

一种 FM 调频广播应急接收终端的设计与实现

何桂立^{1,2} 胡自健² 蒋子泉¹

(中国信息通信研究院西部分院 重庆 400065)¹ (重庆邮电大学通信与信息工程学院 重庆 400065)²

摘要 为解决在复杂灾难场景下公众应急信息的接收问题,通过对传统智能手机进行硬件天线改造及软件设计,实现了一种应急接收终端。该类型终端可在复杂灾难场景特别是蜂窝网络瘫痪的情况下实时接收 FM 广播网发送的应急 FM 语音和广播数据系统(Radio Data System,RDS)^[1] 文本消息,并向人群预警,从而弥补在公网瘫痪时公众人群的应急信息实时接收的缺失。

关键词 公众应急,RDS,智能终端

中图法分类号 TN934.2 文献标识码 A

Design and Implementation of Emergency Receiving Terminal Based on FM

HE Gui-li^{1,2} HU Zi-jian² JIANG Zi-quan¹

(West Branch of China Information and Communication Research Institute,Chongqing 400065,China)¹

(School of Communication and Information Engineering,Chongqing University of Posts and Telecommunications,Chongqing 400065,China)²

Abstract In order to solve the problem of receiving the public emergency information in complex disaster scenarios, this paper realized a kind of emergency receiving terminal, which is based on the traditional smart phone and software design. The terminal can receive RDS which broadcast from FM network in time, and warn people. By this way, it can make up for the lack of public emergency information receiving in Public network paralysis.

Keywords Public emergency, Radio data system, Intelligent terminal

1 引言

当应急情况发生时,应急指挥人员需要通过各种有效的手段将灾难情况、救援信息等传递到公众手中。当前,我国主要通过电视广播网、蜂窝通信网和卫星通信网发送应急消息给公众。其中,电视广播网依靠有线传播,对灾难的抗毁性较差;蜂窝通信网在灾难发生时常常会因业务量激增和通信基站倒塌造成应急通信系统的瘫痪,卫星通信网则因为其带宽受限和成本较高,未能普及^[2]。

针对上述问题,描述了一种基于调频 FM 广播以及广播数据系统(Radio Data System,RDS)技术的应急信息接收终端。该类型终端的设计原型为普通智能手机,信息传播可直接依托现有公众 FM 广播网络,具有携带率高、覆盖人群广泛、建设成本低、系统抗毁性强以及可快速应用等优势。

2 技术原理及系统架构

2.1 技术原理

在国内,通常利用 FM 调频广播的主载波承载语音信号实现播放语音信息,但在 FM 广播技术中,其副载波部分可用来传输数字信号,即 RDS 技术^[3,4]。其工作原理是采用调频广播导频信号频率 19kHz 的 3 倍作为副载波,构成 RDS 信道,然后与原有的语音信号的主信道、副信道导频共同构成

RDS 数字信息的语音调制基带信号,最后对其高频主载波调频。其编码传输速率为每包 104bit/s,每秒可传输 11.4 个数据包。

在 RDS 标准技术规范中,RDS 已定义了 12 组型,其中 2 组型广播文本信息。2 组型码为 00010 或 00011,即 A 版本或 B 版本格式,区别也是在于块 3 上,后者插入了 PI 码(见表 1)。

表 1 RDS 两种版本编码结构的区别

	Block1	Block2	Block3	Block4
A 版本	PI 码	标识码	文本信息	文本信息
B 版本	PI 码	标识码	PI 码	文本信息

块 2 最后 4 位的地址码用于块 3(只限 A 版本)和块 4 中消息文本段的定位。由于 A 版本的一个文本段含 4 个单字节字符,因此用 A 版本可以传送长达 32 个双字节或 64 个单字节字符的文本消息。而 B 版本每个文本段只含 2 个单字节字符,只能传送 16 个双字节或 32 个单字节字符文本消息。

