

# 西藏弱信号区域应急无线通信系统研究

郭小丹<sup>1</sup>, 解永军<sup>2</sup>

(1 西藏民族大学 信息工程学院, 陕西 咸阳 712082; 2 厦门大学 信息科学与技术学院, 福建 厦门 361005)

**摘要:** 针对当前西藏 GSM 基站信号覆盖较弱或无信号覆盖区域的通信局限性, 将多种技术融合应用于应急无线通信系统。系统分析了低速率语音压缩编解码算法、联合信源信道编译码相关技术和北斗/GPS 混合定位等相互融合的技术方案和设计方法, 具有较高推广应用价值。  
**关键词:** 弱信号; 应急无线通信; 北斗/GPS 混合定位

## Research on emergency wireless communication system in Tibet weak signal region

GUO Xiaodan<sup>1</sup>, XIE Yongjun<sup>2</sup>

(1 College of Information Engineering, Xizang Minzu University, Xianyang Shanxi 712082, China;  
2 School of Information Science and Technology, Xiamen University, Xiamen Fujian 361005, China)

**Abstract:** Aiming at the current communication limitations of GSM base stations with weak signal coverage or no signal coverage in Tibet, a variety of technologies are integrated and applied into emergency wireless for communication systems. The system analyzes the technology and design methods of the combination of low rate speech compression coding and decoding algorithm, joint source channel coding and decoding technology and Beidou/GPS hybrid positioning, which has a high application value.

**Key words:** weak signal; emergency wireless communication; Beidou/GPS hybrid positioning

### 引言

近年来, 西藏自治区针对人口较集中的乡镇开展了“村村通”电话等利民工程, 城镇居民可以利用移动、联通等通信服务商完成通话等数据通信。但是针对地域面积广、人口居住分散的部分区域(如阿里牧区), GSM 基站的建设却仍有待完善, 导致这些牧区的信号较弱或没有信号, 尤其在牧民遭遇突发紧急事件时, 缺乏有效的与外界沟通渠道, 无法提供自己的位置定位信息, 造成了不同程度的生命和财产损失。

国内数字应急通信系统建设已经起步, 应急通信系统建设主要借助国家的卫星通信, 由政府职能部门

负责收集视频、语音信息, 集成数据分析处理、信息发布等工作, 仅在发生重大事故、战争时启用, 不利于在社会生活中推广使用。如何解决 GSM 基站信号覆盖较弱或无信号覆盖区域的通信问题, 即有效开展应急无线通信系统研究则尤显迫切与重要。

### 1 总体架构

综合上述分析, 文章设计了应急无线通信系统。系统实现了弱信号区域无线信号传输, 系统中主要包括低速率语音压缩编解码算法、联合信源信道编译码相关技术和北斗/GPS 混合定位的应用等。本文研究系统的总体框架图如图 1 所示。

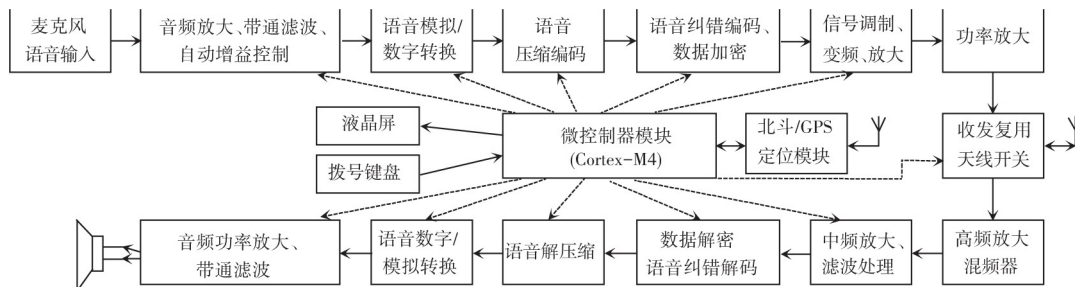


图 1 应急无线通信系统总体框架图

Fig. 1 Emergency wireless communication system overall framework

基金项目: 西藏自治区科技厅项目(2016ZR-MY-01)。

作者简介: 郭小丹(1980-), 女, 硕士, 实验师, 主要研究方向: 计算机网络、单片机应用。

收稿日期: 2018-01-29

系统控制器部件使用 ARM 公司的 Cortex-M4F 微控制器(TM4C123),通过统筹设计管理,系统其它模块协同有序工作,共同完成既定功能<sup>[1]</sup>。对关键模块的研究方法可设计表述如下。

### 1.1 低速率语音压缩编解码算法

标准的 MELP 语音压缩算法的采样率为 8 kHz,每 180 个采样点为一帧,每个采样点量化精度是 16 bit,帧长为 22.5 ms,每帧量化比特数为 54 bit,总的编码速率为  $54 \text{ bit} / 22.5 \text{ ms} = 2.4 \text{ kbps}$ <sup>[2]</sup>。MELP 算法的编码过程则如图 2 所示。

