



中山大学计算机学院

信号与系统

本科生实验报告

课程名称: Artificial Intelligence

学号	22336259	姓名	谢宇桐
----	----------	----	-----

一、 实验题目

语音信号采样与传输

二、 实验内容

- 1、 录制一段自己的语音信号(大概数秒);
- 2、 采用合适的频率，对录制的信号进行采样，画出采样后语音信号的时域波形和频谱图;
- 3、 给原始语音信号加噪声，画出加噪声后的语音信号和频谱图;
- 4、 设计一个频域的理想带通信道;
- 5、 对加噪声后的语音信号进行幅度调制，画出调制后的语音信号和频谱图;
- 6、 利用理想带通信道对信号进行传输;
- 7、 对接收到的信号进行解调，画出解调后的语音信号和频谱图;
- 8、 设计性能良好的滤波器对信号进行滤波;
- 9、 对滤波后的语音信号进行回放，并与原始语音进行对比。

1. 关键代码展示（可选）

本次实验我们采用 matlab 进行。

```
1 [y,Fs]=audioread('recording.WAV');
2 N = length(y);
3 %计算音频时域绘图数据
4 t = (0:N-1)/Fs;
5 %计算频域绘图数据
6 Y = fft(y(:,1));
7 f = (0:N-1)*Fs/N;
8 subplot(221);plot(t,y(:,1));%时域波形
9 subplot(222);plot(f,abs(Y));%频域波形
10
11 % 给原始语音信号加噪声
12 % 假设噪声强度为原始信号幅度的5%
13 noiseLevel = 0.05;
14 noise = noiseLevel * randn(size(y));
15 noisy_y = y + noise;
16
17 % 计算加噪声后的语音信号的时域绘图数据
18 noisy_t = (0:N-1)/Fs;
19
20 % 计算加噪声后的语音信号的频域绘图数据
21 noisy_Y = fft(noisy_y(:,1));
22 noisy_f = (0:N-1)*Fs/N;
23
24 % 绘制加噪声后的语音信号的时域波形和频谱图
25 subplot(223); plot(noisy_t, noisy_y(:,1)); % 加噪声后的时域波形
26 subplot(224); plot(noisy_f, abs(noisy_Y)); % 加噪声后的频域波形
27
```

首先要先将 recording.WAV 文件与该脚本文件放在一起。

```
29 % 定义带通频率范围
30 Fc_low = 150; % 低截止频率 (Hz)
31 Fc_high = 300; % 高截止频率 (Hz)
32
33 % 创建归一化频率向量
34 norm_freq = (0:N-1)/N;
35
36 % 根据归一化频率设置带通信道增益
37 channelGain = zeros(N, 1);
38 channelGain(Fc_low/(Fs/2) <= norm_freq & norm_freq <= Fc_high/(Fs/2)) = 1;
39
40 % 应用理想带通信道进行幅度调制
41 modulated_Y = noisy_Y .* channelGain;
42
43 % 计算调制后的信号的逆FFT以获取时域信号
44 modulated_y = ifft(modulated_Y);
45
46 % 绘制调制后的语音信号的时域波形
47 subplot(231); plot(noisy_t, real(modulated_y)); % 调制后的时域波形
48 title('调制后的时域波形');
49 % 绘制调制后的频谱图
50 subplot(232); plot(f(1:N/2+1), abs(modulated_Y(1:N/2+1))); % 调制后的频域波形
51 title('调制后的频域波形');
```