本文正是利用 RDS 技术中 2A 组型码作为应急消息的载体发送数字文本信息,并利用数字信息激励触发手机终端产生相应预警。

2.2 终端所在的应急通信系统架构

终端手机所在的应急通信系统由信息发布平台、信息传输平台以及信息接收平台 3 部分组成。系统中应急信息以

本文受重庆市科技平台与基地建设计划项目(cstc2014pt-gc40002)资助。

何桂立(1960—),男,硕士生导师,主要研究方向为终端标准化;胡自健(1991—),男,硕士生,主要研究方向为无线电技术应用,E-mail:1006140793@qq.com(通信作者);蒋子泉(1988—),男,硕士生,主要研究方向为第三代移动通信测试技术、宽带信息网、NGN 网络等。

SMS 短信和 RDS 信息两种独立方式作为信息载体,信息在发布平台编辑完成并加密后发送,可由传统蜂窝网络或 FM 广播网发射传输,在智能手机接收端通过通信模组与集成的 FM 接收芯片接收应急信息,还原原始报文信息,触发手机预警、内容显示、呼叫转发等应急业务功能。应急通信系统结构如图 1 所示。

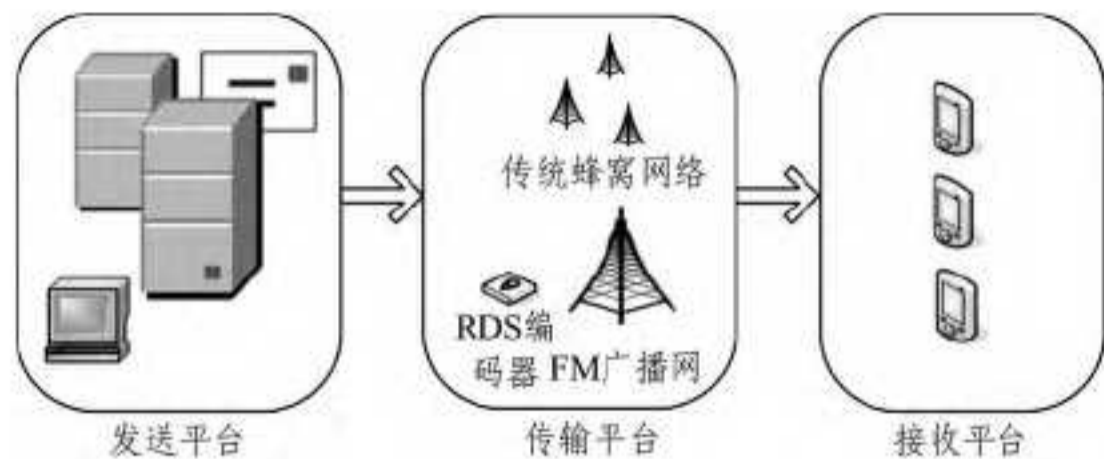


图 1 应急通信系统结构

传统的手机作为应急信息接收端的不足之处主要在于,其对传统蜂窝网络依赖过强,在复杂灾难场景下,传统蜂窝网络经常会由于基站受损与网络拥塞而失效。FM 广播设施在复杂灾难场景下具有抗毁能力强和恢复能力强的特点,所以通过在发送端将两种方式结合,使得所研究设计的智能终端在保证原有 SMS 通信能力的基础上,同时具备通过 FM 调频广播接收应急短信的功能,从而提高系统的抗毁性、人群接收的覆盖性以及紧急信息接收的实时性。

3 应急终端的设计与实现

终端设计分为 3 部分:消息接收模块,消息处理模块和用户交互模块。消息接收模块,添加内置天线和软件设计,使其具备硬件接收和软件获取 FM-RDS 的能力;消息处理模块,通信协议和信息存储;用户交互模块,主要为信息展示和报警提醒。

