode,那么长度就应该是 9 个八位长度 E8329BFD4697D9EC37 TP—UD 发送信息

内容。

以上所有的 8 位编码中除了服务中心号码、发送号码和时间邮戳是十进制的半 8 位编码外,其他部分都采用了 16 进制编码,都在 PDU 串的结尾部分包含了一些 16 进制的 8\_bits 数据,但实际上是 7\_bits 数据。

### 2.2.3 短消息编码与解码

理解 PDU 串的组成后,接下来的工作就是分析发送信息的编码方式。如果发送的内容为纯英文,则采用 7\_bit 编码,发送的内容为中文或者中英文混和,则采用 UCS2 编码。7\_bit 编码是将一组 7\_bit 的字符串(最高位为 0)通过移位形成新的 8\_bit 的数据,最后不足 8\_bit 的字符都用 0 补齐。即先将 8\_bit 数据所有的最高位去掉,形成 7\_bit 数据,接下来将 7\_bit 数据第二个字节的最低位 Bit0 补充到 7\_bit 数据第一个字节的最高位上,形成第一个新的 8\_bit 数据的字节,再将 7\_bit 数据第三个字节的后两位补充到 7\_bit 数据第二个字节的前两位上,形成第二个新的 8\_bit 数据字节……依次类推,将最后一个不足 8 位的 7\_bit 数据的字节全部用 0 补充,形成最后一个新的 8\_bit 数据的字节。例如 1234 编码后得到 31D98C06,其编码过程以二进制表示为:

8\_bit 数据: 00110001 00110010 00110011  
00110100;

7\_bit 数据: 0110001 0110010 0110011  
0110100;

经过移位后的新 8\_bit 数据(即 31D98C06):

0011000111011001100011000000110

UCS2 编码则比较简单,只需要将发送的字符串转换成十六进制后,再将其转换为 unicode 字符即可。在编码过程中需要注意的是,PDU 串的用户信息长度(TP\_UDL),在不同编码方式下意义有所不同。7\_bit 编码时,是指原始短消息的字符个数。8\_bit 编码时,是指编码后的字节数。UCS2 编码时,也是指字节数,但等于原始短消息的字符数的两倍。短消息解码过程与编码过程互逆,因此解码时只需在编码规则的基础上,将接收到的 PDU 串逐步分解和解码,即可获得所需短消息正文、发送方号码以及发送时间等信息。

### 2.2.4 AT 指令与功能

GSM AT 指令接口提供了一种移动台(MS)与数据终端设备(DTE)之间的通用接口<sup>[2]</sup>。在 MS 收到网络发

来的短消息时,能够通过串口发送给 DTE,反过来, DTE 可以向 MS 发送各种命令。

表 1 SMS 有关的常用 AT 指令

AT指令	功 能
AT:	屏幕上返回“OK”表明计算机与手机已连接成功
AT+CSGA:	SMS Service Center Address (短消息中心地址)
AT+CMGF:	Select SMS message format (选择短消息信息格式, 0-PDU, 1-文本。可使用“AT+CMGF?”指令判断当前的模式。返回0即为PDU)
AT+CMGS:	Send SMS message (发送短消息。如果短消息发送成功,则返回“OK”,并显示信息号: +CMGS: [index]; 如果短消息发送失败,则返回如下信息号: +CMS ERROR)
AT+CNMI:	New SMS message indications (显示新收到的短消息。如果有新的短消息到来,自动返回下列提示: +CNMI: “SM”, [index], 此时利用AT+CMGR=[index]可读出短消息)
AT+CMGR:	Read SMS message (读短消息。如果读取成功, PDU 格式下返回: +CMGR: 0, “”, [id][content]; TEXT 模式下返回: +CMGR: “RECUNREAD”打头的包含发送方号码、时间、内容的字符串)
AT+CMGD:	Delete SMS message (删除SIM卡内存的短消息)
AT+CNML:	List SMS message from preferred store (列出SIM卡中的短消息 PDU/text, 0/“RECUNREAD”-未读, 1/“BC READ”-已读, 2/“STO UNSENT”-待发, 3/“STO SENT”-已发, 4/“ALL”-全部)