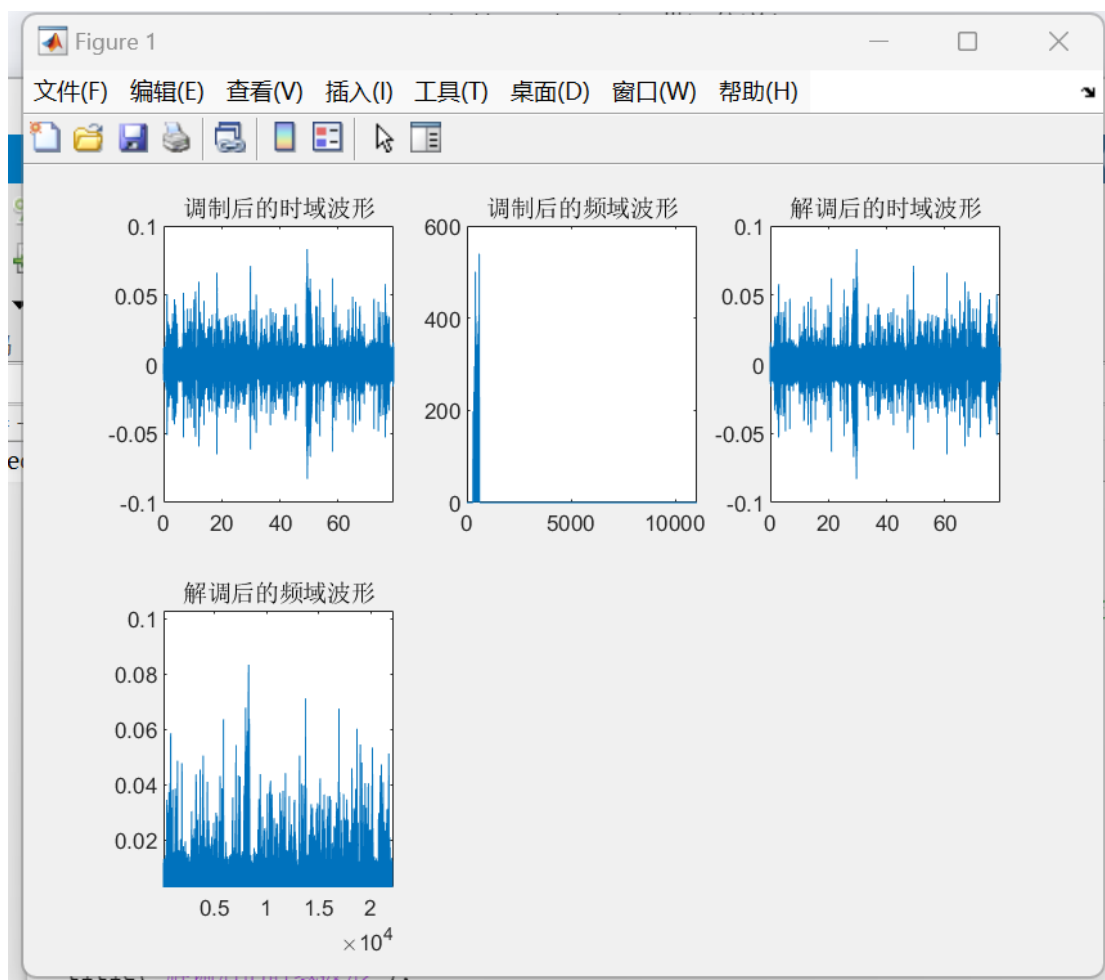
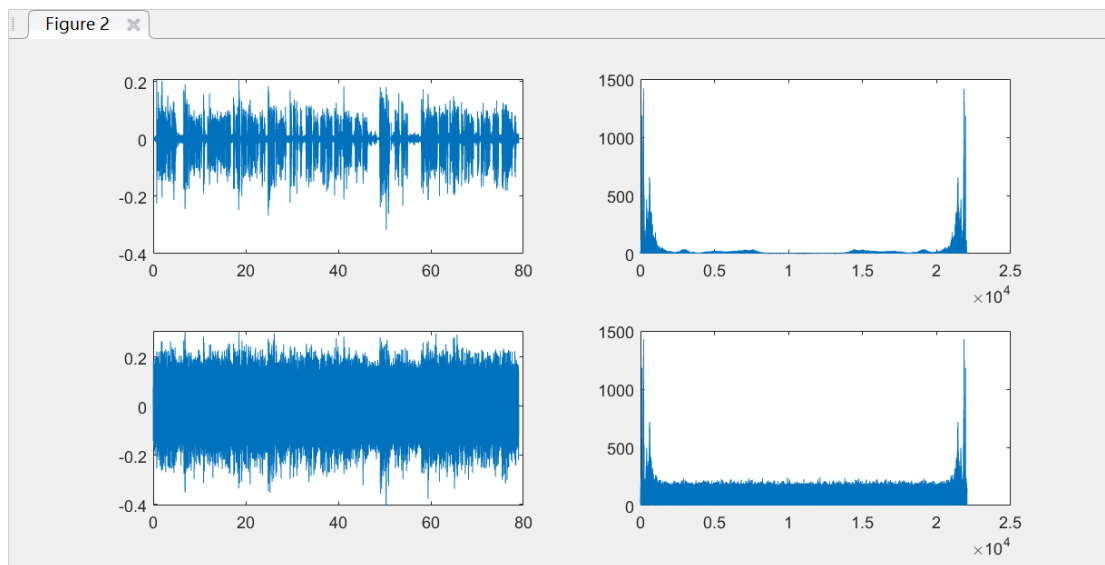
```
53 % 假设接收端没有额外噪声
54 received_Y = modulated_Y;
55
56 % 对接收信号进行解调（解调就是IFFT）
57 demodulated_Y = ifft(received_Y); % 直接对接收信号进行IFFT
58
59 % 由于IFFT的结果通常是复数，我们需要取实部进行滤波
60 demodulated_y = real(demodulated_Y);
61
62 % 绘制解调后的语音信号的时域波形
63 subplot(233); plot(noisy_t, real(demodulated_Y)); % 解调后的时域波形
64 title('解调后的时域波形');
65
66 % 绘制解调后的频谱图
67 subplot(234); plot(noisy_f, abs(demodulated_Y)); % 解调后的频域波形
68 title('解调后的频域波形');
69
```

```
69
70 % 设计低通滤波器参数
71 filterOrder = 50; % 滤波器的阶数，可以根据需要调整
72 cutoffFrequency = 200; % 截止频率，可以根据带通滤波器的带宽调整
73
74 % 使用fir1函数设计FIR低通滤波器
75 filterCoeffs = fir1(filterOrder, cutoffFrequency / (Fs / 2), 'low');
