

# 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

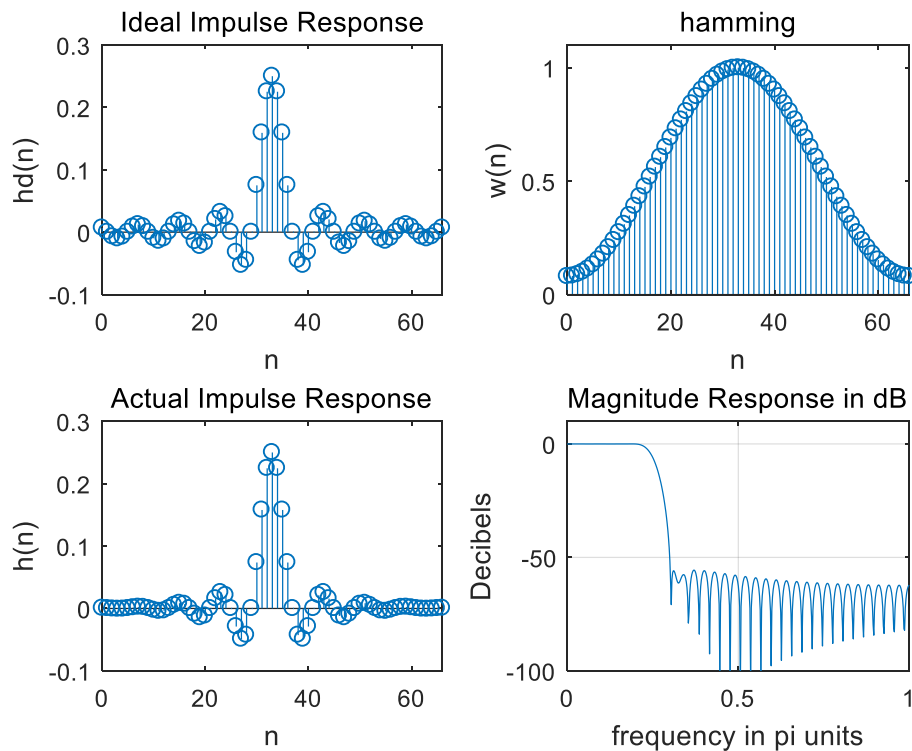


图 1-1

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  $0.2\pi$ ，“wstop”一栏输入 0.3，表示阻带边缘为  $0.3\pi$ 。“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。