3.1 消息接收模块

3.1.1 内置天线

由于 FM 调频广播的频段特点,其频率范围为 76~108MHz,根据 1/4 波长计算,其理想的天线长度应为 67~82cm。当前,智能手机采用耳机作为天线接收 FM,但这种方式限制了智能手机终端在日常使用状态下接收 FM 信号,进而影响了实时接收应急信息的业务逻辑要求。

但随着内置天线[9]工艺技术的发展,可采用 FPC、LDS 工艺等的小型化天线直接内置在手机中,从而解决了人们在日常的使用过程中携带 FM 天线的弊端,使得日常使用的手机就可以作为实时应急信息的接收设备,解决了实时接收人群覆盖率有限、信息接收设备的真实使用率低的问题。本设计采用 FPC 内置天线,实现手机对 FM 信息的接收。

3.1.2 SMS 短信息获取

短信可作为在公网正常工作下信息传输的主要载体。Android 系统提供了广播机制,当手机的系统状态改变时,会向注册过系统广播的应用发送广播提示,软件应用即可通过事先定义的广播接收器获知该广播,并提取出广播中的详细信息。SMS 短信息的获取利用了上述方式,在应用第一次运行时,进行短信广播的注册以及实现短信广播接收器,并在接收器内部进行信息处理。SMS 信息获取流程如图 2 所示。

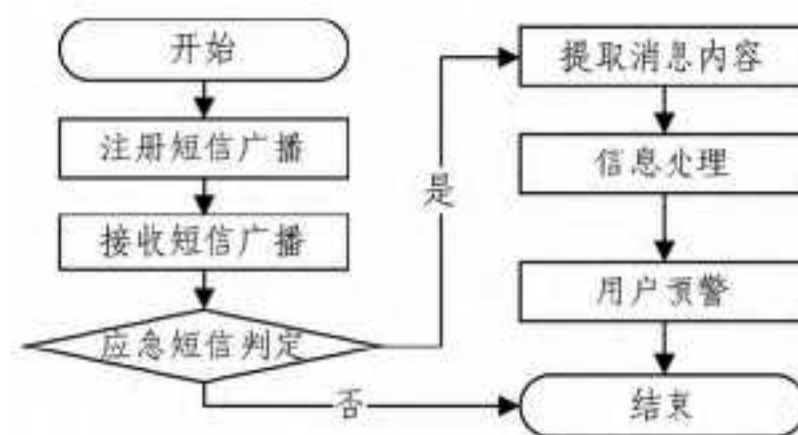


图 2 SMS 信息获取流程

3.1.3 RDS 信息获取

在复杂或特大灾难下,公网设施可能发生损坏或拥塞,这时可使用 FM-RDS 方式发送应急文本信息提示用户预警。不同于传统上层软件 API 调用方式,Android 系统对于 FM 接口未能提供统一的 API 接口直接调用,进行 FM 芯片的初始化和 FM 芯片 RDS 信息的读取时,需要本地接口进行连接。通过将事先编写好的 JNI[6]方法打包成库文件,在应用开启时,动态加载库文件,实现上层应用对 FM 芯片的控制和信息读取。

在应用启动时,开启 Service 并调用 JNI 方法进行 FM 芯片的初始化。初始化完成后,开启线程每隔 100ms 读取 RDS 信息标志位,当发现标志位不为 0 时,则进行 RDS 的读取和处理。RDS 信息获取流程如图 3 所示。

