

语音信号谱分析

实验目的：加深理解信号的时域特性和频域特性。

语音信号属于短时平稳信号,一般认为在10~30ms内语音信号特性基本是不变的,或者变化很缓慢。语言发音中诸如清辅音[s][k],其时域波形往往类似于白噪声,振幅很小,没有明显的周期性;而诸如[a:][ou][e]等元音波形则具有明显的周期性,且振幅较大。根据声带振动频率,语音信号的基音频率范围约为60~450Hz。男性基音频率偏低,小孩和青年女性的基音频率偏高。语音信号分析中截取帧长一般取10~30ms,实验中根据采集信号周期,约选取3~5个周期长度。由于序列频谱分析直接截断造成的频谱泄露较为严重,不利于频谱的观察,因此建议对截取的时域序列作加窗处理,可以选用hamming窗。

Matlab中提供命令窗下的录音方式audiorecorder,并可调用sound函数进行语音播放,调用audiowrite,audioread函数分别进行wav格式文件的保存和读取。下面对各函数做简单介绍。如果有疑问,请参考matlab help文档。

◆ audiorecorder

```
recorder = audiorecorder
```

采样率 8000Hz, 8bit, 单通道 audiorecorder object。

```
recorder = audiorecorder(Fs,nBits,nChannels)
```

采样率为Fs Hz, 采样nBits, n通道

```
recorder = audiorecorder(Fs,nBits,nChannels,ID)
```

参数说明:

- **Fs**: 采样率, 以 Hz 为单位。有效值依赖于专用音频硬件。大部分声卡支持的采样率为: **8000, 11025, 22050, 44100, 48000, and 96000 Hz**.默认值为: 8000
- **nBits**: Bits per sample. Valid values depend on the audio hardware installed: 8, 16, or 24. Default: 8
- **nChannels**: The number of channels: 1 (mono) or 2 (stereo).Default: 1

◆ sound 音频信号播放

sound(y) sends audio signal y to the speaker at the default sample rate of 8192 hertz.

sound(y,Fs) sends audio signal y to the speaker at sample rate Fs.

sound(y,Fs,nBits) uses nBits bits per sample for audio signal y.

◆ audiowrite 音频信号存储为文件

```
audiowrite(filename,y,Fs)
```

```
audiowrite(filename,y,Fs,Name,Value)
```

◆ audioread 读取音频信号

```
[y,Fs] = audioread(filename)
[y,Fs] = audioread(filename,samples)
[y,Fs] = audioread(___,dataType)
```

以上函数详细用法可以在 help 文档中查找。

示例代码：

1. 语音信号采集

语音采样，保存并截取合适的数据段对语音信号绘图。

```
%采集语音信号并保存
% Record your voice for 5 seconds.
recObj = audiorecorder;
disp('Start speaking.')
recordblocking(recObj, 5);
disp('End of Recording.');
```

;% Play back the recording.

```
play(recObj);% Store data in double-precision array.
myRecording = getaudiodata(recObj);%save the data as a wav file
audiowrite('dianke.wav',myRecording,Fs) % Plot the waveform.
plot(myRecording);
```

2. 语音信号的时域特性分析

通过波形文件绘图观察有效语音数据段；然后，截取出单个字的语音信号并保存；添加噪声，观察波形并利用 sound 函数播放，听取效果。下面给出参考程序：

```
[xn,Fs] = audioread('dianke.wav');%读取录制的语音信号
%Fs=8000;
Ts=1/Fs;
xn1=xn(6100:8500) ;%通过观察截取‘dian’语音信号段
N1=length(xn1);
noise=0.1*randn(1,N1);%注意控制叠加噪声后的信噪比。
xn1noise=xn(6100:8500)+noise';%添加高斯白噪声，实验中应按要求叠加低频噪声
audiowrite('dian.wav',xn1,Fs)%保存为文件，便于回放
audiowrite('diannoise.wav',xn1noise,Fs)
sound(xn1,Fs) %播放单个字，确定截取正确
pause(2) %暂停 2 秒
sound(xn1noise,Fs)%播放含噪声的信号
figure(1)
t1=0:N1-1;
subplot(311);stem(t1*Ts,xn1,'.')%绘图时间单位为 s，便于观察周期性
title('[dian]录音波形')
subplot(312);stem(t1*Ts,xn1noise,'.')%
```

```

title(['dian']添加白噪声的录音波形')
pause(2) %暂停 2 秒
xn2=xn(9200:12200);%通过观察，截取‘ke’字语音信号部分
audiowrite('ke.wav',xn1,Fs)
sound(xn2,Fs)
N2=length(xn2);
t2=0:N2-1;
subplot(313)
stem(t2*Ts,xn2,'.')%
title(['ke'])

