FIR数字带通滤波器语音去噪的DSP实现研究

肖 蓉
（1.南昌大学 330031 江西 南昌；2.井冈山大学 江西 吉安 343000）

摘 要： 利用MATLAB软件设计一个FIR数字带通滤波器，对一段噪声环境下的语音信号进行滤波，并通过TMS320C5402DSP芯片来实现。方法简单易行，给出部分源程序，具有很强的实用性。

关键词： FIR数字带通滤波器；语音去噪；DSP；MATLAB
中图分类号： TN7 **文献标识码：** A **文章编号：** 1671－7597（2010）1020169－01

0 引言

语音信号的去噪滤波是信号处理领域中一个重要的组成部分。目前的数字滤波器种类很多，大致可分成有限冲激响应FIR滤波器和无限冲激响应IIR滤波器两大类。与后者相比，FIR滤波器由于具有极高的稳定性、严格的线性相位特性和输出噪声小的优点而在高保真的信号处理领域得到广泛应用。随着MATLAB软件和信号处理工具箱的不断完善，我们可以利用MATLAB信号处理工具箱快速有效地实现数字滤波器的设计、分析和仿真。本文就是先使用MATLAB设计一个FIR数字带通滤波器对一段噪声环境下的语音信号进行滤波，然后再通过TI公司生产的DSP芯片TMS320C5402来实现。本文使用的带噪声的语音信号是在较大噪声环境下的说话“语音信号处理”。

1 FIR数字带通滤波器设计原理

设FIR滤波器单位脉冲响应h（r）长度为N，其系统函数H（z）为

$$H(z)=\sum_{r=0}^{N-1}h(r)z^{-r}$$

FIR滤波器的设计任务是选择有限长度的h（r），使传输函数满足技术要求。常用的FIR滤波器的设计方法有窗函数法、频率采样法和切比雪夫等波纹逼近法。本文采用的是窗函数法。窗函数法的基本原理是用一定宽度窗函数来截取无限脉冲响应序列获得有限长脉冲响应序列。窗函数设计法的基本思路是，先选取一个理想滤波器（它的单位抽样响应是非因果的、无限长的），再截取（或加窗）它的单位抽样响应得到线性相位因果FIR滤波器。

设x(n)是一个长序列，w（n）是一个长度为N的窗函数，用w（n）截断x（n），得到N点序列x_n（n），即x_n（n）=x（n）w（n）

在频域上则有

$$X_N\left(e^{j\omega}\right)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}X(e^{j\omega})\cdot W\left(e^{j(\omega-\theta)}\right)d\theta$$

由此可见，窗函数不仅影响原信号在时域内的波形，而且也影响频域内的波形。

2 用MATLAB进行仿真设计

首先在MATLAB 软件平台下，利用wavread函数对语音信号进行采样，记住采样频率和采样点数。[y,fs,nbits]=wavered （'speech.wav'）；%把语音信号speech.wav采样值放在向量y中，fs表示采样频率（hz），nbits表示采样位数。其次根据语音信号的特点给出数字带通FIR滤波器的性能指标：设置通带频率fp1=1200Hz，fp2=3000hZ，阻带频率fs1=1000Hz，Fs2=3200Hz，阻带最小衰减As=50dB，通带最大衰减Ap=1dB。在Matlab中，可以利用函数fir1设计FIR滤波器，函数fir1默认的设计滤波器的方法为窗函数法，其中可选的窗函数有Rectangular、Barlrtt、Hamming、Hann、Blackman窗，其相应的都有实现函数。然后再用自己设计的FIR数字带通滤波器对加噪的语音信号进行滤波，在Matlab中，FIR滤波器是利用函数fftfilt对信号进行滤波的。[2]编写MATLAB程序如下，实现上述功能。

```
[y,fs,nbits]=wavread ('speech');
Wn=Kaiser(49)
Sound(y,fs,nbits)
Y=fft(y,4096);
Fc1=1000;fc2=3200;ft=8000
Wc1=2*fc1/ft;wc2=2*fc2/ft
B=fir1(48,[wc1 wc2],wn)
Freqz(b,1)
X=fftfilt(b,y)
X=fft(y,4096)
Subplot(2,2,1);
Plot(abs(Y),'g');
Title('滤波前信号的频谱');
Grid;
Subplot(2,2,2);
Plot(abs(X),'r');
Title('滤波后信号的频谱');
Grid;
Subplot(2,2,3);
Plot(y);
Title('滤波前信号的波形');
Grid;
Subplot(2,2,4);
Plot(x);
Title('滤波后的信号波形');
Grid;
```