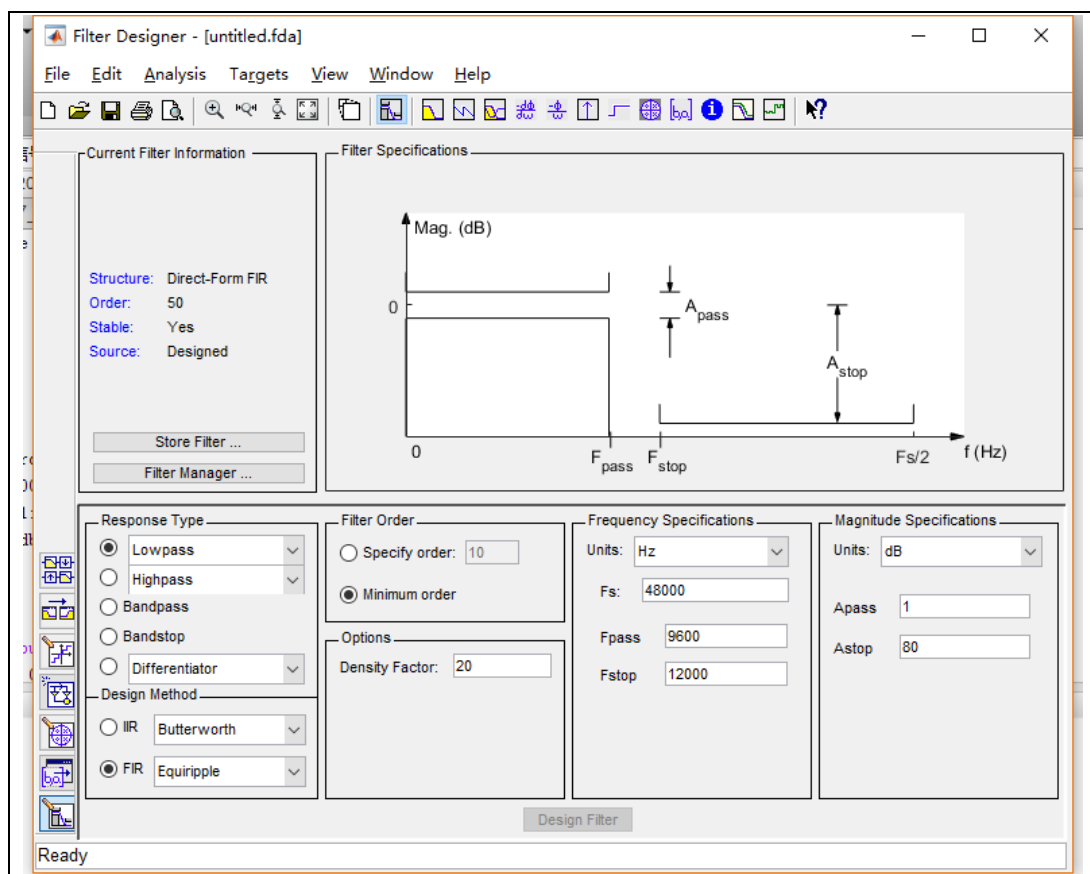


图 1-2

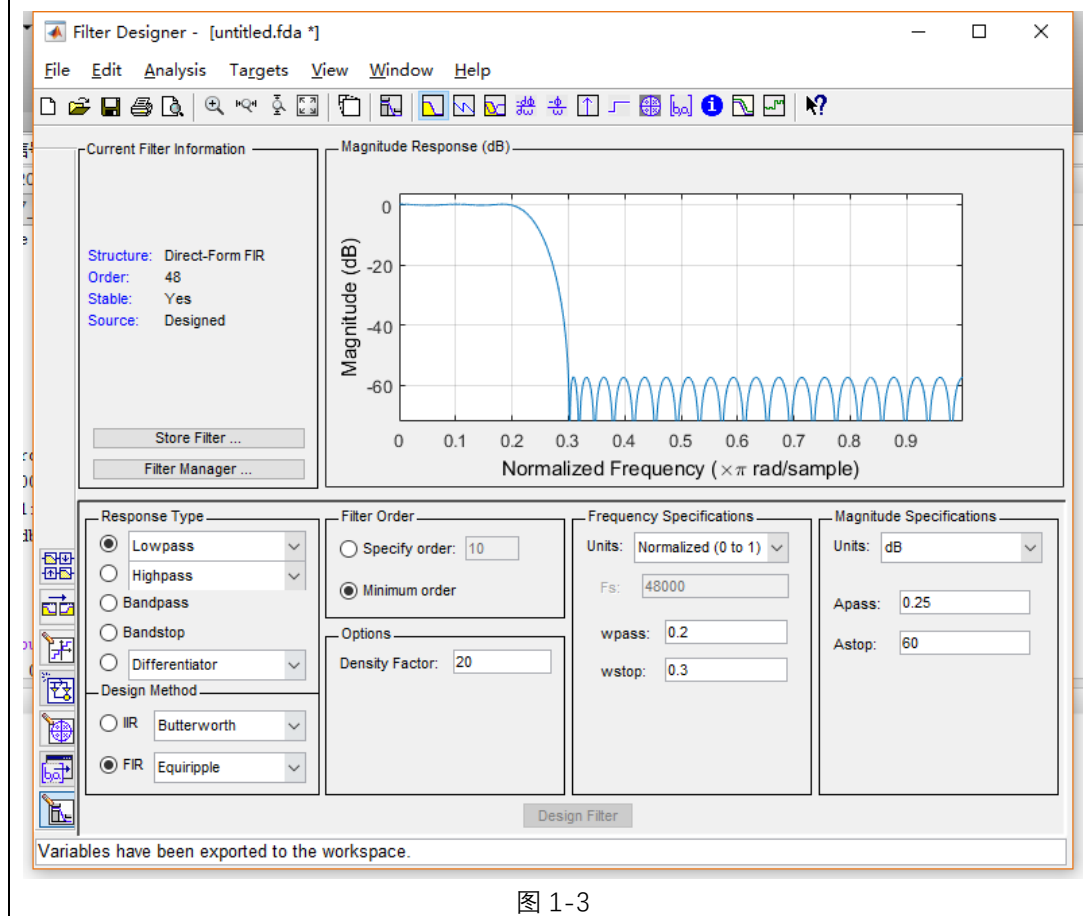


图 1-3

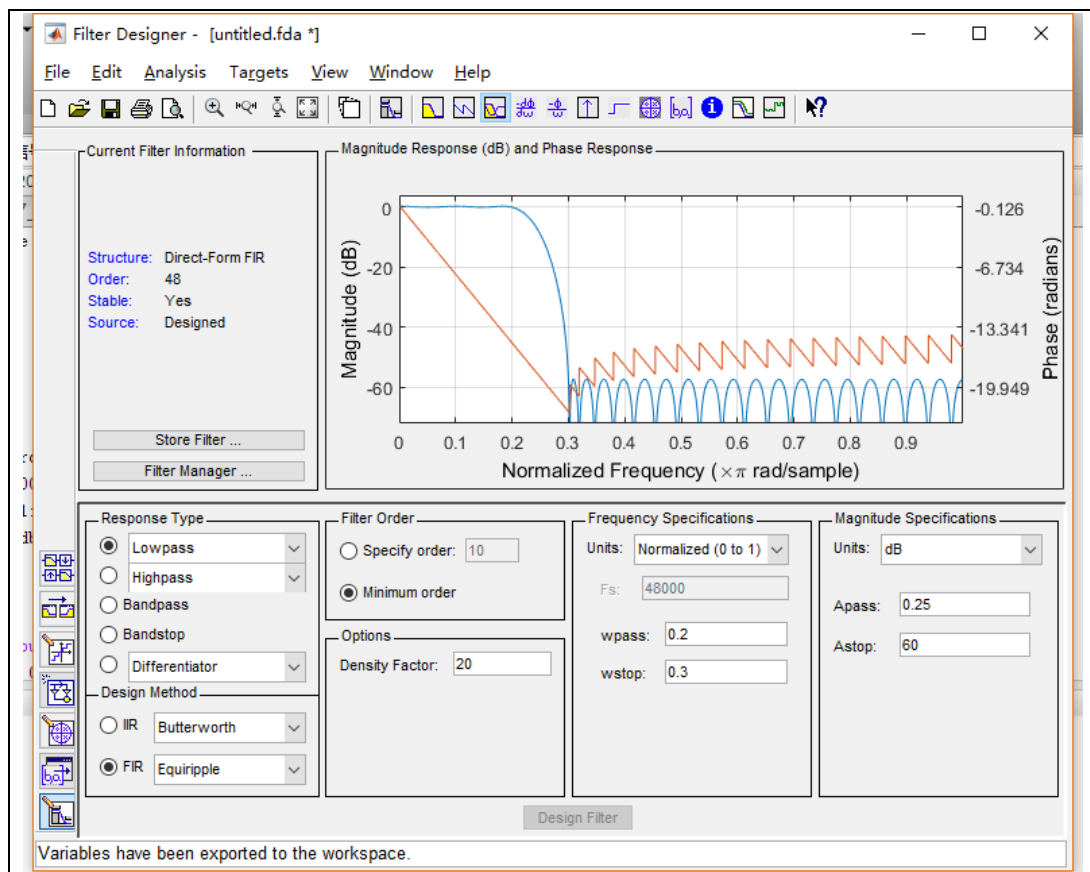


图 1-4

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(  $\pi$  rad/sample)','Interpreter','latex');
ylabel('Magnitude(dB)');

