

语音信号 PCM 脉冲编码调制与解调系统仿真

何雪彦

通化市人防指挥信息保障中心

DOI:10.12238/jpm.v3i8.5144

[摘要] 本文结合MATLAB软件的Simulink仿真工具完成了对语音信号脉冲编码调制(PCM)与解调通信系统的仿真。系统在发送端对语音文件进行PCM调制(抽样、量化、编码),再进行信道编码和交织,经数字频带系统传输,接收端通过解交织、信道解码、PCM解调恢复语音信号。经分析仿真结果达到了预期的效果。

[关键词] 语音信号; 脉冲编码调制; Simulink

中图分类号: TN912.3 **文献标识码:** A

Simulation of speech signal PCM pulse encoding modulation and demodulation system

Xueyan He

Tonghua City Civil Air Defense Command Information Support Center

[Abstract] This paper has completed the simulation of the speech signal pulse encoding modulation (PCM) and demodulation communication system combined with the Simulink simulation tool of MATLAB software. The system conducts PCM modulation (sampling, quantification, coding) of the voice files at the sender, and then conducts channel coding and interweaving. It is transmitted by the digital frequency band system, and the receiver recovers the voice signal through uninterweaving, channel decoding and PCM demodulation. The analyzed simulation results achieve the desired effect.

[Key words] Voice signal; pulse-encoding modulation; Simulink

1 系统仿真

1.1 通信系统仿真

本文通过MATLAB提供的Simulink仿真平台进行了语音信号PCM通信系统的仿真,A律压缩仿真图如图1.1所示。语音信号PCM通信系统主要由语音信号采样和恢复,PCM调制与解调,信道编解码,信道交织与解交织,数字频带传输系统等部分构成。信号采样由From Wave File模块完成,本次仿真使用语音文件内容为“我到北京去”,采样率为8000Hz,语音信号为单声道,16位量化;量化由A律压缩器、增益器和量化器等模块完成;编码由二进制与十进制转换器完成;信道编码由RS编码模块完成;信道交织采用矩阵交织模块完成;数字频带传输系统由QAM调制与解调模块和高斯信道模块构成;接收端的PCM解调由二进制与十进制转换器模块进行解码,增益模块和A律扩张器模块进行扩张;最后的语音播放由To Wave Device模块完成。

1.2 PCM编码仿真

模拟采样值送入Saturation模块进行 $[-1, 1]$ 的限幅,Relay模块提取出抽样值的极性并做判定。如果极性为正,则判为‘0’;极性为负,则判为‘1’。将采样的绝对值经过A律压缩器后放大

127倍,再由Quantizer均与量化模块和整数到二进制转换模块变成7位二进制码。最后与Relay模块形成的极性码组合成8位PCM码,完成8位PCM编码。

各模块及在本次仿真中作用:

From Wave File: 从波形文件,它的作用是从wav文件中读取语音数据。

Saturation: 限幅器,它的作用是将输入信号的幅度限制在一定范围内。

Relay: 继电器,它的作用是在两个不同常数值之间进行切换,本次仿真中主要是用作极性判断,如果极性为正,则判为‘0’;极性为负,则判为‘1’。

Abs: 绝对值模块,它的作用是对输入数据取绝对值。

A-Law Compressor: A律压缩器,它的作用是对输入信号进行A律压缩,本设计中取 $A=87.6$ 。

Gain: 增益模块,它的作用是对数值的大小增加或减小倍数。

Quantizer: 量化器,它的作用是把一个连续幅度值的数换成一个离散幅度值的数。本设计中的量化间隔设为1,就是根据四舍五入原则把输入数值量化成对应的离散数值。