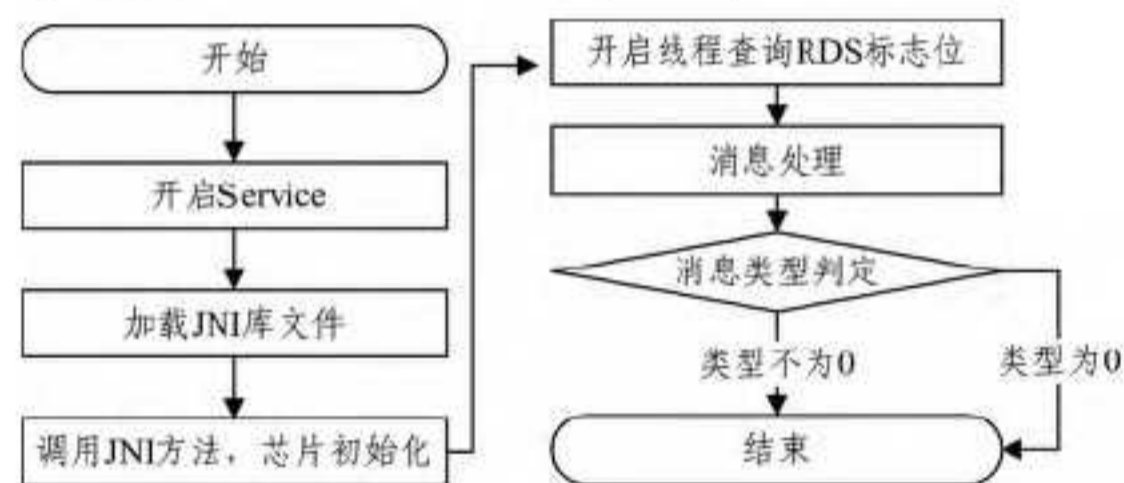


图 3 RDS 信息获取流程

3.2 信息处理模块

3.2.1 数据协议

由于 RDS 的基本结构中最大的单元为组(104 位),每个组中包含 4 个块(26 位),每个块中包含 16 位信息字和 10 位校验字,2A 组有效载荷为 32 个双字节或 64 个单字节,长度有限,将其直接用于应急通信中,会导致信息量不足。

本终端的数据通信协议是对 RDS 协议中的载荷部分进一步编码,即在发送端的每组信息载荷中加入分段信息,在接收端用分段信息进行正文的定位和重组,从而实现一次较大信息量的完整接收。

接收端接收的每一组完整信息载荷包含信息等级、段数信息和正文 3 部分(如图 4 所示)。信息等级用于对信息的紧急程度进行数字划分,对于不同等级的信息采用不同的报警方式,以提高预警的效果。段数信息用于信息正文的定位和重组。

段数信息 (4bit)	信息等级 (1bit)	信息正文
例: 1005	1	XXXXX...
总段数: 10 (1-2位)		
当前段: 05 (3-4位)		
信息等级: 1 (第5位)		
正文: xxxx...		

图 4 RDS 应急信息块

3.2.2 信息存储

为了实现应急信息在本地的保存与条件检索功能。设计

采用了 Android 系统内置的 SQLite 数据库,其轻量级的优点,完全满足设计的需求。根据数据特点设计数据存储表结构,如表 2 所列。

表 2 数据存储表

字段名称	长度和单位	描述	示例
ID	5(int)	序列号 信息等级: I 即普通、II 即紧急、III 即特别紧急	自动编号 1,2,3,...
Grade	3(char)		I, II, III
Content	600(char)	信息正文	山洪爆发
Source	3(char)	信息来源	RDS/SMS

3.3 用户交互模块

3.3.1 用户交互

用户交互模块处理终端与用户之间的交互,具体实现两个功能:1)定义用户界面;2)响应用户的操作。用户界面包含主界面、应急信息查看界面、应急语音收听界面和应急小知查看界面。具体对应关系如表 3 所列。

表 3 用户交互对应表

用户界面	逻辑处理	功能
activity-main	MainActivity	用于展示功能,用户通过点击不同模块进入相应的模块
activity-message	MessageActicty	查看历史消息
activity-media	MediaActicty	收听 FM 应急语音
activity-knowledge	Knowledge Acticty	各种常见灾害的应对措施

3.3.2 声光报警

设计主要通过震、铃声和动闪光灯 3 种方式向用户预警。报警的形式取决于信息等级,等级 I 即系统普通铃声;等级 II 即短暂报警铃声,指示灯闪烁;等级 III 即持续报警铃声和震动。