## 2.3 GSM Modem 通信模块的实现

### 2.3.1 模块化设计

程序代码在 DELPHI 语言环境下编写,采用模块化方式设计,主要的软件模块包括:用户界面、灾害性天气监测模块及 GSM Modem 通信模块等。其中,通信模块是整个软件设计的关键之一,主控端所有的主要功能都是在它的控制处理之下实现的。它又可分为初始化模块、发送以及接收模块。初始化模块负责对通信串口的初始化工作,最主要的是设置端口速率。如果端口被其它进程所控制,则初始化模块将终止监控平台的运行并向用户发出相应的提示信息。发送模块负责将用户界面模块传来的字符经相应编码后逐个写入已经初始化好的通信串口,从而使用 AT 命令经 GSM Modem 发送出去。接收模块则逐个接收 GSM Modem 传来的字符数据,并通过一个字符匹配模块过滤出相应的信令和数据。

### 2.3.2 多线程处理

收发短消息发送是个耗时的过程,且短信收发共用一个串口,如有多条信息需要发送或接收,会造成

程序不能响应用户的操作<sup>[3]</sup>。为了满足多任务的需求,系统采用多线程技术,将收发短消息独立作为一个线程。该线程同时维护发送消息、读取消息、消息定时清理、监听短信、SIM 卡存储单元平均使用等任务,解决了串口的收发共享、短信的阻塞等问题,同时有效地延长了 SIM 卡的使用寿命。

### 2.3.3 GSM Modem 通信实现关键程序代码

本实例在 Delphi 7.0 环境下开发,由于代码过长,限于篇幅,本文只以消息发送和 7\_bit 编码为例,给出其关键代码:

```
function Send(const DestPhone: string;
const Msg: string): Boolean; // 发送消息函数
RBuffer: array[0..FDATALEN-1] of Byte;
BytesTrans: DWORD;
FCycleQueueIndex: Integer; //队列中当前存
储位置
UserDataLen := Length(Msg);
InCodedMsg := CodeMsg(Msg, UserData-
Len); //将中文转换为 Unicode 码
InCodedDestPhone:=CodeDestPhone(DestP
hone, j); //将手机号码转换为 PDU 格式
DataLen := UserDataLen + j; //用户数据+包
头字节//信息长度
...
Headinf:='AT+CMGS='+LengthStr[0]+Leng
thStr[1]+LengthStr[2]+#13; //头信息
if FEncodeStyle = esSevenBit then //判断代
码格式
DataPad:= InCodedDestPhone + FmtStr
(Result,%2.2X',[Length(Msg])); // 7_bit 编码
else DataPad := InCodedDestPhone +
FmtStr(Result,%2.2X',[UserDataLen]); // UCS2 编
码
DataPad := DataPad + InCodedMsg + #26;
if not (WriteFile(FHandle, Headinf [1], Length
(Headinf), BytesTrans, nil)
and(Cardinal(Length(Headinf))= BytesTrans)
then Exit; //头信息写操作
FillChar(FCycleQueue^, FCapacity, 0); //通
讯循环队列初始化
FillChar(RBuffer, 256, 0); //对获取的内存赋初
```

```

值
  ReadOK:=False;
  StartT:=(SysUtils.Time)*24*3600000;开始时间
间
  Repeat    EndT := (SysUtils.Time)*24*
3600000;结束时间
    if (RBuffer[0] = $0D) and (RBuffer[1] = $0A)
and (RBuffer[2] = Byte('>')) then //成功读取
      ReadOK:=True;
      until (abs(EndT-StartT)>5000); //在 5
秒中内要读完
      Repeat
        if (RBuffer[0] = Byte('+')) and (RBuffer[1] =
Byte('C')) and (RBuffer[2] = Byte('M')) and
(RBuffer[3] = Byte('G')) and (RBuffer[4] =
Byte('S')) then // Modem 成功标志为 +CMGS
          ReadOK:=True;
          until (abs(EndT-StartT)>30000); //等待 30
秒内发完
          ...
          function TSMSComm.EncodeSevenBit(Msg:
string): string; //7_bit 编码函数
          var
            nSrc: Integer; // 源字符串的计数值
            nByte: Byte; // 当前处理的组内字节的序号, 范
围是 0-7
            nLeft: Byte; // 上一字节残余的数据
          begin // 将源串每 8 个字节分一组, 压缩成 7
个字节,循环
            Result := ''; nSrc := 0; // 计数值、组内
字节序号和残余数据初始化
            while nSrc<Length(Msg) do begin
              nByte:=nSrc and 7; // 取源字符串的计数值的
最低 3 位
              if nByte = 0 then // 处理源串的每个字节
                nLeft := Byte(Msg[nSrc+1]) // 组内第一个字
节, 只是保存起来, 待处理下一个字节时使用
              else begin // 组内其它字节, 将其右边部分与
残余数据相加, 得到一个目标编码字节
                Result := Result + Chr( (Byte(Msg[nSrc+1])
shl (8-nByte) or nLeft );

