《多媒体技术》第 4 次作业

姓名：张半佛　　完成日期：2019 年 11 月

题目：

1.录一段声音，内容为“间隔读出数字 0-4”，转为单声道、8khz、wav 格
2.每帧帧长 20ms160 个样点，使用汉明窗 hamming 加窗；
3.设定能量阈值，判断语音中无声、有声区间；
4.计算短时自相关 R（k），k 取 20-100，计算基音频率；
5.信息预测：数字“0”的预测增益 EO/Ep（原始信号能量/残差信号能量），阶数 p 取 10。

解：

（1） 技术思路，主要计算公式

① 使用函数 wavread（）读取音频文件 01234.wav（单声道、采样率 8khz，时长 6s 整，共计 48000 个采样点）。并画图。
② 使用函数 enframe()进行汉明窗分帧，窗口大小为 160，窗口偏移为 40.
③ 使用函数 calEnergy（）进行计算每一帧的能量，并画图。
④ 使用函数 calzhuo（）计算浊音对应的帧，这里的阈值选择 0.1，如果能量大于 0.1，则记为浊音。
⑤ 使用函数 calxiangguan（）计算浊音每一帧的基音频率，并画图。
⑥ 选取数字‘0’对应的帧，计算预测帧，两帧相减，求得残差帧，计算原始信号能量/残差信号能量。并画图表示数字‘0’的预测增益。
⑦ 选取数字‘0’中的一个帧第 180 帧，画图表示真实帧信号与预测信号。

（2） 核心代码（如果小于 100 行，贴出所有代码，如果大于 100 行，分段贴出核心代码）

主函数：

```
filename = '01234.wav'
data = wavread(filename)
nw = 160  #窗大小
inc = 40 #窗偏移
```

```
winfunc = signal.hamming(nw) #汉明窗
Frame,nf = enframe(data[0], nw, inc, winfunc) #分帧加窗
Energy=calEnergy(Frame,nf,nw) #计算每一帧的能量

#画出每一帧的能量图
x = np.arange(1,len(Energy)+1)
plt.figure()
plt.title(u'每一帧的能量')
plt.xlabel(u'帧数')
plt.ylabel(u'能量')
plt.plot(x,Energy)
plt.show()

#计算浊音对应的帧
zhuo=calzhuo(Energy,nf)
print(zhuo)

#计算浊音每一帧的基音频率
xiangguanindex=[]
for i in range(5):
    for j in zhuo[i]:
        xiangguanindexi=calxiangguan(Frame,j,nw)
        xiangguanindex.append(xiangguanindexi)
    xiangguanindex.append(0 )
#画图
x = np.arange(1,len(xiangguanindex)+1)
plt.figure()
plt.title(u'浊音每一帧的基音频率')
plt.ylabel(u'基音频率')
plt.xlabel(u'每一部分的帧')
plt.plot(x,xiangguanindex)
plt.show()


#求预测增益
ans=[]
for i in zhuo[0]:
    A,E,K=lpc.levinson_1d(Frame[i],10)
    pre= signal.lfilter(A,[1],Frame[i])
    err=Frame[i]-pre
    erreng=calEnergy(err,1,160)
    result=Energy[i]/erreng
    ans.append(result)
    if i==180 :
```

```
        plt.figure()
        plt.subplot(2,1,1)
        x = np.arange(1, len(Frame[180]) + 1)
        plt.plot(x, Frame[180])
        plt.title(u'原始 180 帧')
        plt.subplot(2, 1, 2)
        x = np.arange(1, len(pre) + 1)
        plt.plot(x, pre)
        plt.title(u'预测 180 帧')
#画图
x = np.arange(1,len(ans)+1)
plt.figure()
plt.title(u'数字 0 的预测增益')
plt.plot(x,ans)
plt.show()
```

