

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: IIR 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 20 号

实验报告提交时间: 2018 年 12 月 21 号

教务部制

实验目的与要求：

学会在 MATLAB 环境下设计 IIR 数字滤波器；
学会导出所设计的滤波器的参数；
学会绘制所设计滤波器的幅度响应、相位响应。

方法、步骤：

参考课堂上讲的 fdatool 工具的使用过程。

实验内容：

1. 设计一个满足下面要求的低通巴特沃兹滤波器：

通带截止频率：0.2 π ； 通带波纹：1dB

阻带截止频率：0.3 π ； 阻带波纹：50 dB.

通过观察幅度响应、相位响应，分析所设计的滤波器是否满足要求，
以及 IIR 滤波器是否可以设计成线性相位系统。

将设计好的滤波器参数导入 matlab 环境的 Workspace 中，应用
[b,a]=sos2tf(SOS,G);

将导出的参数 SOS 和 G 转换为滤波器的系数 b,a。

应用该滤波器对信号 $x(n) = \sin(0.1\pi n) + \sin(0.5\pi n)$ 进行滤波。

绘制出信号 $x(n)$ 的时域波形、频谱（以 π 为单位）；

绘制出滤波后信号的时域波形、频谱（以 π 为单位）。

实验代码及运行结果:

程序代码如下所示:

```
clc; clear; close all; %清理现场

load('G.mat'); %导入参数 G
load('SOS.mat'); %导入参数 SOS

[b, a] = sos2tf(SOS, G); %将参数 SOS 和 G 转换成滤波器系数 b, a

N = 200; %采样数
n = 0:1:N-1;
x = sin(0.1*pi*n)+sin(0.5*pi*n); %原信号
subplot(221);
plot(n, x); %绘制原信号的图像
xlabel('n');
ylabel('x')
title('$x(n)=\sin 0.1\{\pi\}n+\sin 0.5\{\pi\}n$', 'Interpreter', 'latex');

f = (0:N/2)/(N/2); %频率

X = fft(x); %对原信号作傅里叶变换
abs_X = abs(X); %取绝对值
subplot(222);
plot(f, abs_X(1:length(f))); %绘制
xlabel('f/Hz');
ylabel('X');
title('x 的频域图像');

y = filter(b, a, x); %对原信号滤波
subplot(223);
plot(n, y) %绘制滤波后的信号
axis([0, N, -1, 1]); %调整坐标轴
xlabel('n');
ylabel('y');
title('滤波后的信号');

Y = fft(y); %对滤波后的信号作傅里叶变换
abs_Y = abs(Y); %取绝对值
subplot(224);
plot(f, abs_Y(1:length(f))); %绘制图像
xlabel('f/Hz');
ylabel('Y');
title('y 的频域图像');
```

根据题目的要求，在 MATLAB 命令行中输入“fdatool”命令，调用滤波器设计界面，在界面中的 Design 栏目中选择“IIR”-“Butterworth”滤波器，在 Frequency 栏目中的 Units 选择“Normalized(0 to 1)”，在“wpass”输入 0.2，“wstop”输入 0.3，“Apass”输入 1，“Astop”输入 50，点击 Design Filter 就可以生成我们所要的滤波器了。操作过程如图 1 所示。