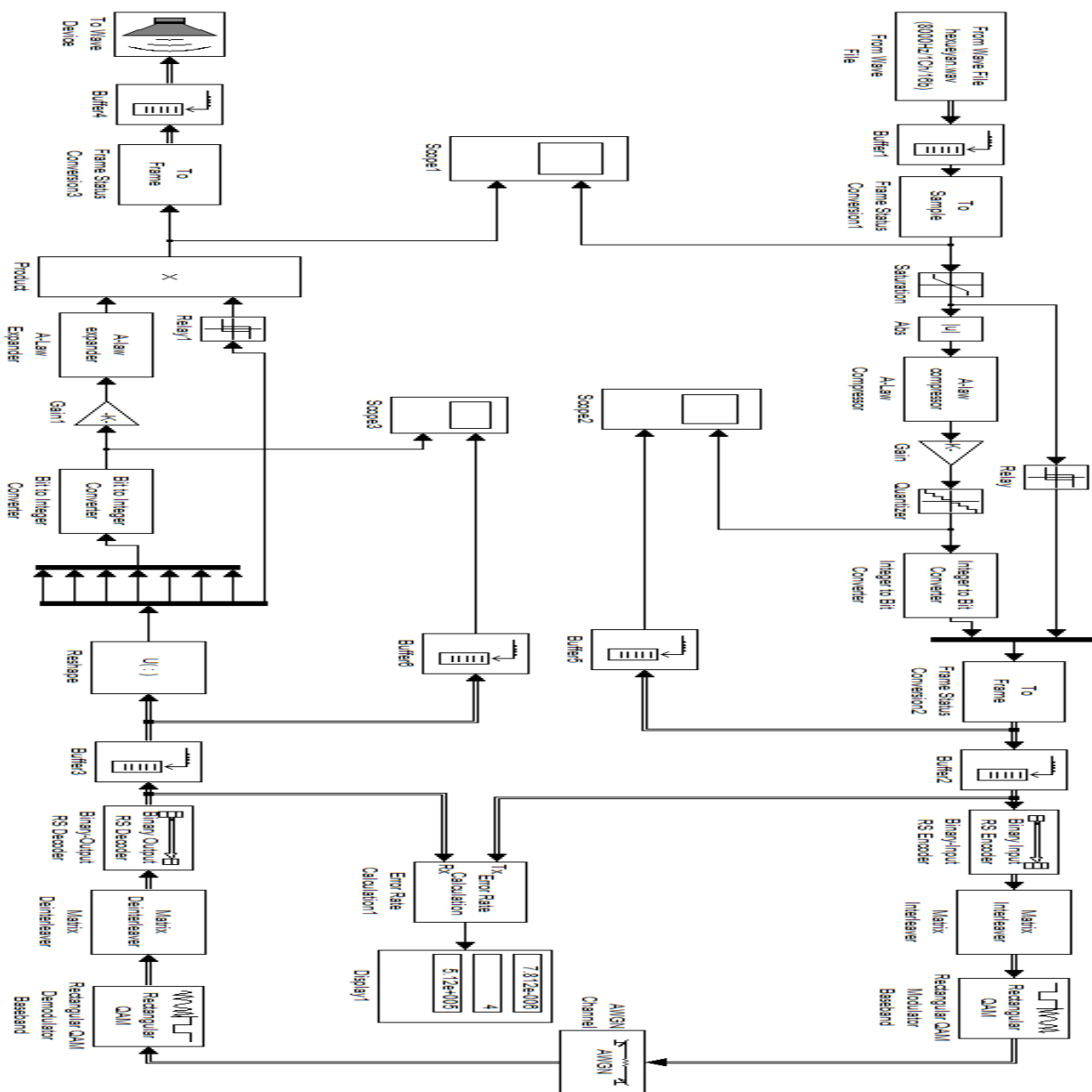


图 1.1 PCM 通信系统(A 律压缩)仿真图

Integer to Bit Converter: 整数到比特转换器,它的作用是将整数值转换为相应的二进制数值。本设计中由于量化值最大为127,因此该模块参数设为7,即将十进制整数转换为7位二进制数值。

Mux: 复用器,它的作用是将多路信号复用为一路信号。本设计中输入信号由1路极性脉冲和1路数值脉冲组成,所以该模块输入参数应设置为2。

1.3 PCM解码仿真

8位并行的PCM码进入后提取首位由Relay器件判断并恢复极性,如果是‘0’,则该值是正数;如果是‘1’,则该值是负数。其余7位并行码由二进制到整数转换模块转换成十进制数并减小为原来的1/127,经过A律扩张后再与极性相乘,恢复成十进制的原始抽样值输出。

各模块及在本次仿真中的作用:

Demux: 分离器,它的作用是将复用的多路信号分离出来。此次仿真中信号应分离成1路极性脉冲和7路数值脉冲,因此输出参数设为8。

Mux1: 复用器1,此模块中输入脉冲由7路二进制数值脉冲组成,因此输入参数设为7。

Bit to Integer Converter: 比特到整数转换器,它的作用是将二进制数转换为十进制数。同编码模块中的Integer to Bit Converter,此模块参数也设为7。

Gain1: 增益模块,和编码模块对应,此模块增益参数应设为1/127。

A-Law Expander: A律扩张器,它的作用是对输入信号进行A律扩张,此模块与A-Law Compressor对应,设置A=87.6。

Product: 相乘器,它的作用是将极性脉冲和正的数值脉冲相乘,恢复原来的有极性的数值。此模块的输入参数设为2。

Relay1:继电器,它的作用是实现两个不同常数值之间进行切换。在此次仿真中主要功能是进行极性判断,若输入为‘0’,则判为‘1’即为正;若输入为‘-1’,则判为‘-1’,即为负。

1.4 频带传输系统的仿真

对PCM编码信号通过信道编码提高信息冗余度,本次仿真系统加入了RS-Encoder和Matrix Interleaver,通过提供编码的冗余度和编码交织来实现对信号的检错和纠错能力,提高抵抗错误的能力。

