

《数字信号处理》实验报告

姓 名： 陈艺文

学 号： U202013830

专业班级： 提高 2001 班

2022 年 11 月

一、实验项目

语音信号的数字滤波

二、实验目的

1. 掌握使用 FFT 进行信号谱分析的方法
2. 设计数字滤波器对指定的语音信号进行滤波处理

三、实验内容

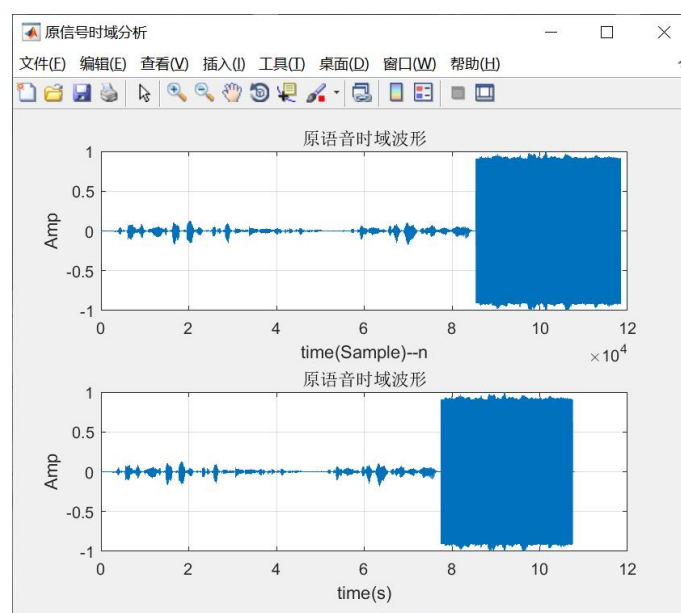
1. 使用 Matlab 的 fft 函数对语音信号进行频谱分析，找出干扰信号的频谱；
2. 设计数字滤波器滤除语音信号中的干扰分量，并进行播放对比。