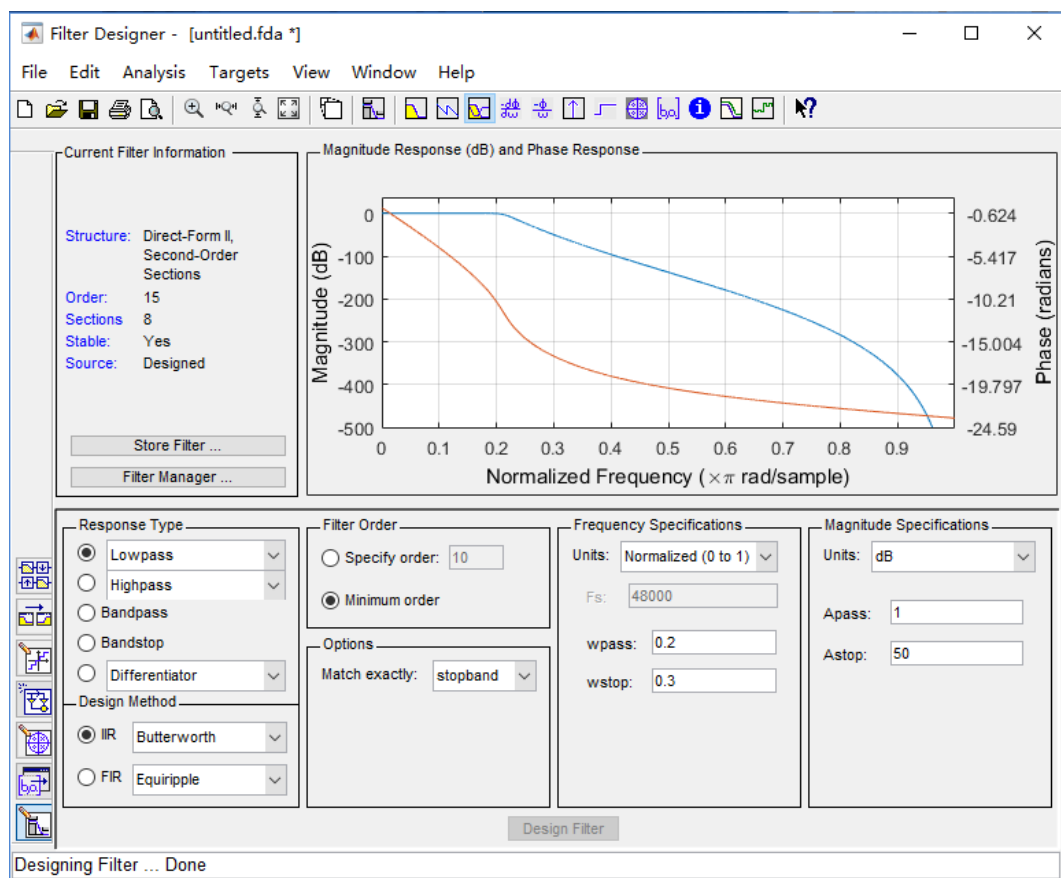


图 1

所生成的滤波器的幅度特征曲线如图 2 所示。

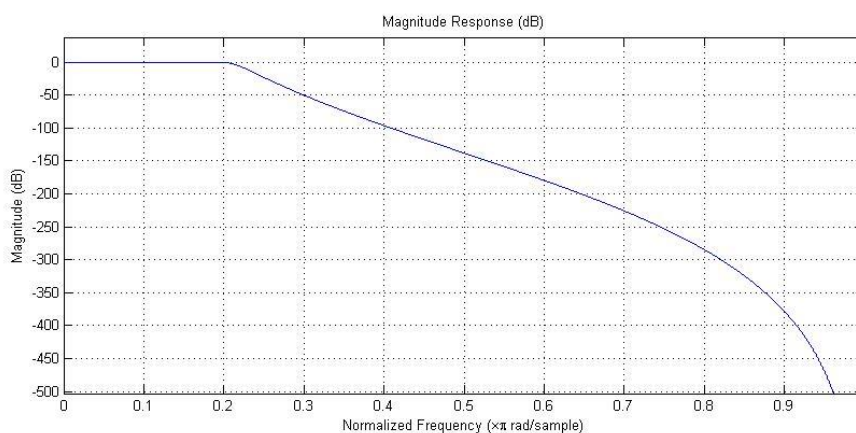


图 2

所生成的滤波器的相位特征曲线如图 3 所示。

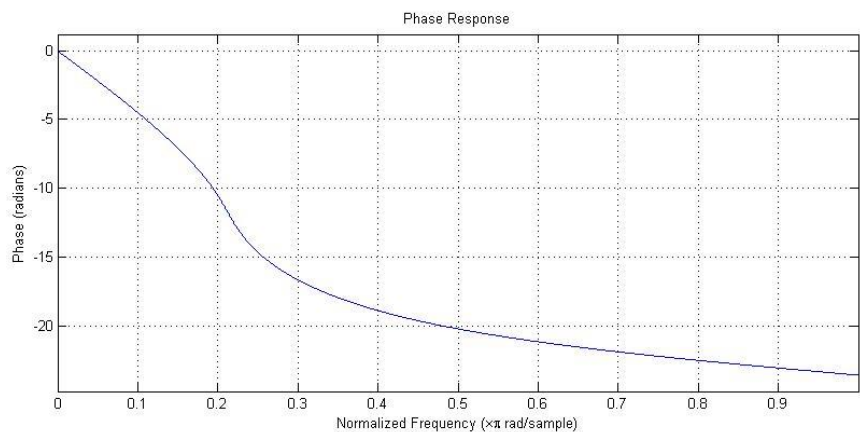


图 3

在幅度特征曲线中，在 0.3 处的幅度为-50.0247，小于题目要求的-50，如图 4 所示。

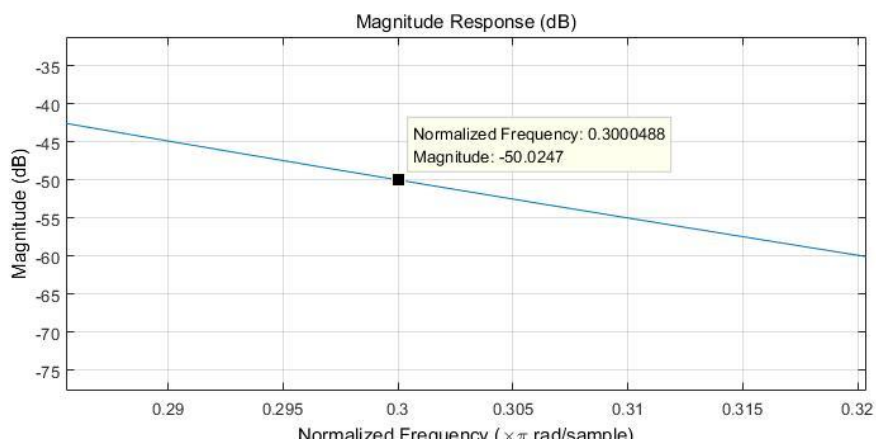