读取文件函数：

```
def wavread(filename):
    f = wave.open(filename, 'rb')
    params = f.getparams()
    nchannels, sampwidth, framerate, nframes = params[:4]
    strData = f.readframes(nframes)  # 读取音频，字符串格式
    waveData = np.fromstring(strData, dtype=np.int16)  # 将字符串转化为 int
    f.close()
    waveData = waveData * 1.0 / (max(abs(waveData)))  # wave 幅值归一化
    #画图
    time = np.arange(0, nframes) * (1.0 / framerate)
    plt.figure()
    plt.xlabel("Time(s)")
    plt.ylabel("Amplitude")
    plt.title("Single channel wavedata")
    plt.plot(time, waveData)
    plt.show()
    waveData = np.reshape(waveData, [nframes, nchannels]).T

    return waveData
```

加窗分帧函数：

```
def enframe(signal, nw, inc, winfunc):
    '''''将音频信号转化为帧。
    参数含义：
    signal:原始音频型号
```

```
    nw:每一帧的长度(这里指采样点的长度，即采样频率乘以时间间隔)
    inc:相邻帧的间隔（同上定义）
    '''
    signal_length=len(signal) #信号总长度
    if signal_length<=nw: #若信号长度小于一个帧的长度，则帧数定义为1
        nf=1
    else: #否则，计算帧的总长度
        nf=int(np.ceil((1.0*signal_length-nw+inc)/inc))
    pad_length=int((nf-1)*inc+nw) #所有帧加起来总的铺平后的长度
    zeros=np.zeros((pad_length-signal_length,)) #不够的长度使用0填补，类似于FFT中的扩充数组操作
    pad_signal=np.concatenate((signal,zeros)) #填补后的信号记为pad_signal
    indices=np.tile(np.arange(0,nw),(nf,1))+np.tile(np.arange(0,nf*inc,inc),(nw,1)).T  #相当于对所有帧的时间点进行抽取，得到nf*nw长度的矩阵[0-160],[40-200]...
    indices=np.array(indices,dtype=np.int32) #将indices转化为矩阵
    frames=pad_signal[indices] #得到帧信号
    win=np.tile(winfunc,(nf,1))  #window窗函数，这里默认取1
    return frames*win,nf   #返回帧信号矩阵
```

计算帧能量函数：

```
def calEnergy(Frame,nf,nw):
    '''''
    计算每一帧的能量
    :param Frame: 要计算的帧数组
    :param nf: 数组行，多少个帧
    :param nw: 数组列，每个帧多少个采样点
    :return: 返回所有帧的能量，一个列表
    '''
    result=[]
    if nf==1:
        sum = 0
        for j in range(nw):
            sum = sum + Frame[j] * Frame[j]
        result.append(sum)
    else:
        for i in range(nf):
            sum=0
            for j in range(nw):
                sum=sum+Frame[i][j]*Frame[i][j]
            result.append(sum)
    return result
```

计算浊音对应的帧索引：

```
def calzhuo(Energy,nf):
    '''''
    计算出浊音的索引
    :param Energy: 能量数组
    :param nf: 多少帧
    :return: 返回每一个浊音段对应的帧的索引
    '''
    result=[]
    cache=[]
    for i in range(nf):
        if Energy[i]>0.1:
            cache.append(i)
            if Energy[i+1]<0.1 and Energy[i+2]<0.1:
                result.append(cache)
                cache=[]
    return result
```