76
77 % 应用低通滤波器
78 % 由于filter函数期望的输入是行向量，因此需要调整维度
79 filtered_y = filtfilt(filterCoeffs, 1, demodulated_y);
80
81 % 播放滤波后的语音信号
82 disp('正在播放滤波后的语音信号，请听...');
83 sound(filtered_y, Fs);
84
85 % 暂停一秒以确保播放完成
86 pause(length(filtered_y) / Fs + 1);
87
88 % 重新播放原始语音信号进行对比
89 disp('现在播放原始语音信号...');
90 sound(y, Fs);
91
```

三、实验结果及思考

1. 实验结果展示示例（可图可表可文字，尽量可视化）

原声音和加了白噪音的声音



2. 实验思考

(1) 可以采用以下几种多路复用技术:



时分多址、频分多址、码分多址、正交频分多址（OFDMA）、多输入多输出等。

并按照以下步骤设计系统：

- 1.采样和数字化
- 2.信号处理
- 3.多路复用
- 4.传输
- 5.信道模拟
- 6.多路分解
- 7.解调和滤波
- 8.回放和对比

（2）多径会导致信号的衰落和相移、会影响到信号传输的质量、限制传输带宽或传输速率

四、 参考资料

[【Matlab】语音信号分析与处理实验报告](#)

[Matlab 用巴特沃斯带通滤波器产生窄带高斯噪声并进行时域频域分析](#)