图 4

在幅度特征曲线中，在 0.2 处的幅度为-0.5657，大于题目要求的-1，如图 5 所示。

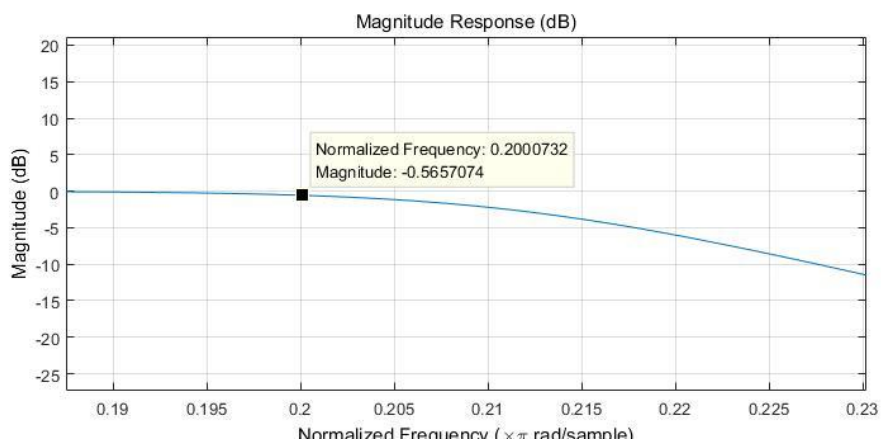


图 5

因此，所涉及的滤波器满足题目的要求。

IIR 滤波器无法设计成线性相位系统。

将所设计的滤波器导入到工作区中，图 6 位将原信号绘制出来的图像，对原信号进行傅里叶变换可以得到如图 7 所示的结果，对题目给出的信号 $x(n) =$

$\sin(0.1\pi n) + \sin(0.5\pi n)$ 进行滤波，图 8 为滤波之后的信号的图像，图 9 为滤波后信号的频域图像。