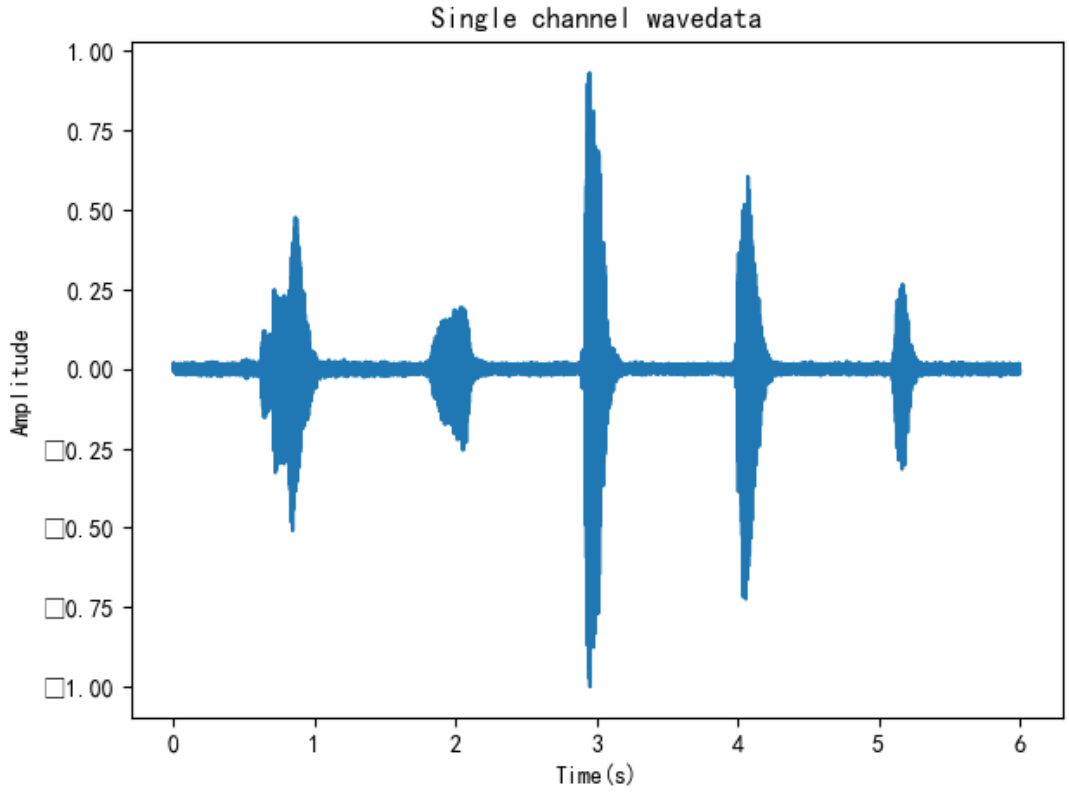
计算自相关函数，返回该帧的基音频率：

```
def calxiangguan(Frame,i,nw):
    '''''
    计算一帧自相关
    :param Frame: 加窗后的帧
    :param i: 对应帧的索引
    :param nw: 该帧有多少
    :return: 返回该帧的基音频率
    '''
    sum=0
    result=[]
    result2=[]
    for k in range(0,100):
        for j in range(nw-k):
            sum=sum+Frame[i][j]*Frame[i][j+k]
        result.append(sum)
    #归一化
    for l in range(len(result)):
        result2.append(result[l]/result[0])
    return 8000/result2.index(max(result2[-80:]))
```