figure(3);
plot(w/pi,pha);
title('Phase Response(dB)');
grid on;
xlabel('Normalized
Frequency(  $\pi$  rad/sample)','Interpreter','latex');
ylabel('Phase(radians)');

```

程序运行结果得到如下图所示的结果

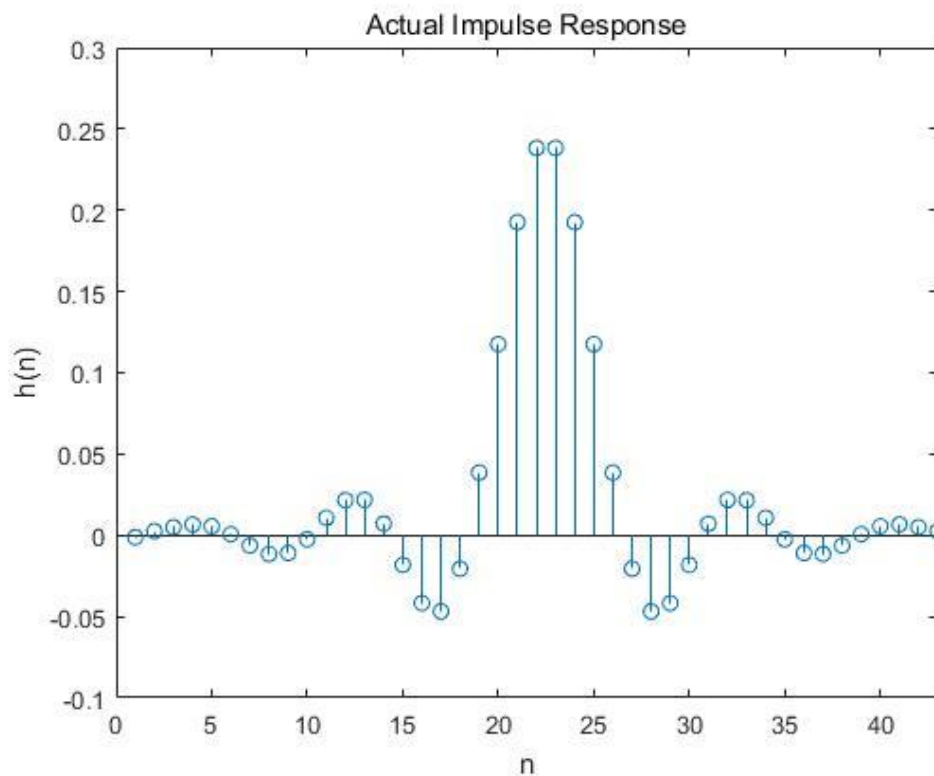


图 1-5 脉冲响应

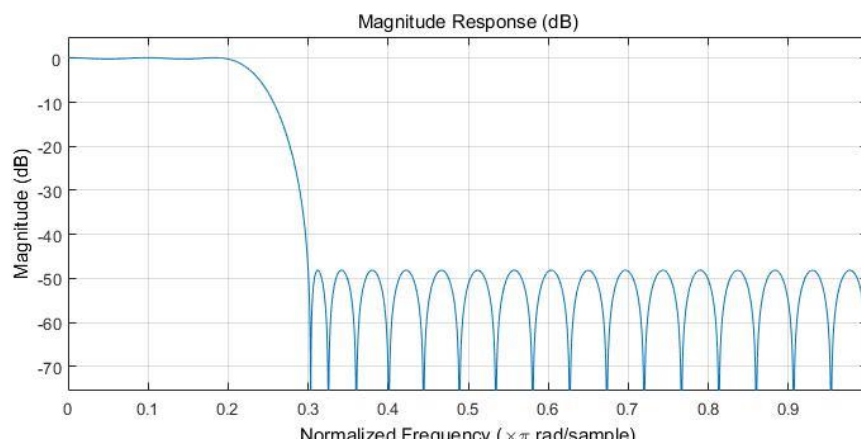


图 1-6 幅度响应

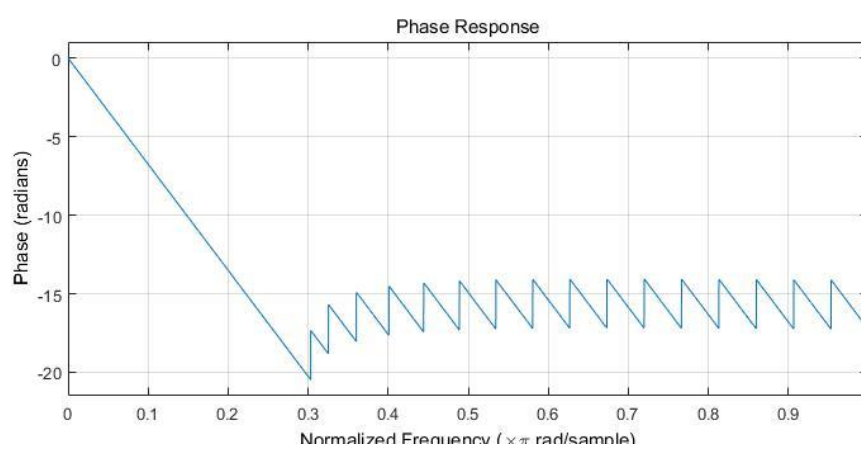


图 1-7 相位响应

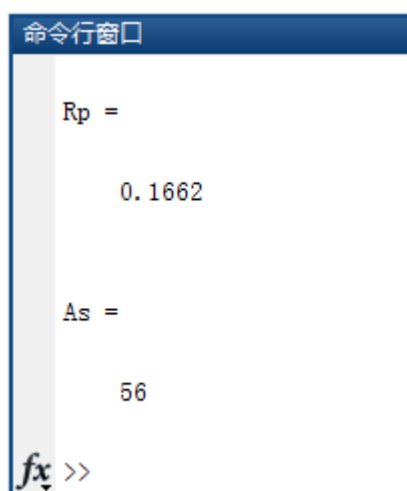


图 1-8 滤波器通带波纹、阻带最小衰减的值



### 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  $R_p=0.1662$ ；

阻带最小衰减的值为  $A_s=56$ 。

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	
<p>指导教师签字： 年 月 日</p>	
<p>备注：</p>	

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	
<p>指导教师签字： 年 月 日</p>	
<p>备注：</p>	

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	
<p>指导教师签字： 年 月 日</p>	
<p>备注：</p>	

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	
<p>指导教师签字： 年 月 日</p>	
<p>备注：</p>	

<p>指导教师批阅意见：</p>	
<p>成绩评定：</p>	
<p>指导教师签字： 年 月 日</p>	
<p>备注：</p>	

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。

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。