

AMBE 语音压缩算法在机车语音记录仪中的应用

徐 剑, 吕振中

(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

摘要:IMBE 和 AMBE 都是基于 MBE 技术的低比特率、高质量语音压缩算法,其优越的性能已得到国际公认,并植于 DVS 公司的 AMBE2000 语音压缩芯片内。以 AMBE2000 压缩芯片为核心实现的机车固态语音记录仪,具有智能化、全电子、记录时间长、可靠性高的特点,是保证铁路行车安全的重要设备,正逐步在铁路机车上推广使用。

关键词:多带激励;语音压缩;固态录音

中图分类号:TN912.34 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-3516(2001)03-54-57

IMBE(Improved Multi-Band Excitation)和 AMBE(Advanced Multi-Band Excitation)是一种改进的多激励(MBE)语音压缩算法。该技术在低比特率压缩系统中能提供极优的语音质量,却对指令执行速度和存储器容量的要求大大降低,在背景噪声和信道误码方面也有极强的鲁棒性,比基于线性预测编码的 CELP, RELP, VSELP, LPC-10 等要优越^[1-3]。AMBE 引入了语音分析与合成及矢量量化编码的新算法。图 1 和图 2 给出了其中两种模式测试结果的平均意见^[3-4]。

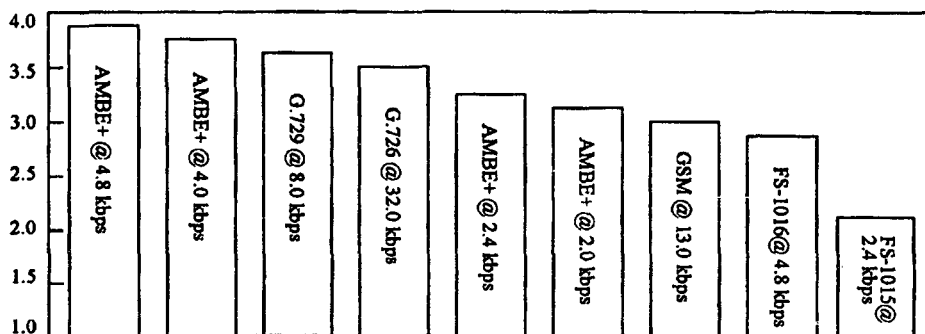


图 1 语音质量的平均意见分(MOS)

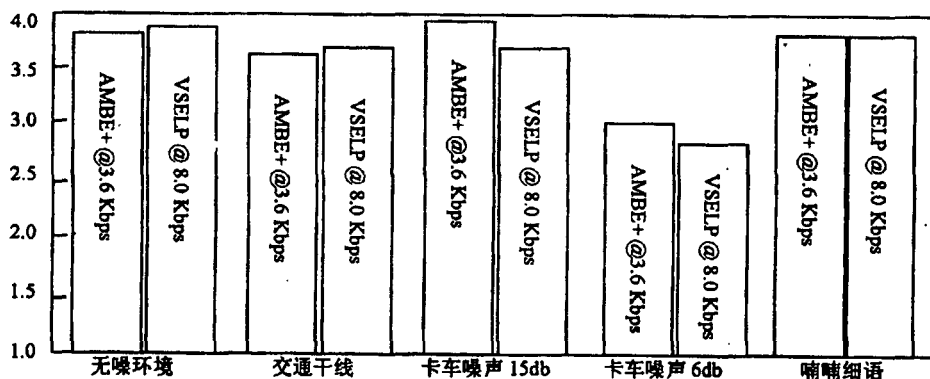


图 2 噪声环境下语音质量的平均意见分(MOS)

收稿日期:2000-12-27

基金项目:SG-II 多功能机车语音记录仪研制项目

作者简介:徐 剑(1977-),男,吉林四平人,硕士生,主要从事语音信号处理研究.

