**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 医学数字信号处理**

**实验项目名称： FIR滤波器设计**

**学院： 医学院**

**专业： 生物医学工程**

**指导教师： 刁现芬**

**报告人： 陈焕鑫 学号： 2016222042 班级： 生工2班**

**实验时间： 2018年 12月6日**

**实验报告提交时间： 2018年 12月9日**

**教务部制**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **实验目的与要求：**  学会在MATLAB环境下设计线性相位FIR数字滤波器，并会分析窗函数设计法中各种窗函数对滤波器的影响。  要求： 有代码，有运行结果，对实验结果进行分析。 | | |
| **实验内容：**  1、验证第七章的例子7.8,以线性相位低通滤波器设计为例，总结窗函数法设计FIR滤波器的步骤。  2、用matlab工具包中的filterDesigner工具设计例题7.8要求的滤波器。要求绘制出所设计的FIR滤波器的脉冲响应、幅度响应（dB）、相位响应、给出所设计的滤波器通带波纹、阻带最小衰减。 | | |
| **实验代码及运行结果：**  程序代码如下所示：  1、  clc**;** clear**;** close all**;**  wp **=** 0.2**\***pi**;**  ws **=** 0.3**\***pi**;**  tr\_width **=** ws **-** wp**;**  M **=** ceil**(**6.6**\***pi**/**tr\_width**)+**1**;**  n **=** **[**0**:**1**:**M**-**1**];**  wc **=** **(**ws**+**wp**)/**2**;**  hd **=** ideal\_lp**(**wc**,** M**);**  w\_ham **=** **(**hamming**(**M**))';**  h **=** hd **.\*** w\_ham**;**  **[**db**,** mag**,** pha**,** grd**,** w**]** **=** freqz\_m**(**h**,** **[**1**]);**  delta\_w **=** 2**\***pi**/**1000**;**  Rp **=** **-(**min**(**db**(**ws**/**delta\_w**+**1**:**1**:**501**)));**  As **=** **-**round**(**max**(**db**(**ws**/**delta\_w**+**1**:**1**:**501**)));**  subplot**(**2**,**2**,**1**);**  stem**(**n**,**hd**);**  title**(**'Ideal Impulse Response'**);**  axis**([**0 M**-**1 **-**0.1 0.3**]);**  xlabel**(**'n'**);**  ylabel**(**'hd(n)'**);**  subplot**(**2**,**2**,**2**);**  stem**(**n**,**w\_ham**);**  title**(**'hamming'**);**  axis**([**0 M**-**1 0 1.1**]);**  xlabel**(**'n'**);**  ylabel**(**'w(n)'**);**  subplot**(**2**,**2**,**3**);**  stem**(**n**,**h**);**  title**(**'Actual Impulse Response'**);**  axis**([**0 M**-**1 **-**0.1 0.3**]);**  xlabel**(**'n'**);**  ylabel**(**'h(n)'**);**  subplot**(**2**,**2**,**4**);**  plot**(**w**/**pi**,**db**);**  title**(**'Magnitude Response in dB'**);**  grid on**;**  axis**([**0 1 **-**100 10**]);**  xlabel**(**'frequency in pi units'**);**  ylabel**(**'Decibels'**);**  程序运行结果如图1-1所示    图1-1  2、  首先，在命令行窗口中输入”filterDesigner”，回车，调出滤波器设计工具界面，在工具界面中在”Units”选项栏选择”Normalized(0 to 1)”，在”wpass”一栏输入0.2，表示通带边缘为0.2π，”wstop”一栏输入0.3，表示阻带边缘为0.3π。”Apass”一栏输入0.25，表示通带波纹为0.25，”Astop”一栏输入50，表示阻带波纹为50。如图1-2所示。完成以上步骤之后，点击”Design Filter”生成滤波器。生成之后会把滤波器的特性显示在上面的Filter Specification栏中。如图1-3和图1-4所示。    图1-2    图1-3    图1-4  将生成的滤波器导出到工作中，命名为“Num”，然后新建一个脚本文件，导入Num变量，对Num变量进行操作，绘制出滤波器的脉冲响应，幅度响应和相位响应，具体的程序代码如下所示：  clc**;** clear**;** close all**;**  load**(**'Num.mat'**);**  wp **=** 0.2**\***pi**;**  ws **=** 0.3**\***pi**;**  M **=** length**(**Num**);**  n **=** 1**:**M**;**  **[**db**,** mag**,** pha**,** grd**,** w**]** **=** freqz\_m**(**Num**,** **[**1**]);**  delta\_w **=** 2**\***pi**/**1000**;**  Rp **=** **-(**min**(**db**(**ws**/**delta\_w**+**1**:**1**:**501**)));**  As **=** **-**round**(**max**(**db**(**ws**/**delta\_w**+**1**:**1**:**501**)));**  figure**(**1**)**  stem**(**n**,**Num**);**  title**(**'Actual Impulse Response'**);**  axis**([**0 M**-**1 **-**0.1 0.3**]);**  xlabel**(**'n'**);**  ylabel**(**'h(n)'**);**  figure**(**2**);**  plot**(**w**/**pi**,**db**);**  title**(**'Magnitude Response(dB)'**);**  grid on**;**  axis**([**0 1 **-**80 0**]);**  xlabel**(**'Normalized Frequency( $${\times}{\pi}$$ rad/sample)'**,**'Interpreter'**,**'latex'**);**  ylabel**(**'Magnitude(dB)'**);**  figure**(**3**);**  plot**(**w**/**pi**,**pha**);**  title**(**'Phase Response(dB)'**);**  grid on**;**  xlabel**(**'Normalized Frequency( $${\times}{\pi}$$ rad/sample)'**,**'Interpreter'**,**'latex'**);**  ylabel**(**'Phase(radians)'**);**  程序运行结果得到如下图所示的结果    图1-5 脉冲响应    图1-6 幅度响应    图1-7 相位响应    图1-8滤波器通带波纹、阻带最小衰减的值 |

|  |
| --- |
| **实验结论及其分析：**  1、窗函数法设计FIR滤波器的步骤：  （1）根据阻带衰减要求选择一个适合的窗函数。（比如Hamming或者Blackman窗函数）  （2）利用公式算出窗函数的长度  （3）计算出窗函数的截止频率  （4）利用两者构建出理想单位抽样响应  （5）利用窗函数长度构建窗函数  （6）将4,5相乘，得到实际脉冲响应  （7）计算出幅度响应，绝对幅度，相位响应，群延时  （8）算出实际带通波纹。看是否符合要求  （9）算出最小阻带衰减。看是否符合要求  2、由结果可以看出，  滤波器通带波纹的值为Rp=0.1662；  阻带最小衰减的值为As=56。 |
| 指导教师批阅意见：  成绩评定：  指导教师签字：  年 月 日 |
| 备注： |

注：1、报告内的项目或内容设置，可根据实际情况加以调整和补充。

2、教师批改学生实验报告时间应在学生提交实验报告时间后10日内。