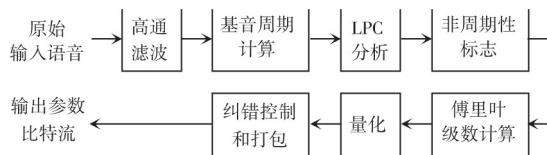


图 2 MELP 语音压缩编码器原理框图

Fig. 2 MELP voice compression encoder block diagram

为了降低标准 MELP 算法的编码速率,将连续的数帧语音组成超帧,超帧参数联合编码在充分利用帧内参数相关性的同时,又有效利用了帧间相关性,进一步减少语音数据的冗余。相对单帧而言,超帧联合量化可以获得更高的编码效率,在保证良好表现能力的前提下,通过减少 MELP 帧间冗余,采用三帧或者四帧联合编码和混合激励,组成超帧模式,可实现 600 b/s 的 MELP 甚低速率语音压缩算法。

项目算法以标准 2.4 kbps 的 MELP 连续 3 帧组成一个超帧,拟采用的每个子帧的帧长从标准的 22.5 ms 增加到 30 ms,超帧帧长为 90 ms,用 54 bit 量化一个超帧,编码速率(即码率)为  $54 \text{ bit} / 90 \text{ ms} = 600 \text{ bps}$ 。经过如此改进后的 600 bps MELP 算法符合远距离无线通信系统语音信号速率的要求。

### 1.2 联合信源信道编译码的方法

分离的信源、信道编译码模型没有充分利用信源与信道之间的相关性,实现简单,但译码的性能受到了限制,目前多数通信系统都沿用了这种经典的分离编译码结构。

文章采用的基于 Turbo 码的联合信源信道编译码技术在语音、图像、视频等多媒体数据的编码与传输中有重要的应用<sup>[3-4]</sup>。联合信源信道编译码系统的基本原理如图 3 所示。

从 3 个方面对该编译码算法进行研究:首先,分析 Turbo 码的最优参数设计,研究低复杂度的快速译码算法,为 Turbo 码应用于实时语音无线通信提供方案;其次,研究高带宽效率的 Turbo 编码调制方法,在基本不增加带宽的前提下,提高编码增益;最

后,研究信源可变长编码和信道 Turbo 码的联合优化设计方法,利用剩余信源冗余,提高编码系统的整体性能。

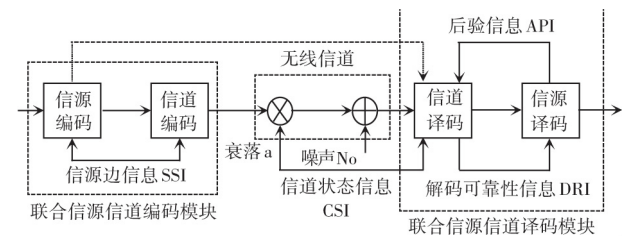


图 3 联合信源信道编译码基本原理框图

Fig. 3 Basic block diagram of joint source channel coding and decoding

## 2 关键模块的应用设计

设计一套应急无线通讯系统,实现语音信号的模数转换和传输,联合信源信道编译码,系统便携终端位置定位功能,以及系统各个终端的语音通信功能,主要功能模块的内容研发解析可做详情阐释如下。

### 2.1 低速率语音压缩编解码的研究

远距离无线通信系统只能以较低的通信速率工作,传统的语音压缩编码(2.4 kbps 及以上)占用通信带宽大,此时难以实现语音的实时传输。相对于各种低速率语音编码方式,混合激励线性预测(Mixed-Excitation Linear Prediction, MELP)语音编解码算法近年来发展迅速。该算法是一种编码速率比较低并且合成语音质量比较好的低速率语音编解码算法,采用混合的脉冲和噪声激励,使用一个由滤波器组实现的自适应滤波结构,将一帧语音信号的频谱划分成 5 个频带,分别对每个频带进行清音判决,经过这样处理后能减少 LPC 声码器合成语音中的蜂鸣声,改善语音回放的质量,使得该算法标准能以 2.4 kb/s 的速率工作。

以 MELP 语音编解码算法为基础,对 MELP 算法的参数和量化情况进行修正与改进,使其能够在 1.2 kb/s 和 600 b/s 甚低速率下工作,可以节省大量通信带宽资源,为多用户通信创造了条件<sup>[5]</sup>。

### 2.2 联合信源信道编译码方法及其相关技术的研究

由于无线通信信道易于受到天气、噪声、地理环境等的影响和干扰,在传输语音数据流的过程中难免会出现错误,对于甚低速率的语音压缩算法来说,较低的误码率即可导致语音回放质量的严重恶化。本文在甚低速率语音压缩编码的条件下,拟对 MELP 语音压缩编码算法增加纠错技术,将清音帧中没有用到的 13 个比特用来进行前向纠错编码(FEC),其中包括 3 个(7,4)汉明码和 1 个(8,4)汉明码。通过以上

方法对程序融入了设计优化改进,预期达到提高压缩后语音信号的抗干扰能力,在基本不增加无线通信带宽的情况下对传输错误做出了较好的响应效果,保证语音回放时合成语音信号的质量。