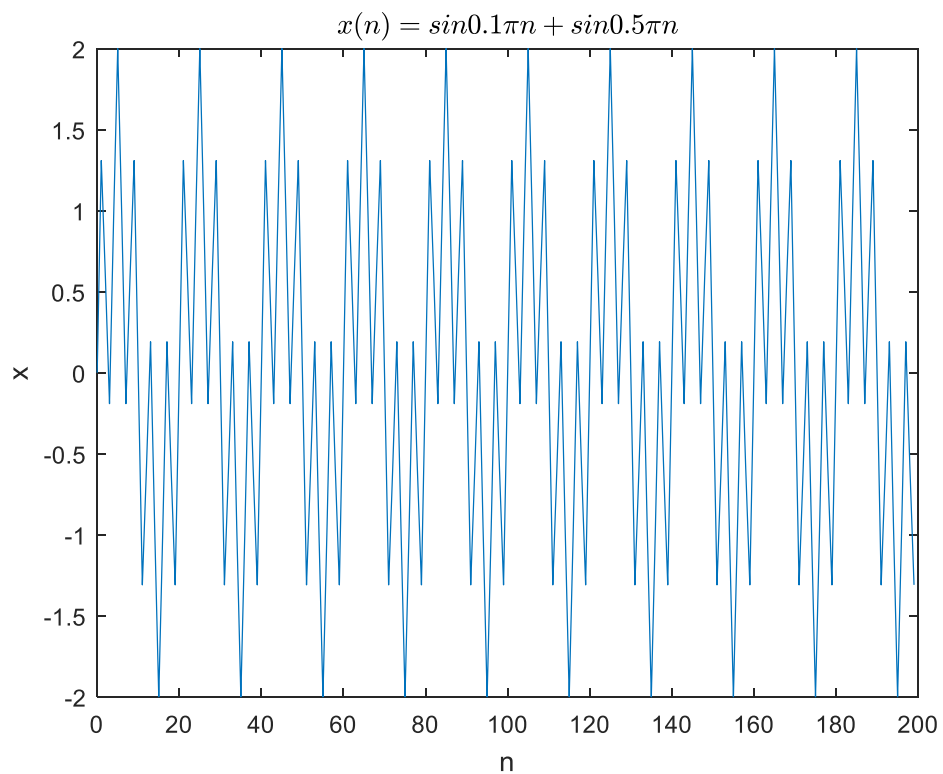


图 6 原信号的图像

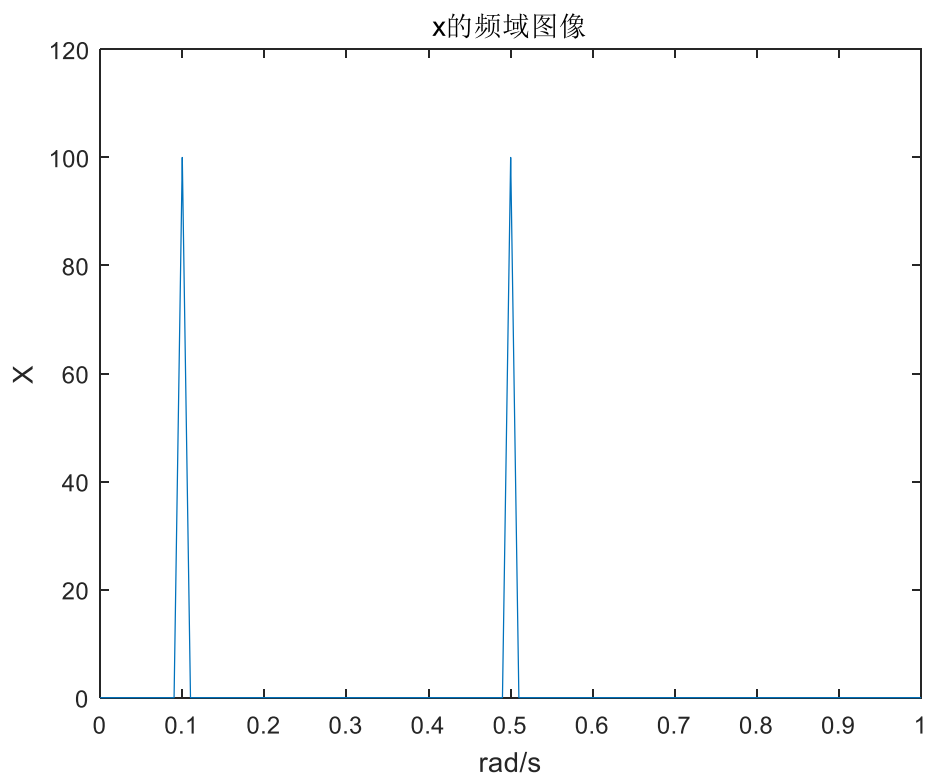


图 7 原信号的频域图像

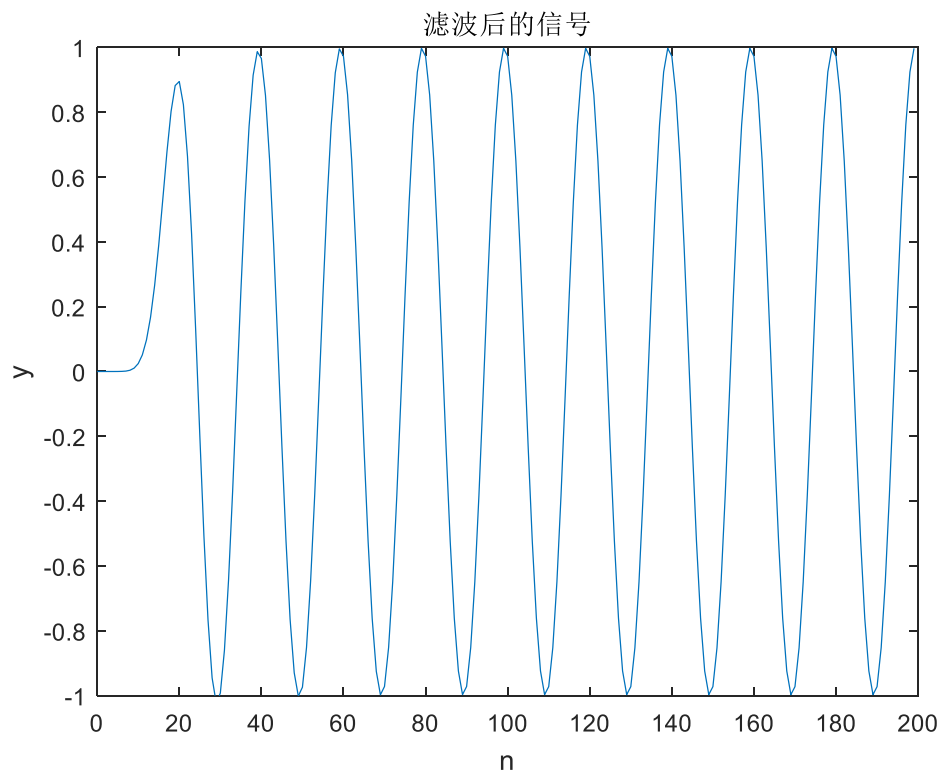


图 8 滤波后信号的图像

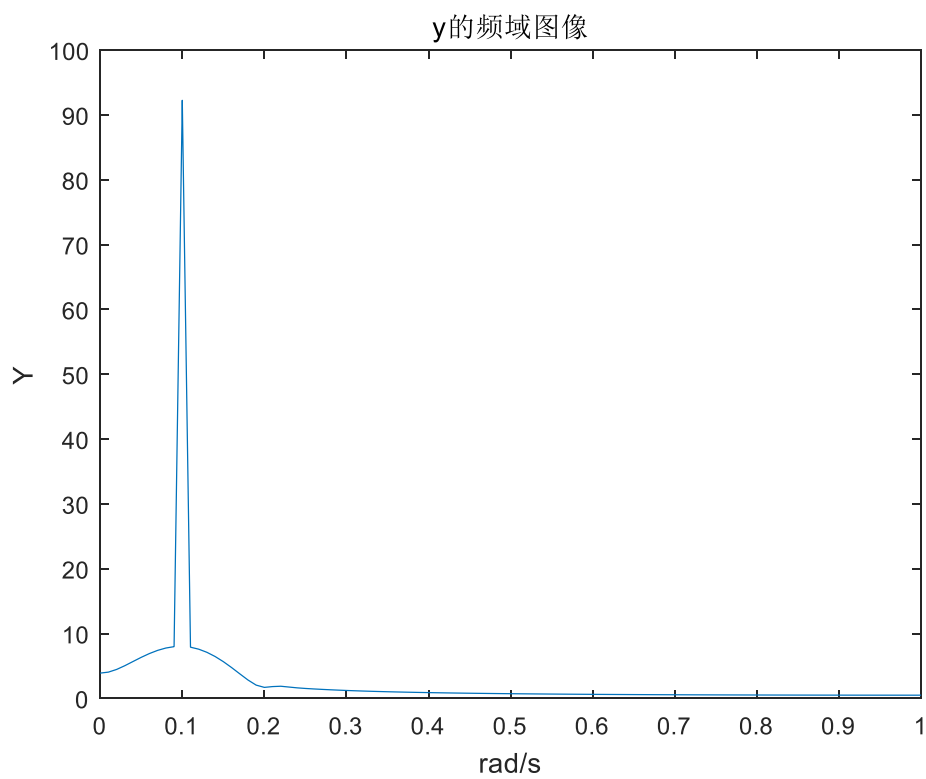


图 9 滤波后信号的频域图像

实验结论：

比较图 7 和图 9 可以看出，原始信号由 0.1rad/s 和 0.5rad/s 的信号混叠而成的，通过滤波器滤出了角频率大于 0.2rad/s 的信号之后，新的信号只剩下 0.1rad/s 这个角频率。由此，所设计的滤波器是正确的。

通过这一次实验的学习，我学会了在 MATLAB 环境下使用 Filter Designer 设计 IIR 数字滤波器；学会了导出所设计的滤波器的参数的方法；学会绘制所设计滤波器的幅度响应、相位响应。能够使用所设计的滤波器滤除信号中的干扰频率。

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。