仿真输出结果如图1所示。

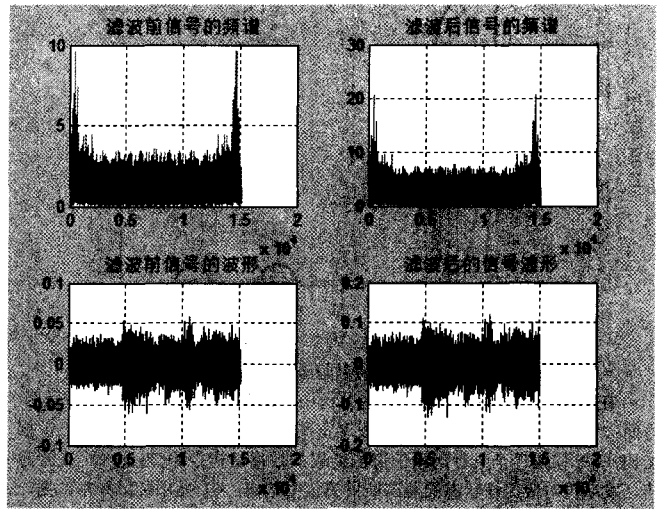

图 1

（下转第183页）

生编译错误。在Java中，整数类型、浮点数类型和字符类型是彼此兼容的，但和布尔类型是不兼容的，除了布尔型和枚举类型，Java中允许把任何基本类型转换成其别的基本类型。

在C中表示真/假的变量一直是由int类型来表示的。C允许从算术类型转换为布尔类型。Java不允许在这两种类型之间进行隐式或显式的转换，也不能比较布尔型和算术型。

3 表达式和语句

Java的表达式和语句与C的几近一致，存在一些细微差别：在Java中if、white、for语句中的条件表达式应该是布尔型，而C中可以是整型；Java不提供goto语句，goto语句的存在可以改变程序的运行方式，使程序的安全性和稳定性降低，Java利用带标号的break语句和continue语句实现转移功能；表达式语句在Java中比C中有更多的限制，Java中只允许赋值、函数调用、自增减、new表达式等出现在表达式语句中。

4 函数

1）对于变量和函数，C需要事先声明和定义，而Java中只有定义，没有声明；

2）由于C不是面向对象的，所以C中所有全局变量和函数本质上对Java而言都是静态的。Java是一种面向对象语言，它不允许在类和接口之外声明函数，包括main函数和变量。而在C中，常会出现在一个文件中定义大量的全局变量，在其他文件中通过引用声明这些变量来实现共享，但Java不允许有全局变量或函数；

3）当C中函数返回值的类型和声明时类型不相符时，函数的返回值会自动转换为这个类型之后再进行函数返回；而在Java中面对此情况时，需要加入强制类型转换；

4）C中函数调用参数计算的顺序是未定义的，而Java是从左到右有顺序的；

5）C中如果变量或函数是在别的文件中定义的，必须使用extern来声明该变量或函数。在单个文件编译的时候它们是不可见的，而在链接阶段才可见。Java的编译器没有这种链接阶段，所有需要的文件在编译时必须可见；

6）C和Java程序都从main函数开始执行。C的main函数一般需要有argc，argv两个参数，argc存放命令行参数个数，argv存放实际的命令行参数；Java中main必须用stringargs[]作为方法的参数，它是用来接收运行系统启动Java应用程序时所用的命令行中的参数；

7）C和Java中都可调用exit函数来终结程序；C中可利用abort函数来退出非正常终止的程序，Java中没有相对应的策略。

5 数组

1）数组是同一类型的数据元素的有序序列。Java程序在编译和运行时严格地检查所有数组的边界，提高了程序的安全性；在C中并没有提供边界检查功能，如此可以提高程序的运行速度；