在语音压缩后,进一步采用高级加密标准(Advanced Encryption Standard, AES)对语音信号进行加密处理,防止无线通信的数据被第三方窃听和篡改,提高通信的安全性,同时保护用户通信的私密性。

### 2.3 北斗/GPS 混合定位的应用研究

通过微控制器控制北斗/GPS 混合定位模块,实时监控并选择适宜的北斗或 GPS 卫星,设计接收其星历参数、时间信息,通过计算获取相应的三维位置、方向和速度等参数,之后将定位坐标信息附加在语音信号编码中发送到接收机,通信双方在进行语音通信的同时获取用户的位置定位坐标。

## 3 结束语

通过对系统的实地调试,利用微控制器及数字无线通信技术实现了弱信号区域应急无线通信,建立了偏远牧区人员与外界联系的渠道,并且实验室模拟所投入的成本也较低。该设计定位为小型化、

集成化,应用方便、灵活、便于携带,具有位置分享和方位指示等功能,不足之处是受无线传输信号衰减限制,信号传输距离有限。当然针对在西藏这一独特地理位置地区使用,具有一定的应用和社会价值,该通信系统可以用作村内人员互相通信的工具,同时可用于无人区矿产探测人员信号追踪、海洋探测人员信号通信和反馈、地震和台风等自然灾害时的应急通信等领域;无需 GSM 基站中转通信,经过进一步研究和扩充功能后,还可以应用在陆军野外作战中,尤其是偏远地区,供单兵作战队员随身携带,战时提供作战情报传递、行军指挥、队员位置分享、个人生命体征实时监控等功能。

## 参考文献

- [1] 李玉波. 基于 ARM 体系看嵌入式处理器的发展[J]. 电子技术与软件工程, 2016(11): 213.
- [2] 夏丙寅. 面向移动通信的单通道语音增强方法研究[D]. 北京: 北京工业大学, 2014.
- [3] 张天瑜. 基于 LDPC 码的联合信源信道编码研究[J]. 曲阜师范大学学报(自然科学版), 2010, 36(4): 81-86.
- [4] 王莹, 李晖, 王育民. Turbo 类码在非标准信源—信道上的有效性[J]. 通信技术, 2003(2): 8-9.
- [5] 曾镇城. 基于 MELP 的 300bps 语音编解码算法设计及其 DSP 实现[D]. 上海: 上海交通大学, 2014.

(上接第 139 页)

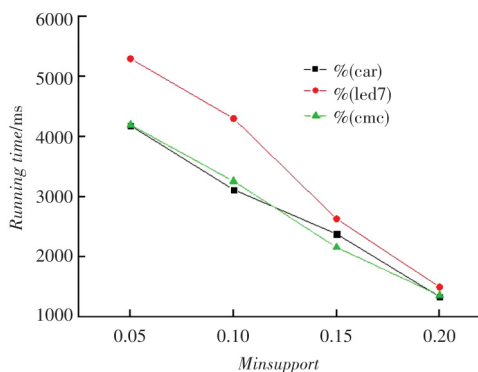


图2 不同最小支持度下的运行时间

Fig. 2 Running time with different minsupport

由图1、图2可知,在选用数据集 car、led7、cmc 的情况下,当设定不同的最小支持度时,对算法的准确性和运行时间均会带来一定的调控影响。

## 5 结束语

着重研究了关联分类中的 CBA 算法,并编译实现了该算法。结合 UCI 数据集上下载数据,通过成功设计编写本文算法,输入部分测试的样本数据项,完成了对数据的关联分类和预测。基于此,还对算法分别从准确度以及性能方面进行了测试与分析,

并获得了合理、有效的研究成果。

## 参考文献

- [1] QUINLAN J R. Induction of decision trees[J]. Machine learning, 1986, 1(1): 81-106.
- [2] QUINLAN J R. C4. 5: Programs for machine learning[J]. Machine Learning, 1994, 16(3): 235-240.
- [3] BREIMAN L, REIEDMAN J H, OLSHEN R A, et al. Classification and regression trees[M]. New York: Chapman & Hall, 1984.
- [4] LIU Bing, HSU W, MA Yiming. Integrating classification and association rule mining [C]//Proceedings of the fourth international conference on knowledge discovery and data mining. New York: AAAI, 1998: 1-7.
- [5] AGRAWAL R, IMIELINSKI T, SWAMI A. Mining association rules between sets of items in large databases[C]//Proceedings of the 1993 ACM SIGMOD Conference. Washington DC, USA: ACM, 1993: 1-10.
- [6] 禹蒲阳. CBA 分类算法的一种改进[J]. 计算机应用与软件, 2010, 27(8): 241-243, 254.
- [7] 张明卫, 朱志良, 刘莹, 等. 一种大数据环境中分布式辅助关联分类算法[J]. 软件学报, 2015, 26(11): 2795-2810.
- [8] 王熙熙, 赵东垒. 基于规则兴趣度的关联分类[J]. 计算机工程与应用, 2007, 43(25): 168-171.
- [9] 武建华, 沈钧毅, 方加沛. 提取有效规则的关联分类算法[J]. 西安交通大学学报, 2009, 43(4): 22-25.