3.4 终端实现

依据上述设计,对应具体实现,包含硬件设计和软件设计两部分。图 5—图 7 示出关键代码段和软件运行图。

SMS 广播注册

```
<receiver android:name="com.westcatr.emactivity.SMSReceiver">
    <intent-filter android:priority="2147483647">
        <action android:name="android.provider.Telephony.SMS-RECEIVED"/>
        <category android:name="android.intent.category.DEFAULT"/>
    </intent-filter>
</receiver>
```

SMS 广播接收

```
public void onReceive(Context context, Intent intent) {
    Bundle bundle;
    ConnectivityManager connectivityManager;
    switch(intent.getAction()){
        case "android.provider.Telephony.SMS-RECEIVED":
            informationProcess(intent.getExtras());///消息处理
    }
}
```

RDS 信息获取

```
public void run(){
    while(true){
        if(mIsRDSThreadExit){
            break;
        }
    }
}
```

```
int iRDSEvents=FMRadioNative.readrds();
if(iRDSEvents != 0){
    //信息处理
}
try{
    Thread.sleep(100);
}catch (InterruptedException e){
    //异常处理
}
```

图 5 应急信息获取关键代码图

信息处理

```
public void informationProcess(String msg,String source){
    int length =msg.length();
    String totalNum =msg.substring(0,2);
    String currentNum=msg.substring(2,4);
    String level=msg.substring(4,5);
    String time =String.valueOf(system.currentTimeMillis());
    content+=msg.substring(5,msg.length());//信息拼接
    receivedNum++;//更新已接收信息段
    if(isALLReceived(totalNum,currentNum,receivedNum)){//判断信息是否接收完
        saveInformation(content,level,time,source);//保存信息到数据库
        showNotification(msg);//提醒用户
        receivedNum=0;
        content="";//清除以往信息,重新保存
    }
}保存信息
public void saveInformation(String content,String level,String time,String source){
    SQLiteDatabase db = dbHelper.getWritableDatabase();
    ContentValues values = new ContentValues();
    values.put("time",time);
    values.put("level",level);
    values.put("content",content);
    values.put("read",source);
    db.insert("message",null,values);
    dbHelper.close();
}
```

图 6 信息处理及保存关键代码图



图 7 软件运行图

4 测试

实现上述设计后,进行实际的外场测试,在测试过程中为重点模拟当公网瘫痪时,基于 RDS 技术的应急信息接收,将手机终端设置为飞行模式,详细测试条件如表 4 所列。

表 4 测试条件表

FM 广播频点	98MHz
调频编码发射机输出功率	12W
发射天线型号	GP-2 伞型 FM 天线,阻抗 50Ω
发射天线增益	3dbm
发射天线辐射方向	水平全向
位置因素	距地面高度 20m,周围无明显遮挡覆盖物
接收 FPC 天线中心频点	90MHz~105MHz
测试手机机型	宝捷讯 T01
机型方案版本	联发科 MT 6582

终端实物图如图 8 所示。



图 8 应急信息获取关键代码图

基于上述真实外场测试条件,内置 FPC 接收天线的智能手机终端的有效语音接收距离为 3~4km,RDS 应急文本信息的接收范围为 1~1.5km,即可实现该覆盖范围内的应急语音与文本信息的覆盖。在该有效接收范围内,RDS 应急文本信息的接收时延如表 5 所列。

表 5 RDS 文本接收时延迟

序号	字节数	是否收到	接收时延(s)
1	10 字以内	是	5
2	20 字以内	是	5~10
3	30 字以内	是	5~15
4	40 字以内	是	15~20

结束语 本文阐述了一种应急通信终端。通过对普通智能手机终端的软件 APP 程序与硬件内置天线进行设计,实现了复杂灾难场景下特别是在公网瘫痪时公众对于应急信息的接收,为我国应急通信技术发展提供了一种有效的解决方案。