在铁路机车运行管理系统中,通信语音记录是安全监控的一项重要内容。以往,语音记录设备主要是磁带录音机,运转完全是机械操作,可靠性低,环境要求苛刻,存储容量也很小,所以在机车上基本无法应用。我们采用美国 LUCENT 公司的 AMBE2000 高性能声码器^[4]和 INTEL 公司的新一代 64 兆位闪速存储器 MEM29F064^[5]研制成的智能型全电子固态语音记录仪,很好地实现了机车通信语音记录功能。

1 机车语音记录仪系统组成

机车语音记录仪系统结构如图 3 所示,主要由语音自动接入控制、中心控制、语音预处理与 AD/DA 转换、DSP 语音压缩与解压、存储卡、语音重播、标准时钟、键盘和显示九个单元组成。

中心控制器负责整个系统的过程控制;语音接入与控制单元接收由机车无线电台来的双向语音信号,经隔离和幅度调整后,送至语音预处理及 AD/DA 转换单元;语音预处理包括 300 Hz ~ 3.4 KHz 的带通滤波器,AD/DA 转换采用 15 折线 μ 律压扩产生 8 位 PCM 码送至压缩与解压单元;压缩与解压单元将 20 ms 内的所有数据按 AMBE 算法进行压缩产生 32 字节的数据包送往中心控制器;中心控制器将取得的数据与由标准时钟产生的时间标一起写入闪速存储器;在语音回放时,中心控制器按指定时间在存储器中查找到最近的时间标,然后取出语音数据送压缩与解压单元解压后经 DA 转换至放音电路;键盘负责人机交互,显示器实时显示工作状态和时间信息。

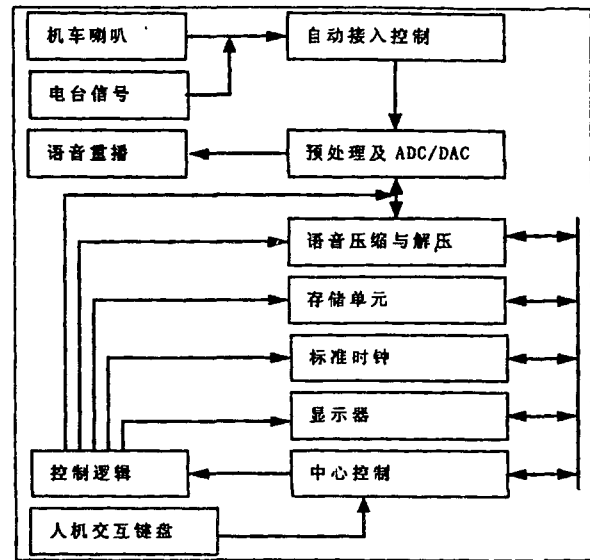


图3 系统结构图

2 关键技术与特点

2.1 AMBE2000 声码器性能

AMBE2000 是美国 LUCENT 公司于 1999 年推出的改进型产品,和 1996 年推出的 AMBE1000 相比^[6],其性能又有了新的提高,最低编码速率由原来的 2.4 kbps 降低到了 2.0 kbps,语音质量得到了进一步的提高。其主要特点有:

- 1) 语音质量好。在 2.0 kbps 的速率上具有较好的可懂度和自然度, MOS (Mean Opinion Score) 分达到 3.5 分,略优于 GSM 的全速率(13 kbps) 语音质量。
- 2) 对环境适应能力强。在有相同干扰的情况下,其 3.6 kbps 语音质量的 MOS 分优于 8 kbps 的 VSELP (IS-54 标准)。
- 3) 内部计算量小,功耗低。其算法复杂度为 13 MIPS,从而可以达到较低的功耗:5 V 供电时功耗为 180 mW,3.3 V 时仅为 65 mW。
- 4) 具有灵活的前向纠错功能。可以灵活地以 50 kbps 递增的速率对压缩语音数据进行不同程度的纠错。
- 5) 具有 DTMF 信号识别、产生与发送功能,便于和 DTMF 电话系统进行交互。
- 6) 具有自动语音激活(VAD)和舒适噪音插入(CNI)功能。
- 7) 具有回音消除功能,保证语音清晰度。

AMBE2000 芯片采用和 AMBE1000 兼容的 100 脚 TQFP 封装形式,功耗小,可靠性高。其功能引脚大致可分为三类:

- 1) AD/DA 接口。AMBE2000 的数字语音输入可以是标准的 μ 律或 A 律 PCM 信号,也可以是 14 位或

16 位线性量化的 PCM 信号,采用后者时效果最好。

2) 压缩数据的传输接口。AMBE2000 可设置为主动或被动接受(发送)数据,且数据可按串行或并行的方式传输。当处于并行数据方式时,其数据线及读写控制线可与标准 MCU 直接连接。