```

```

nLeft := Byte(Msg[nSrc+1]) shr nByte; // 将
该字节剩下左边, 作为残余数据保存起来
end;
Inc(nSrc); // 修改源串计数值
end;
if (Length(Msg)>0) and (nByte<>7) then //
信息不为空或不到最后一个字节时
  Result := Result + Chr(nLeft); // 得到目标解
码字节
end;

```

### 3 灾害性天气实时监测预警系统

#### 3.1 灾害性天气实时监测预警

通过对自动气象站、雷达、卫星云图、闪电定位仪、重要天气报、数值天气预报等多源气象资料的实时数据监测及相应特征量的自动化提取, 依据设定的阈值范围、监测信息预警级别及相关人员的组别等级, 自动触发报警系统, 基于 GSM MODEM 的短信模块, 可实现 24 小时无人值守的不间断灾害性天气的自动化远程监测报警。系统结构见图 2。

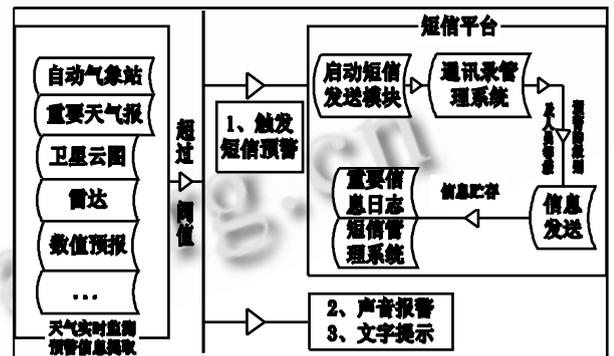


图 2 宁夏突发灾害性天气实时监测预警系统结构图

#### 3.2 远程订制及信息统计查询

针对天气、季节、地理、气候等特点的不同及决策服务中快速反应的特殊需求, 系统依据不同用户的短信请求提供了灵活、方便、快捷的远程订制及信息统计查询, 实现了远程的人机交互功能。

系统内部制定了一套严格的远程订制及统计查询短信标准格式, 当接收到用户短信请求时, 会自动触发信息识别、解码、处理程序, 并将处理结果返回用户, 对于不符合系统标准的信息, 系统会向用户提示正确的格式。远程订制主要是通过修改数据库及配置

文件实现,包含添加用户、修改用户信息、改变用户级别、改变各要素预警等级、信息监测开关、系统开关(仅限系统管理员)等内容,不同级别的用户有着不同的订制权限。远程信息统计查询主要针对自动气象站,采用 ADO+SQL 方式,远程登录自动气象站数据库,以要素(降水、气温、风、湿度、能见度、气压等)、站名、时间、时长等为关键字,建立了数据库型的查询系统,可进行实时查询与历史资料统计查询。查询关键词以短消息方式发送到系统后,系统会自动执行查询命令,并将查询结果通过短消息返回用户。

### 3.3 通讯录及短信管理

通讯录及短信管理均采用了 ADO+ACCESS 数据库技术。

通讯录支持不限数量的人员和分组通讯录信息。提供组别管理、通讯录添加、删除、修改、查询等功能。字段内容含序号、姓名、电话号码、单位、组别、自动组、级别(可设置 3 个级别)等。人员级别、组别与不同的监测预警级别、要素相联系。

接收和发送的信息内容可自动存贮到短信相应数据库及日志文件中,提供了查询、删除、转发、回复等功能,数据库包含了手机号码、用户名、短信内容、

发送或接收时间、发送或接收状况等字段。当监测到有灾害性天气发生时,系统会依据预警等级、发送级别、自动组状态等信息判定是否向有关人员发送预警信息,并可以跟踪信息的发送情况,对发送失败的消息重新发送。

## 4 结语

灾害性天气实时监测预警短信系统较好地解决了已有灾害性天气监测预警系统的时空局限性,有效地提高了实时监测预警的信息自动化水平,提升了气象部门的决策反应速度,经过一年多业务运行,性能稳定、信息监测及时准确,现已在宁夏全区气象系统推广应用。

### 参考文献

- 1 王洪瑞,权爱荣,肖金壮.GSM 模块收发中文短消息的关键技术.单片机与嵌入式系统应用,2008,(4):73-75.
- 2 乔俊,汪春,王熙.基于计算机串口的 GSM 短信通讯系统的研究.农业网络信息,2008,106(2):101-103.
- 3 尤宝山,刘楷锋.基于手机短消息的报警系统设计与实现.山东建筑工程学院学报 2004 10(2):41-48  
中国科学院软件研究所 <http://www.c-s-a.org.cn>