```

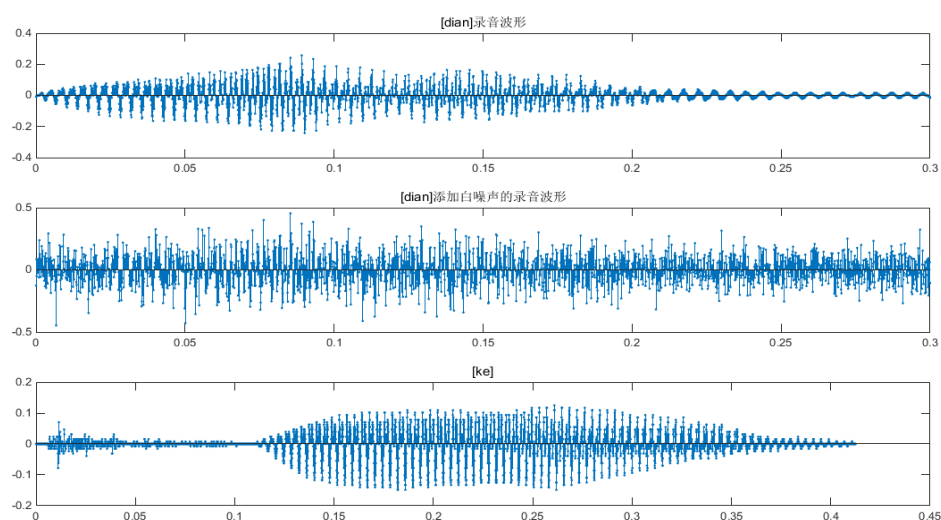


图 1

% **【dian】** 波形文件分解

```

[xn1,Fs] = audioread('dian.wav');
figure(2)
subplot(311);stem(1:200,xn1(1:200),'.');
subplot(312)
stem(201:400,xn1(201:400),'.');
subplot(313)
stem(401:600,xn1(401:600),'.');

```

【ke】 波形文件分解

```

[xn2,Fs] = audioread('ke.wav');
figure(3)
subplot(311);stem(1:400,xn2(1:400),'.');
subplot(312)
stem(401:800,xn2(401:800),'.');
subplot(313)
stem(801:1200,xn2(801:1200),'.');