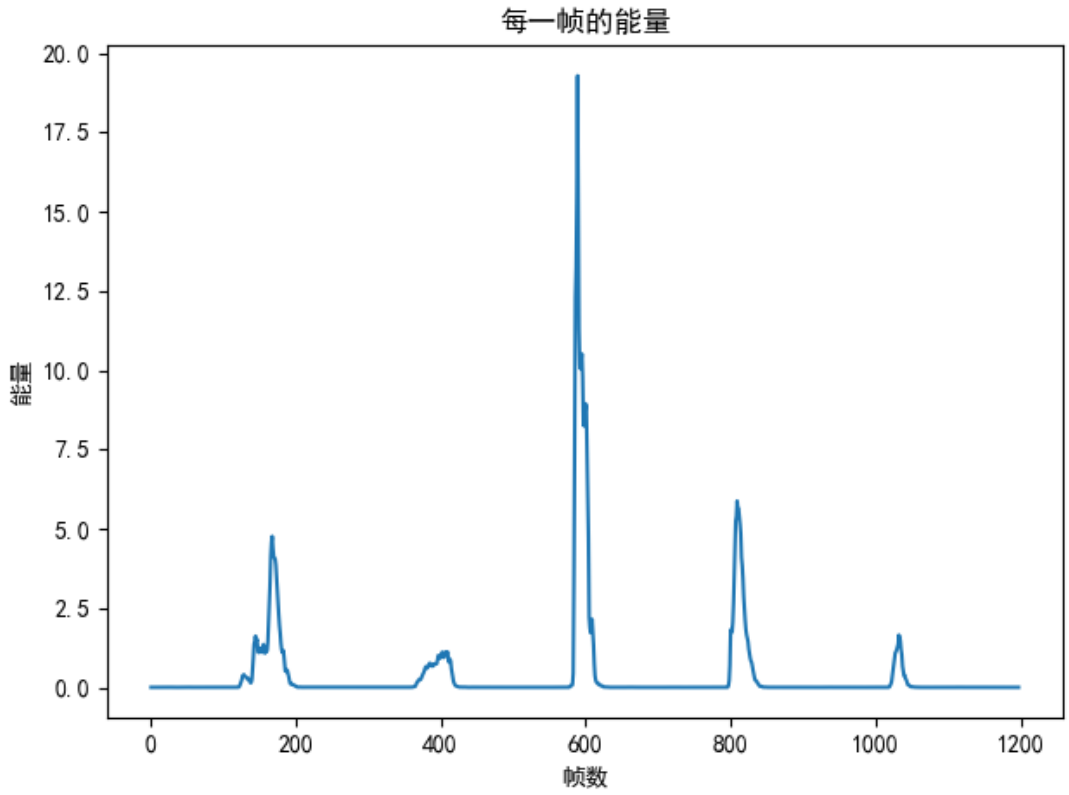
（3） 运行结果：（包含主机配置、运行环境、开发环境、执行时间、输入文件名、输出文件名。可以给出简单的分析）

主机配置：ASUSTek Computer Inc.，CPU:Inter i7-7500U RAM:12GB
运行环境：WIN10
开发环境：pycharm
执行时间：2019.11.14
效果展示：

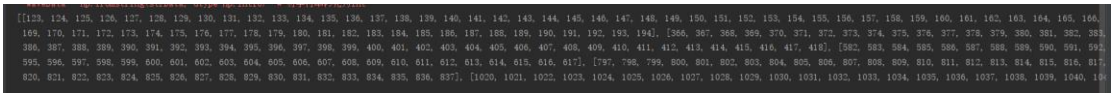
原始的音频信号：



每一帧的能量：（由于共有 48000 个采样点，窗口大小为 160，偏移为 40，可算出共有 1197 帧）



根据能量阈值 0.1，可算出每一个声音段对应的帧索引：



其中数字 0：

[123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194]

数字 1：

[366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418]

