

武汉大学教学实验报告

电子信息学院 通信工程 专业 2021 年 10 月 5 日

实验名称 Wav 信号波形的分析 指导教师 卜方玲

姓名 周轩洋 年级 2019 学号 2019302120083 成绩

一、 预习部分

1. 实验目的

2. 实验基本原理

1、实验目的

1. 巩固傅里叶变换及其反变换的知识，学习从时域和频域两个角度来观察信号。
2. 尝试利用短时傅里叶变换分析非平稳信号的频谱变化。
3. 学会使用 python 中的函数来对信号进行时域和频域的处理

2、实验基本原理

音频信号(Audio)是通过麦克风、A/D 等数据采集设备将声音转换而成的电信号，是声波频率、幅度变化的信息载体。声音的三个主观特性是音调、音强和音色。而声波的三个重要参数为频率 ω_0 、幅度 A_n 和相位 u_n ，这也就决定了音频信号的特征定义如下：

1. 基频与音调

基频指一个复杂声波中最低的一个频率（其他频率叫谐波）。音调主要由声音的频率决定，同时也与声音强度有关。对一定强度的纯音，音调随频率的升降而升降；对一定频率的纯音、低频纯音的音调随声强增加而下降，高频纯音的音调却随强度增加而上升。

2. 谐波与音色

谐波是指周期函数或周期性的波形中不能用常数与原函数基频的正弦函数和余弦函数的线性组合表达的部分。 $n\omega_0$ 称为 ω_0 的 n 次谐波分量，也称为 $(n-1)$ 次泛音。音色是由混入基音的泛音所决定的，高次谐波越丰富，音色就越有明亮感和穿透力。不同的谐波具有不同的幅值 A_n 和相位偏移 y_n ，由此产生各种音色效果。

3. 幅度与音强

人耳对于声音细节的分辨只有在强度适中时才最灵敏。人的听觉响应与强度成对数关系。常用音量来描述音强，以分贝（ $\text{dB}=20\lg$ ）为单位。

4. 音宽与频带

音频信号的频带宽度简称为音宽，它是描述组成复合信号的频率范围。借助傅里叶变换，信号可以时间函数或频率函数两种形式描述，特别是周期信号和准周期信号（前者由一个基频成分和若干谐波成分，后者虽可分解为几个正弦分量，

但它们的周期没有公倍数)，从频率域可以很清楚地了解它们由哪些正弦分量组成。而对于非平稳信号，最典型的例子就是语音信号，它是非周期的，频谱随时间连续变化，因此由傅里叶变换得到的频谱无法获知其在各个时刻的频谱特性。最直观的想法就是用中心在某一时刻的时间窗截取一段信号，对其做傅里叶变换，得到这一时刻的频谱；然后将窗在时间轴上移动，从而得到不同时刻的频谱，这就是短时频谱的原理。最简单的窗就是矩形窗，即直接从原信号中截取一段。