```

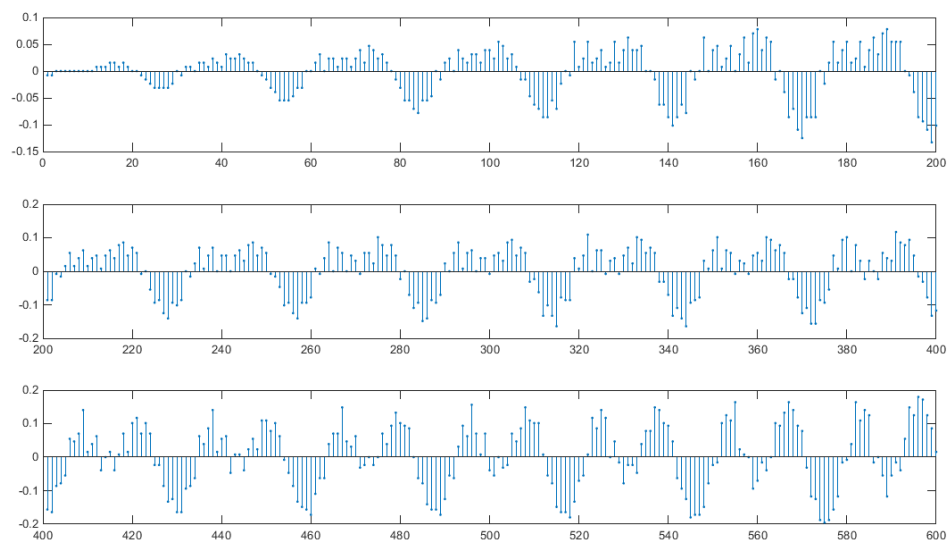


图 2 【dian】波形文件分段绘图---前 600 点

通过观察可以看出，信号具有短时周期性，周期近似为 3.6ms，对应于基音周期。

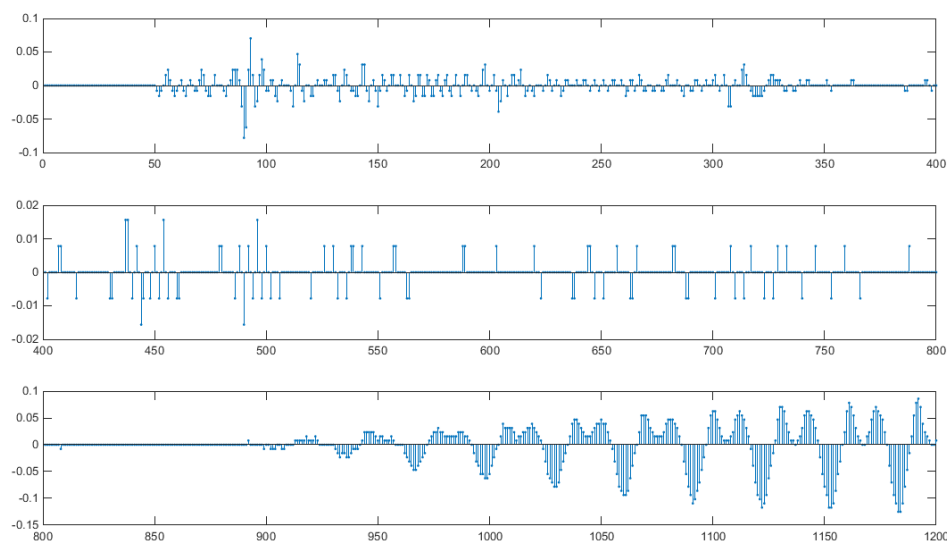
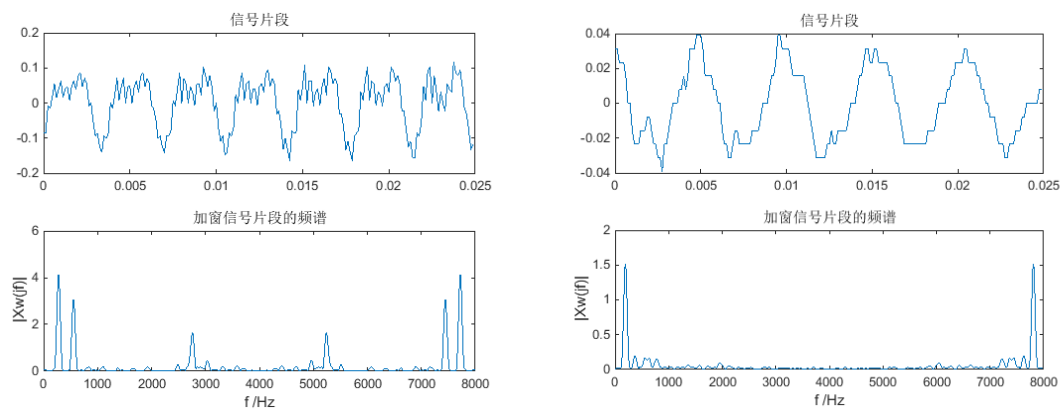