参考文献

- [1] 刘春江,马艳,李玉环,等.基于调频副载波的应急广播消息传输协议探讨[J].电视技术,2014,38(20):37-40
- [2] 李一兵,黄春子.应急通信发展现状和技术手段探析[J].电子游戏软件,2014(13):81-81.
- [3] 陈泽虎,倪林,严杰.一种调频广播数据接收显示系统的设计[J].电视技术,2014,38(15):114-117
- [4] 余尚林,宗瑞朝.副载波技术在应急广播系统的应用[J].电视技术,2014,38(10):42-45
- [5] 代传堤,吴多龙,吴艳杰,等.一种紧凑型多频段手机内置环形天线的设计[J].广东工业大学学报,2014(4):100-103
- [6] 陈去疾,李敬华,郭华磊. JNI 在 Android 硬件开发中的应用[J].电信快报,2014(1):27-29

(上接第 517 页)

以 1939—1979 年的数据作为 LVQ 模型的训练样本集合,对 1979 年以后的数据进行预测的结果如表 3 所列。

表 3 预测结果对比

Year	实际流量	LVQ 预测值/ 误差(%)	Elman 预测值/ 误差(%)	SOM 预测值/ 误差(%)	CM 预测值/ 误差(%)
1984	20300	17700/12.8	17700/12.8	18500/8.9	18900/6.9
1989	21000	18400/12.4	18100/13.8	19100/9.0	20800/9.5
1994	7200	6500/9.7	6600/8.3	6510/9.6	6850/4.8
1999	18600	16900/9.1	17800/4.3	17600/5.4	18200/2.2
2004	21400	19300/9.8	19980/6.6	20400/4.7	20800/2.8
平均误差%		11	9.8	8.2	3.7

可以看出,组合模型预测过程中的误差均值为 3.7%,最小误差为 2.2%,可见在经过训练以后系统的误差不仅得到了控制,还有所缩小,预测结果基本满意。与神经网络单独预测结果相比,性能得到提升。

结束语 在传统的数学模型预测水资源的基础上,发现了多种神经网络模型在预测中的不足之处,提出了基于模糊反馈的神经网络组织预测模型。该模型基本不需要水资源问题领域的专业知识,可以从大量的有噪声、不准确的数据中自动生成模型,权重变量得到控制,同时根据预测结果的准确度进行必要的反馈,以提高预测模型的精度。由于结合了无监督学习以及有监督反馈的特点,既使人为的干预最小化,又使得在关键误差出现时系统可以根据操作对变量权重进行修

改,从而提高了系统的自适应性。实验结果表明,较以往智能模型,结合模糊反馈的神经网络组合预测模型对洪峰最大峰值的预测精度有所提高。

参考文献

- [1] 中华人民共和国水利部.水文情报预报规范 SL2502-2000[S].北京:中国水利水电出版社,2000
- [2] 金兴平,程海云,等.长江流域水资源预测技术[J].人民长江,2005,36(12):18-20
- [3] 冯利华.神经网络在水资源预测中的运用[J].农业系统科学与综合研究,2003,19(1):35-38
- [4] 罗志增,熊静,等.一种基于 WPT 和 LVQ 神经网络的手部动作识别方法[J].模式识别与人工智能,2010,23(5):695-700
- [5] 杨钟亮,陈育苗.基于 GGA-Elman 网络的头部体态语言 sEMG 识别方法[J].智能系统学报,2014(4):385-391
- [6] 王平勋.基于自组织竞争神经网络的抽油井故障诊断系统[J].电子设计工程,2013,21(11):112-115
- [7] 王莎莎,陈安,苏静,等.组合预测模型在中国 GDP 预测中的应用[J].山东大学学报(理学版),2009(2):56-59
- [8] 易丹辉.统计预测方法与应用[M].北京:钟鼓统计出版社,2001
- [9] 张星.基于熵权的福建粮食产量组合预测模型[J].中国农业气象,2008,29(2):194-196
- [10] 王渺林.嘉陵江径流长期变化分析及预报[J].重庆交通学院学报(自然科学版),2006,25(6):135-138