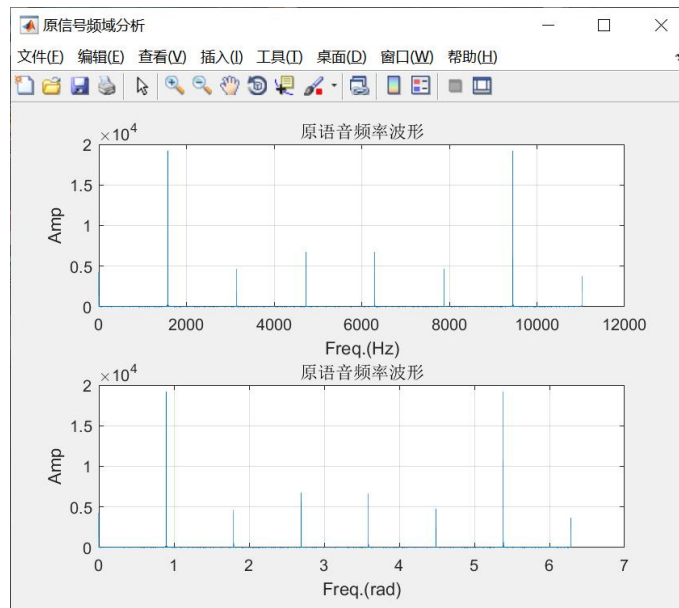
四、实验环境

1. Windows 10 操作系统
2. MATLAB 版本：MATLAB R2017a

五、实验结果分析

1. 原信号的时域和频域波形

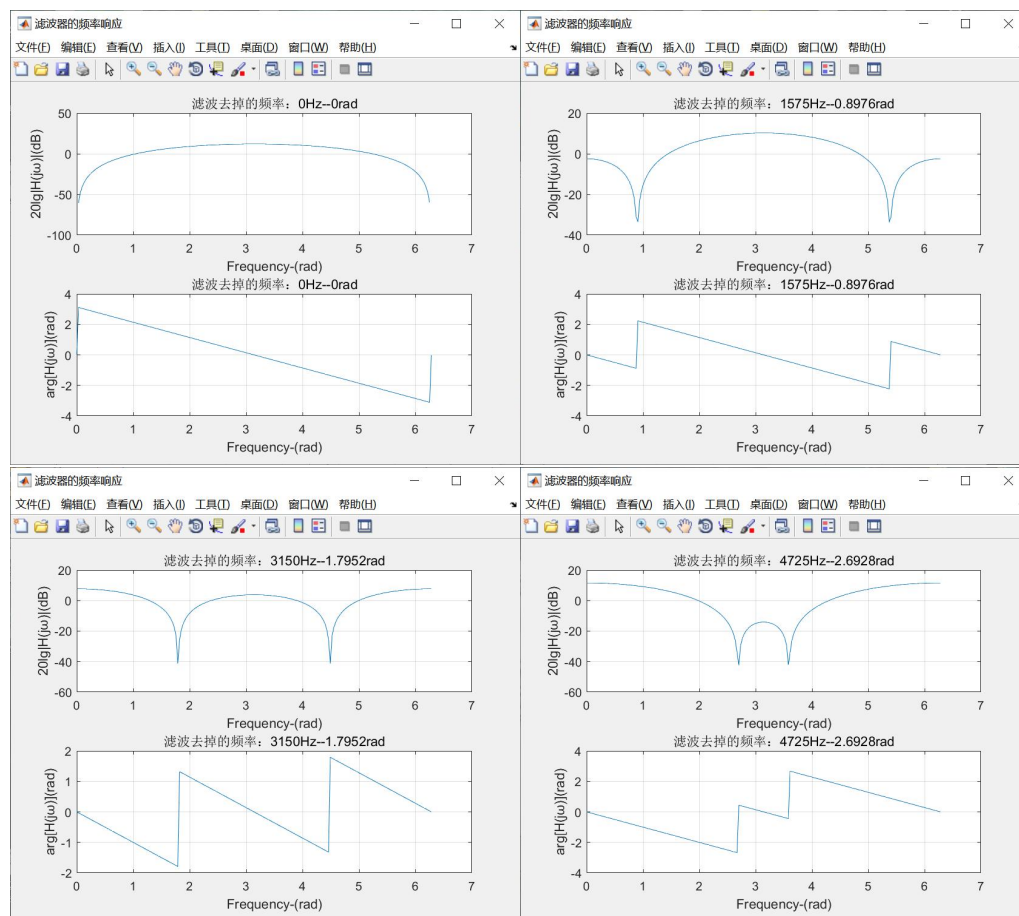




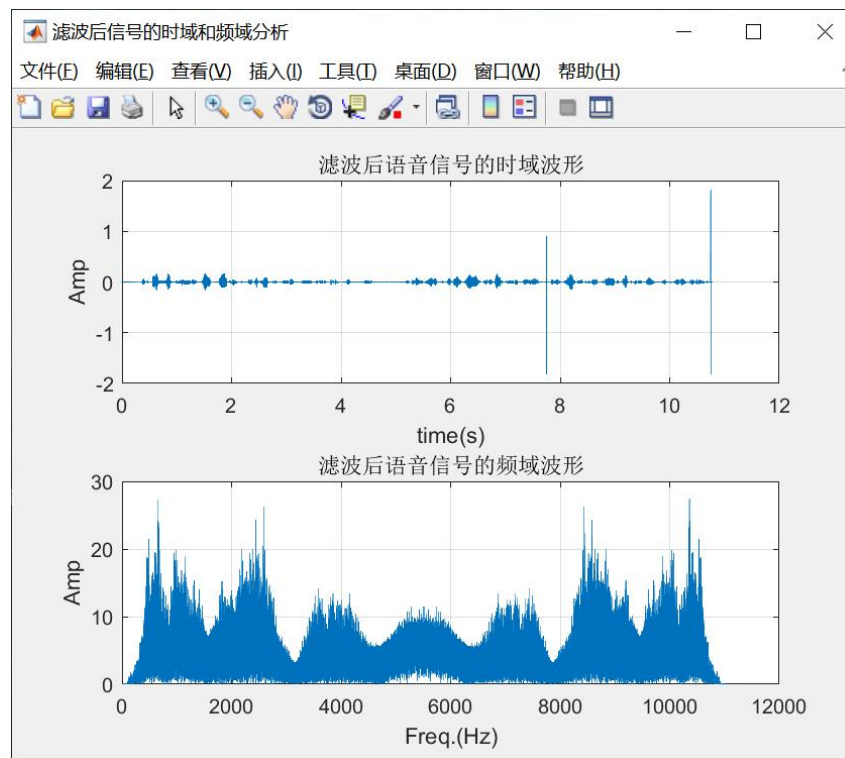
从图中可知，通过观察原信号的频域图，可得噪声频率为 0Hz、1575Hz、3150Hz、4725Hz，（图中可以看到有 8 束噪声，但是噪声的频率是关于 π 对称的，因此只需滤除上边四个频率即可）而且可以看到噪声频率幅度过大掩盖了有用信号的频谱。