二、 实验操作部分

1. 实验方法

2. 实验结果

1. 实验方法

1) 系统目录下的 ding.wav 文件

使用 wave.open 函数打开系统目录下的 ding.wav，并读取波形数据，再通过短时傅里叶变换将信号转换到频域，最后同时将时域波形和频域波形绘制。

2) 现场录制声音文件

现场用人声读一段文字，使用 Pyaudio 库中的函数读取 stream 中的数据到 wav 文件中，再如 1) 中进行处理，最后绘制时域波形和频域波形

2. 实验结果

1) Ding.wav 文件的读取和处理

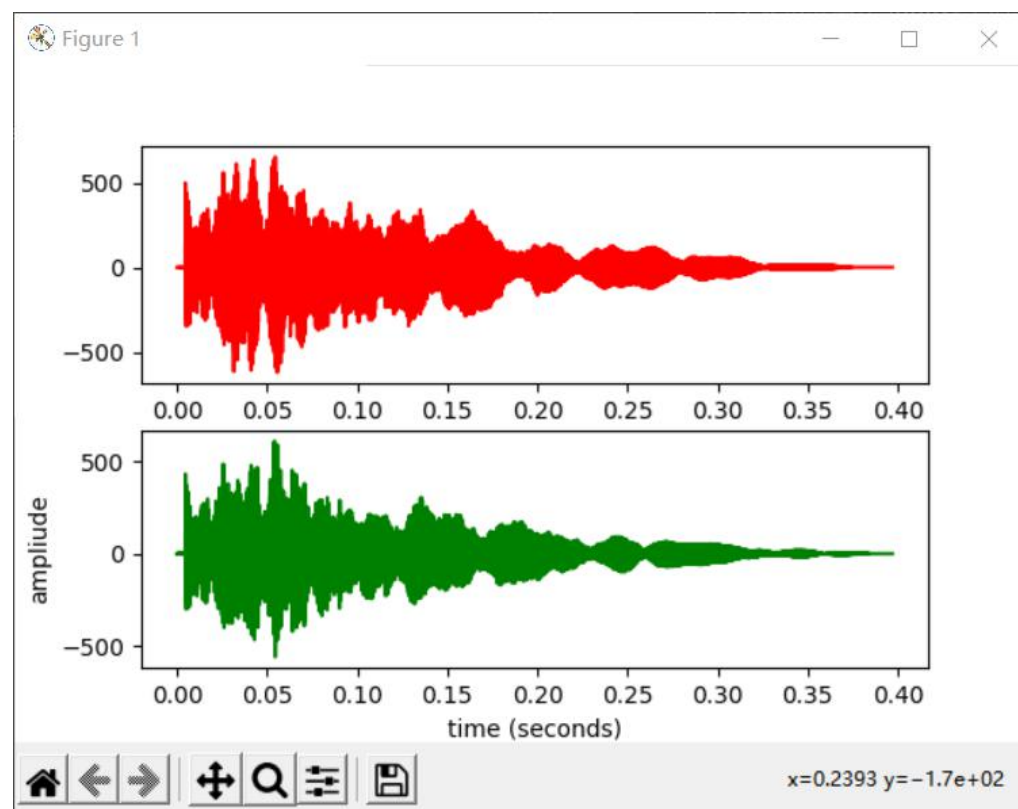


图 1.1 Ding.wav 的时域波形

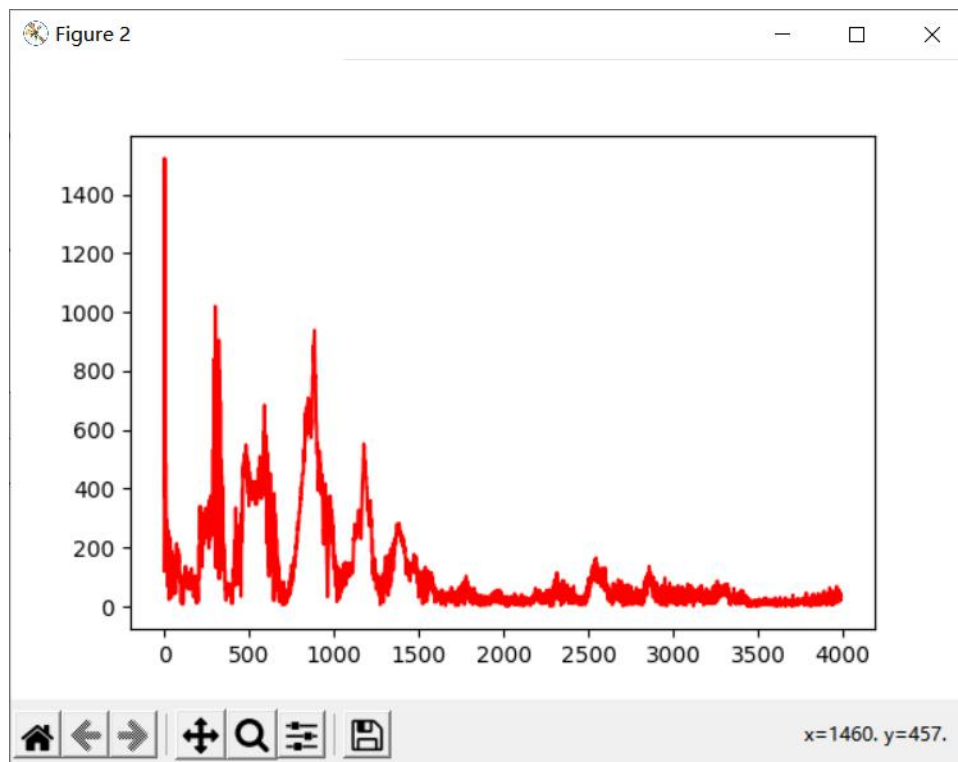


图 1.4 现场录制女声的频域图

3. 实验结论

- 1) 通过对‘ding.wav’文件进行 fft 变换，观察其频域上的频谱可以发现它由非周期的连续谱，其中在某些频率点处的振幅非常的强，而在另外一些地方幅度接近于零。
- 2) 对音频文件的频谱进行傅里叶反变换可以得到在时域上的波形，将这个波形与原时域信号进行比较可以发现，他们是基本相似的。
- 3) 通过对录制的女生声音进行短时傅里叶变换，可以看到，该女生声音的频谱主要集中在 700-1000HZ

三、 实验效果分析（包括仪器设备等使用效果）

1、持续音的频谱分析

(1) 从第一个图中看出信号在某些频率点的强度远远大于其他的频率点，这给我一个启示，或许如果想仿真出这种语音信号，可以通过几个频率点的正弦信号合成来得到。

(2) 重构信号的时候，只选取了最强的那一个频率点的信号来重构，其中包含的信息远远不如原信号丰富，但是通过多选取几个频率点来拟合的话，可能和更加接近原信号。我觉得可以利用这一点来对语音信号进行压缩，只保留最强的那些点的信息。

2、时变音的短时频谱分析时，对于一段在时间上很长的信号，可以通过对不同的时间段进行 fft 来得到它在不同时候的频谱图像，从图像中可以发现，不同时间段的频谱差异很大。

四、 教师评语
<div data-bbox="604 452 772 506" data-label="Text"><p>指导教师</p></div> <div data-bbox="1053 452 1332 506" data-label="Text"><p>年 月 日</p></div>