图 3 【ke】波形文件分段绘图---前 1200 点

图中子图 1.2 对应清辅音 【k】的发音，信号没有周期性，具有噪声特性。



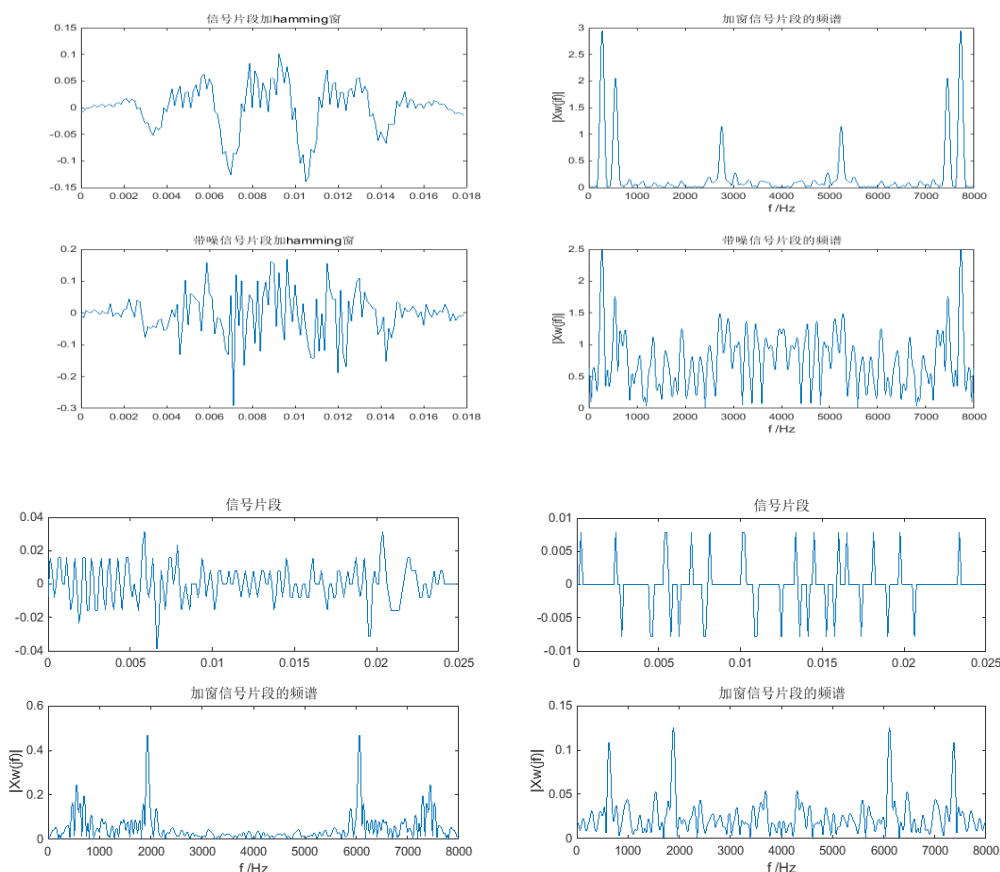
3. 语音信号的频谱特性

加 hamming 窗，截取 3-5 个周期的一段元音信号，利用实验 2 中给出的 `dtft` 函数计算其频谱。

```
%选取一段分析频谱
[xn1,Fs] = audioread('dian.wav');
[xn1noise,Fs] = audioread('diannoise.wav');
Ts=1/Fs;
x=xn1(201:344);
xnoise=xn1noise(201:344);
d=hamming(144);
xd=x.*d;%加窗
xnoised=xnoise.*d;%带噪信号加窗

Nf=4000;%求序列的频谱
k=0:Nf-1;
f=Fs*k/Nf;
Xdw=dtft(xd',2*pi*k/Nf);
Xnoisedw=dtft(xnoised',2*pi*k/Nf);
```

```
t=(0:143)*Ts;
subplot(221)
plot(t,xd)
title('信号片段加 hamming 窗')
subplot(222)
plot(f,abs(Xdw))
title('加窗信号片段的频谱')
xlabel('f /Hz');ylabel('|Xw(jf)|')
subplot(223)
plot(t,xnoised)
title('带噪信号片段加 hamming 窗')
subplot(224)
plot(f,abs(Xnoisedw))
title('带噪信号片段的频谱')
xlabel('f /Hz');ylabel('|Xw(jf)|')
```



观察语音信号的清辅音,元音部分的时域和频谱特点。