数字 2：

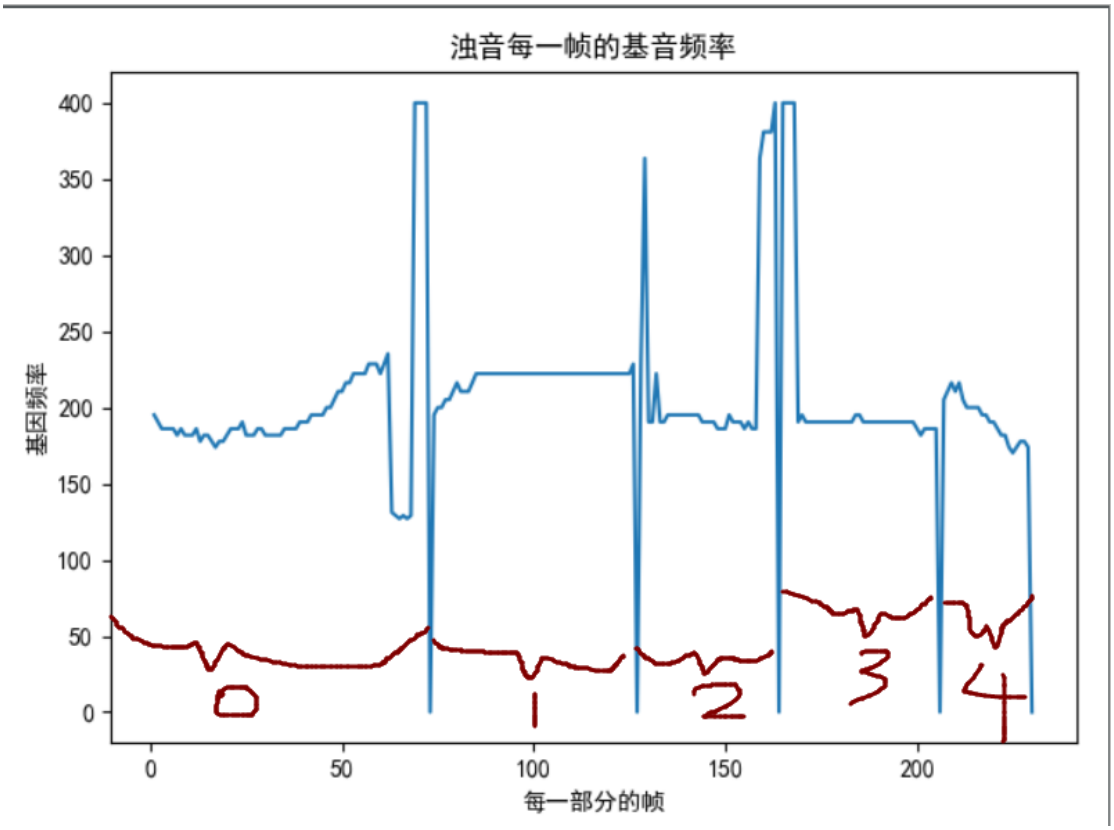
[582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617]

数字 3：

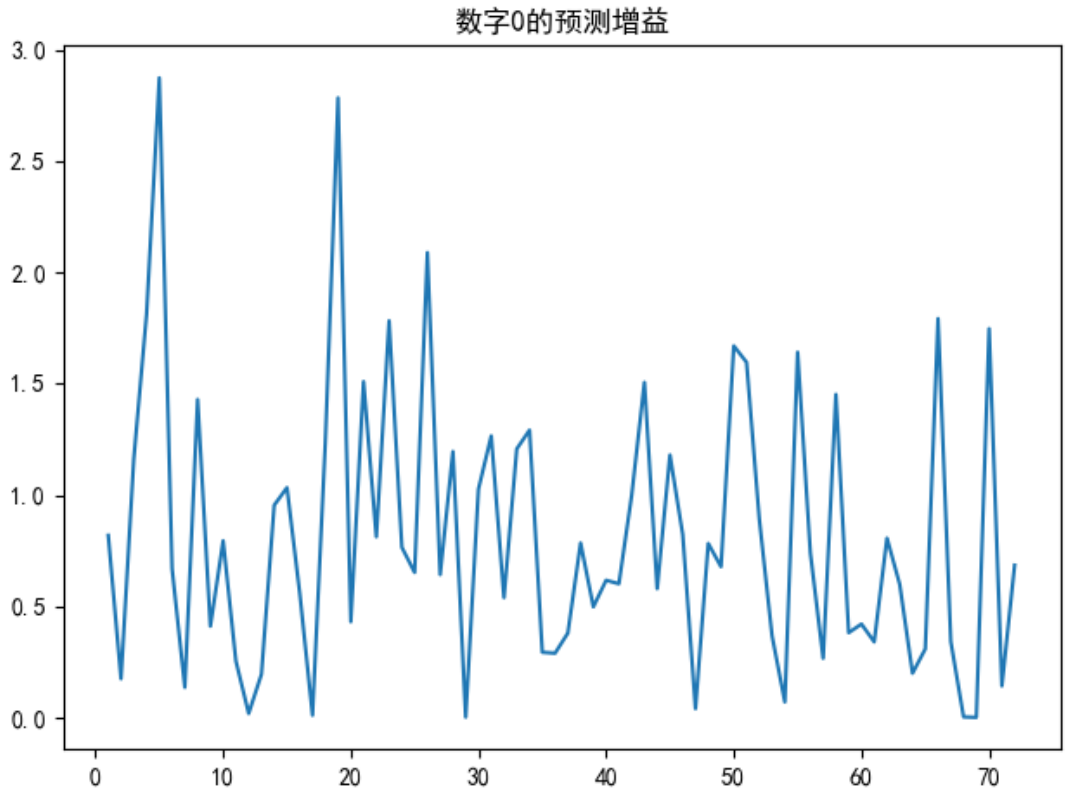
[797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824,