通信系统传输部分由二进制输入RS编解码器模块、矩阵交织与解交织模块、QAM调制与解调模块、高斯信道模块和误码计算器模块等组成。二进制输入RS编解码器对输入信号进行RS编解码;矩阵交织与解交织模块对输入信号进行矩阵交织与解交织;QAM编解码模块对信号进行16位的QAM编解码;高斯信道模块随机引入高斯噪声,模拟真实通信信道。

各模块及在本次仿真中作用:

Binary-Input RS Encode: 二进制输入RS编码器,它的作用是对输入的二进制信号进行RS编码。

Binary-Output RS Decode: 二进制输出RS解码器,它的作用是对输入的二进制信号进行RS解码并输出二进制信号。

Matrix Interleaver: 矩阵交织器,它的作用是将输入信号按行写入,按列输出。

Matrix Deinterleaver: 矩阵解交织器,它的作用是将输入信号按列写入,按行输出。

Rectangular QAM Modulator Baseband: 矩形QAM调制基带,它的作用是对输入信号进行QAM调制。

Rectangular QAM Demodulator Baseband: 矩形QAM解调基带,它的作用是对输入信号进行QAM解调。

AWGN Channel: 高斯信道。

Error Rate Calculation: 误码率计算,它的作用是对两个输入端的二进制信号进行比较,如果不一样即为误码,误码数除以总的码数即为最后的误码率。

Display: 显示器,它的作用是将误码率情况显示出来。

1.5 其余部分的实现

Buffer: 缓冲器,它的作用是实现串并或并串转换。

Frame Status Conversion: 帧状态转换器,它的作用是实现帧格式和采样格式的转变。

Reshape: 还原格式,它的作用是改变标量或矩阵的格式。

To Wave Device: 到波形装置,它的作用是播放语音文件。

2 结果分析

2.1 读入与读出语音信号波形分析

本次仿真中使用的是内容为“我到北京去”的.wav文件,采样率为8000Hz,语音信号为单声道,16位量化。Scope1中上边

的是PCM编码之前的经过采样的语音信号的波形,下边的是经过PCM解码后恢复的语音信号的波形。比较两幅图可以看出恢复的语音信号与之前的基本上是一致的。

2.2 PCM编码前后波形分析

Scope2的波形是截取的PCM编码前的整数和编码后的二进制数的对照图,仿真完成后打开示波器放大图形,改变坐标范围,直到能够清楚的分析波形,得到图2.3所示的波形,通过计算二进制与十进制转化,可知编码是正确的。

2.3 PCM解码前后波形分析

Scope3的波形是截取的PCM解码前的二进制数和解码后的整数的对照图,仿真完成后打开示波器放大图形,改变坐标范围,直到能够清楚的分析波形,得到图2.4所示的波形。通过计算二进制与十进制转化,可知编码是正确的。

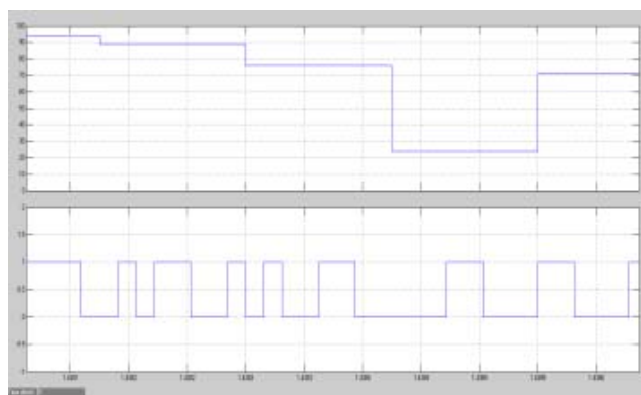


图2.3 Scope2波形

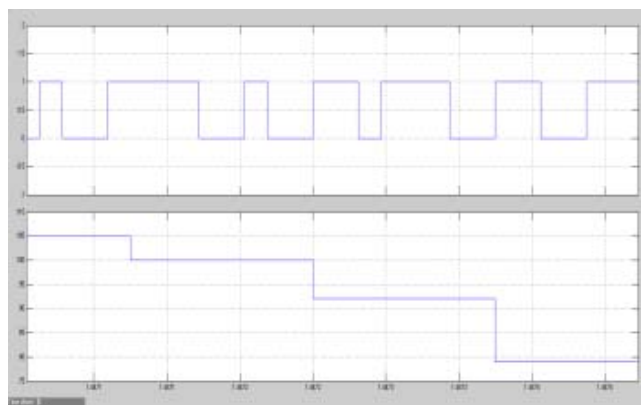


图2.4 Scope3波形

[参考文献]

- [1]陈奎.语音信号PCM编码通信系统的Simulink仿真[M].福建:福建电脑,2012,(10):115-117.
- [2]李探元,任宏,刘小宝.基于Simulink的脉冲编码调制系统设计[J].无线通信技术,2011,20(04):10-13.
- [3]杨柳.基于System Vue的脉冲编码调制系统设计[J].科技创新导报,2011,(19):14.