3) 状态设置引脚。芯片专门提供用来设置芯片工作状态的引脚,芯片加电时自动进入由状态设置引脚设置的状态。这些设置包括 AD/DA 转换格式、语音编码速率、FEC 速率、主动/被动方式、并/串数据方式、VAD 使能、回音消除使能等等。

和 AMBE1000 一样,AMBE2000 也以 20 ms 为周期进行工作。即把 20 ms 的语音划分为一帧,每 20 ms 中芯片要与外部控制单元交换至少一次压缩语音数据包。在并行方式下,数据包为 34 字节,其中空闲不用的部分补零。AMBE2000 所有功能均可通过数据包的交换来实现。数据包的基本格式见表 1。首标为固定值 0x13ec,表示一个数据包的开始;识别号 ID 占一个字节,表示本帧数据将要 AMBE2000 进行何种操作, ID 不同时,跟随其后的控制字的定义也不尽相同;外部控制单元可以使用帧内的控制字更改 AMBE2000 的工作状态。状态标志字节(Flags)有两种作用,在编码输出帧中表示 AMBE2000 当前所处理的数据的特征或 AMBE2000 的工作状态,在解码时把当前数据的特征通知 AMBE2000。

2.2 MEM29F064 闪速存储器性能

存储部分采用的是 INTEL 公司新推出的超大容量闪速存储器 MEM29F064,其 SSOP 封装芯片面积为 16 mm × 23 mm,但是存储容量达到 64 兆位,几乎与早年的 PC 机 5 寸硬盘差不多。芯片可按 8 kbit 或 16 kbit 模式读写,读取速度为 150 ns,采用 5 V 电压工

作,静态电流仅有几个毫安,外围电路十分简单,可在线编程 100 000 次以上。脱机保存时,数据可保持 10 年不丢失。由于容量巨大,为了保证各种操作可靠进行,芯片内部增加了控制逻辑、用户命令单元接口(CUI)和擦写状态缓冲控制器(WSM)。进行数据交换时,首先进行片选,然后再将相应命令字送入 CUI, CUI 根据命令要求按地址去控制 WSM,对相应的存储单元或存储块自动执行编程算法和必要的延时,从而完成数据块的擦除、写入、锁位等操作。与此同时,还可以进行数据校验,并将校验结果送入状态寄存器。存储单元还有一个 32 字节的缓冲区,数据可以先写到缓冲区,然后再由 WSM 统一编程到存储器中,其效率比直接编程高 20 倍。

表 1 数据帧的基本格式

首标	ID	Flags	控制字	语音数据
2 字节	1 字节	1 字节	6 字节	24 字节

3 基本原理及工作过程

语音自动接入电路:机车工作环境恶劣,电路上有较大的干扰,扬声器的输出端信号在没有声音时仍存在 1.1 V 左右的电压,一旦有语音,信号幅值迅速增大。根据这一特点,电路增加了一个以 1.2 V 为参考电压的比较器,扬声器信号则经过平衡输入电路和二极管接到比较器正向端,若其大于反向端信号,就输出一高电平,此高电平进而控制电子开关导通,经过幅度调整后,声音信号经光电隔离器进入 ADC/DAC 部分。

语音预处理和 ADC/DAC 单元:核心器件是 Motorola 公司 MC145480,其片内集成了 300 Hz ~ 3.4 kHz 的带通滤波器、AD 和 DA 转换器。录音时,进入 MC145480 的语音信号经过带通滤波,然后被 AD 转换器按 μ 率 15 折线法编成 PCM 码,送入到压缩单元。放音时,解压单元送来的 PCM 码被 DA 转换器恢复成语音,送入语音重播单元。

语音压缩和解压单元:引脚 CH-SEL0 ~ CH-SEL2 接地,声码器处于被动并行工作状态;C-SEL0 ~ C-SEL3 接地,编码方式为 μ 率方式;BPS-SEL0 ~ BPS-SEL3 接地,语音速率为 2000 bps, FEC 为 0 bps。P1.5 和 P1.7 按一定的组合逻辑可以选通声码器。录音时,AD 转换后的数字信号由 D0 以串行的方式送入声码器进行压缩。放音时,从存储卡中取出数据送入声码器进行解压缩,由 DI 以串行方式送出到 DAC 单元。