所以现在通过设计加权三点平均器（FIR 滤波器）来依次滤除这四个噪声信号。

2. 4 个滤波器的频率响应（FIR_lowpass.m 函数文件）



3. 滤波后的信号的时域和频域波形



从上图可以看出，通过加权三点平均器依次滤除了 0Hz、1575Hz、3150Hz、4725Hz 处的噪声分量后，从频域图来看，噪声似乎已经没有了，但是从时域图来看，仍存在几处噪声无法通过滤波器滤除，可能是它们的频率不在上述四处噪声的频率集中处，无法滤除，生成此时的信号成音频文件“After_Filter.wav”，可以听到在那两处地方确实存在噪声，因此只能从时域出发，将这两处的信号强制归零（具体方法见源代码注释）。

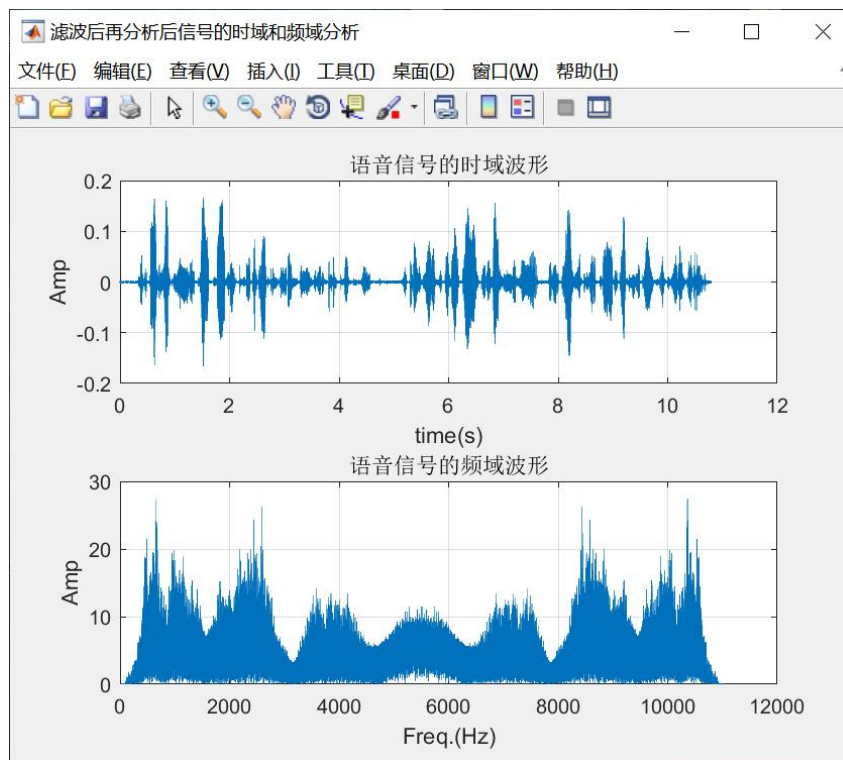
Tips：另外，在生成“After_Filter.wav”文件时，出现了下图情况：

```
>> main
警告：数据在写入文件期间被裁剪。
> In audiowrite>clipInputData (line 396)
   In audiowrite (line 176)
   In main (line 38)
>>
```

这是由于 audiowrite 函数在写入时候，里边的数据要求都是不大于 1 的数据，因此在经过那几处大于 1 的噪声的时候会发生这种被裁剪的情况，不会影响文件的流畅度

也正因如此，在将上述几处噪声进一步滤除后，再次使用 audiowrite，则不会出现此条警告。

4. 再次处理后的信号的时域和频域波形



从上图中可以知道，此时的波形在时域和频域处已无可观察到的噪声的存在，生成此时的信号成音频文件“Ultimate.wav”，通过试听可以听到，音频效果良好，内容完好清晰，也没有明显的可听到的噪声存在。

六、实验结论

这次实验首先是通过 `fft` 对原信号进行分析，得出原信号的频谱，再从频谱中找到噪声信号的频率，再通过设计滤波器滤除指定噪声频率，之后又从时域出发，通过观察和试听找到某些特殊位置的噪声，将其强制归零，最终得到了去除噪声效果良好的音频文件“Ultimate.wav”。

另外：也可以直接对原信号后边的信号进行分析处理（因为噪声主要集中在后半部分）若采用此方法，只需要将前边的原信号保存好，对后边部分信号进行处理分析，在生成文件的时候将两段信号合并即可。

```
2  
3 %xx = (xx(85000:end));%此为原信号后边噪声集中处  
4
```

可以利用该代码重新进行原信号的时域和频域的分析，但是我发现其实该效果和直接拿全部音频信号进行分析的结果差距不大，因此此方法可以作为另外一种分析的参考方法。