2）在C中，数组一般是在定义时就指定其大小，由编译器分配数组所需的一块连续的内存空间，而且数组中的元素是按顺序存储的；在Java中，数组定义时不被允许指定数组的大小，同时也不会为其分配内存空间，需要用new运算符显示创建，或者通过初始化方法隐式创建，数组所占用的空间由Java的垃圾收集器自动地回收；

3）C中如果部分初始化数组，未初始化的元素则被设置为0。Java并不直接支持多维数组，但可以创建数组的数组，用这种方法可以实现多维数组；

4）值得注意的是，在C中数组实际得到的是它的指针，而在Java中得到的是引用，不是指针。在Java中程序只能通过下标运算符来访问数组元素，不能像C中的指针那样通过整数加减运算来访问元素；

5）C允许数组的索引类型可以为long型，而Java的要求是int型。

6 预处理器及头文件的比较

Java没有预处理器，也没有头文件；C的预处理器只是接收一些文本并将其转换成为其它文本，编译器对经过预处理的源程序进行编译，在C中通常用头文件来声明原型以及全局变量、库函数等。

7 结论

对于熟悉C的程序设计人员来说应当很容易掌握Java语言，因为这两种语言具有相似的语言结构风格。与C比较而言，Java是更加简单的面向对象程序设计语言，并且具有更高的健壮性与安全性；但目前Java开发环境的成熟程度还无法与本地C开发环境相比，Java语言的解释代码运行速度相对较慢。每一种语言都具有各自独特的优点，程序员应综合考虑，针对不同的环境，运用不同的语言，以实现不同的目标。

作者简介：

袁仕旭（1986-），男，本科，就读于哈尔滨师范大学计算机科学与信息工程学院计算机科学与技术系，研究方向：计算机技术。

（上接第169页）

3 FIR数字带通滤波器的DSP实现

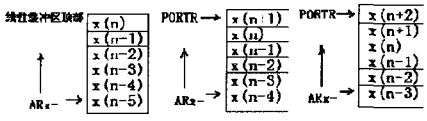

图2 N=6的线性缓冲区存储器图

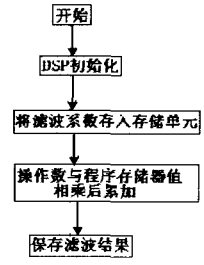

图3 程序流程图

实现的核心器件采用TI公司生产的DSP芯片TMS320C5402。该芯片采用先进的修正哈弗结构，片内共有8条总线（1条程序存储总，线，3条数据存储总线和4条地址总线），CPU,在片存储器，在片外围电路等硬件和高度专业化的指令系统。[3]从上文MATLAB的仿真过程可得到滤波器的级数和滤波器参数。对于N级FIR滤波器，在数据存储器中开辟一个称之为滑窗的N个单元的缓冲区，存放最新的N个输入样本 。从最老的样本开始，每读一个样本后，将此样本向下移位。读完最后一个样本后，输入最新样本至缓冲区的顶部（见图2）。FIR滤波器的主程序（程序流程图见图3），其中包括3个子程序Variableinc，Bfunction.asm，Filter_coeff inc。Variable inc程序的主要作用是：将TMS320个寄存器定义为全局符号，这样就可以直接引用寄存器（符号）。Bf unction.asm程序的主要作用是：初始化FEC和初始化C54。Filter_coeff.inc程序提供滤波器的系数，其系数用Q15格式表示。[4]

4 结论

实践证明，用MATLAB软件可方便地设计出FIR数字滤波器，并且修改系数方便，用DSP实现FIR数字滤波器具有很强的适应性和可移植性，是解决数字滤波器从设计到实现的有效办法，具有一定的实际应用价值。

参考文献：

[1]徐磊、王紫婷，TMS320C5402DSP实现语音去噪的研究，自动化与仪器仪表，2006.

[2]陈亚勇，MATLAB信号处理详解，北京：人民邮电出版社，2001.

[3]刘纪红、孙宇、李景华，数字信号处理实验教程，沈阳：东北大学出版社，2004.

[4]杜永兴、秦岭、席小莉，不同阶数的FIR数字滤波器的DSP实现，现代电子技术，2005.

作者简介：

肖蓉（1978-），女，江西省吉安市人，南昌大学信息工程学院在读研究生，井冈山大学电子信息工程学院讲师，研究方向：通信工程。