825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837]
数字 4：
[1020, 1021, 1022, 1023, 1024, 1025, 1026, 1027, 1028, 1029, 1030, 1031, 1032, 1033, 1034, 1035, 1036, 1037, 1038, 1039, 1040, 1041, 1042]

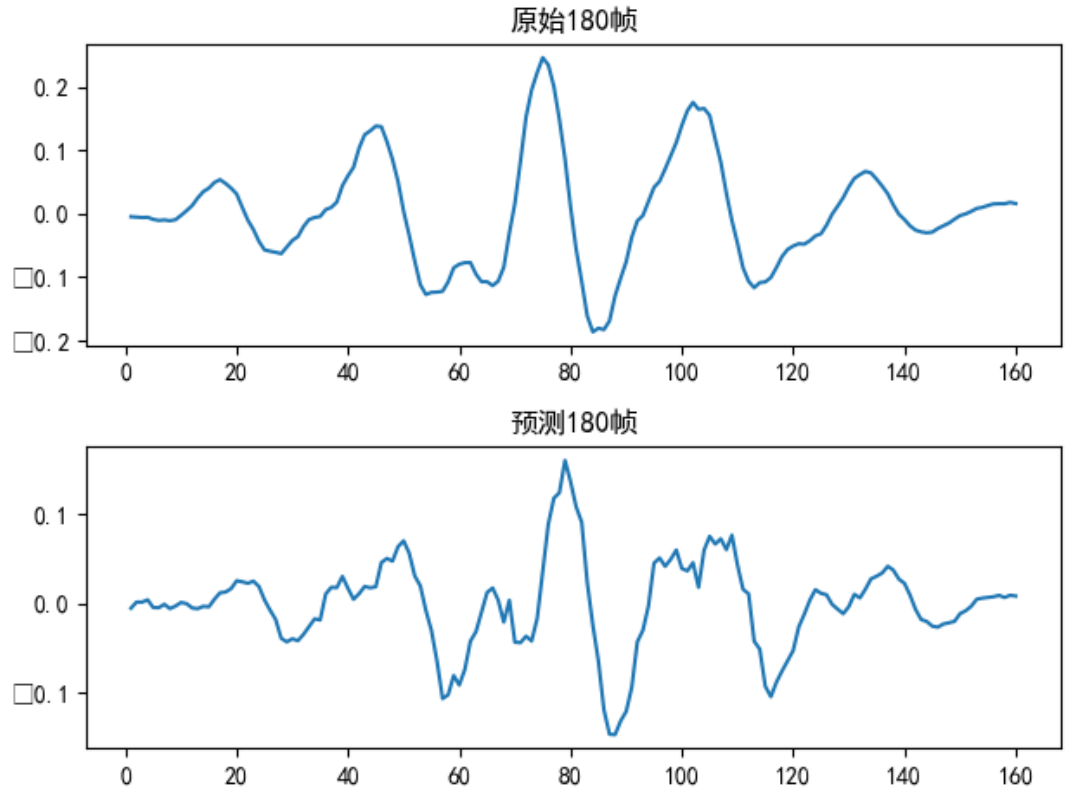
浊音部分对应的基音频率：



数字 0 对应的帧的预测增益：



其中第 180 帧如下图所示：



预测还是比较准确的。