存储单元:采用 3 片 MEM29F064,存储容量达 192 Mb。控制、读写等各种操作简单明了,值得一提的是地址线的形成。MEM29F064 自身具有 3 个片选引脚,用最高两位地址线作片选线,简化了电路,共需要 25 根地址线(电路如图 4)。我们采用了 2 块 373 锁存器分别锁住由 P0 口输出的低 16 位地址线 A0 ~ A15,由 P2 口输出 A16 ~ A23, P1.4 形成 A24。两块 373 的锁存信号分别由 ALE 和 P1.5 与 WR 形成。

键盘部分:一共 14 个键,键值的获取采用中断方式。可以对语音的录音、放音、快放、快倒、停止进行人工控制,设置放音时间、实时时间、卡号、复位等。

标准时钟显示部分:时钟器件采用的是 DALLAS 公司的 DS12887A,显示器采用的是 128 × 64 点阵的汉字彩色模块。系统工作时,状态、实时时间、卡号等信息同时显示。

4 主要技术指标

1) 线路语音信号自动启动录音,语音信号消失 1 s 后自动停止录音。2) 频率响应:300 Hz 至 3 500 Hz (± 2 dB)。3) 失真度:不大于 3%。4) 信噪比:不小于 36 dB。5) 录音时间:24 h(可扩充),可反复滚动记录。6) 可用普通(DTMF)电话进行遥控录放操作。7) 适用电源范围:直流 5 V $\pm 10\%$ 直流 110 V $\pm 15\%$,交流 200 V $\pm 10\%$ 。8) 功耗:最大功耗 3 W。

5 结束语

采用按 AMBE 语音压缩算法实现的 AMBE2000 语音压缩芯片和超大容量(64 Mb)闪速存储器等先进技术研制的机车固态语音记录仪,具有智能化、全电子、记录时间长、可靠性高的特点,是保证铁路行车安全的重要设备,已于 1999 年 11 月 30 日在沈阳铁路局通过鉴定,正逐步在铁路机车上推广使用。

参考文献:

- [1] Griffin D W, Lim J S. Multiband Excitation Vocoder[J]. IEEE Transactions on ASSP, 1988, 36(8): 1223 - 1235.
- [2] 杨行峻,迟惠生. 语音信号数字处理[M]. 北京:电子工业出版社,1995.
- [3] Dimolitsas S. Evaluation of Voice Codec Performance for the Inmarsat Mini - M System[A]. 10'th Int'l. Conf. on Digital Satellite Comm[C]. 1995.
- [4] Digital Voice Systems Inc. New DVSI AMBE + Vocoder[M]. 1999.
- [5] Advanced Micro Devices Inc. MEM29F064 - 12[M]. 1999.
- [6] 张 扬,吕振中,杜兴民,等. AMBE - 1000 声码器及其应用[J]. 无线电通信技术,2000,26(4): 42 - 43.

AMBE Algorithm and Its Application in Locomotive Voice Recording System

XU Jian, LU Zhen - zhong

(The Engineering Institute of the Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

Abstract: IMBE(Improved Multi - Band Excitation) and AMBE(Advanced Multi - Band Excitation) both based on the proprietary MBE(Multi - Band Excitation) speech compression algorithm are internationally recognized as the best speech compression algorithms in the world, and AMBE has been built in DVSI's AMBE2000 speech compression vocoder. The locomotive voice compression recorder based on AMBE2000 chip possesses the characteristics of intelligibility, full - electronics, long - time recording and high reliability. The recorder, which has been gradually equipped throughout the railway system, is an important equipment by which railway transportation safety can be realized.

Key words: multi - band excitation; voice compression; solid recording

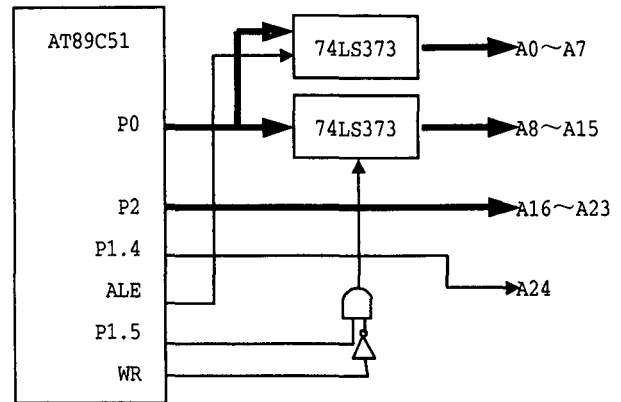


图4 地址分配与控制