

# DSP-Homework 3

## 语音信号的频域处理

姓名：马习

学号：2015210954

日期：2016/4/20

摘要：

实现 FFT 算法

计算宽带和窄带语谱图

# 实验 1 实现 FFT 算法

## 1.1 实验原理

第一步，输入序列  $x(n)$  按码位倒读顺序排列，输出序列  $x(k)$  按自然顺序排列。

第二步，全部计算分解为  $M$  级（也称  $M$  次迭代）

第三步，每级（每次迭代）都包含  $\frac{N}{2}$  个蝶形单元，但其几何图形各不相同。

自左至右第一级的  $\frac{N}{2}$  个蝶形单元分布为  $\frac{N}{2}$  个“群”，第二级则分为  $\frac{N}{4}$  个“群”，...

第  $i$  级分为  $\frac{N}{2^i}$  个“群”，...，最末一级只有  $\frac{N}{2^M}$  个也即一个“群”。

第四步，每个群中都包含相同数量和相同分布的蝶形单元。

第五步，每个蝶形单元都包含乘  $W^{nk}$  与  $-W^{nk}$  的运算（简化为乘  $W^{nk}$  与加、减法各一次）。

第六步，使用三层循环，第一层表示第几级运算。第二层表示第几个群的运算，第三层表示第几个蝶形单元的运算。

## 1.2 实验结果

图1和图2分别是孤立数字语音和连续数字语音的转换结果，自上而下分别显示了原始的波形，自己实现的FFT算法的转换结果，matlab自带的fft函数的转换结果，可以看出实现的FFT算法与matlab自带的fft函数的转换结果基本一致。

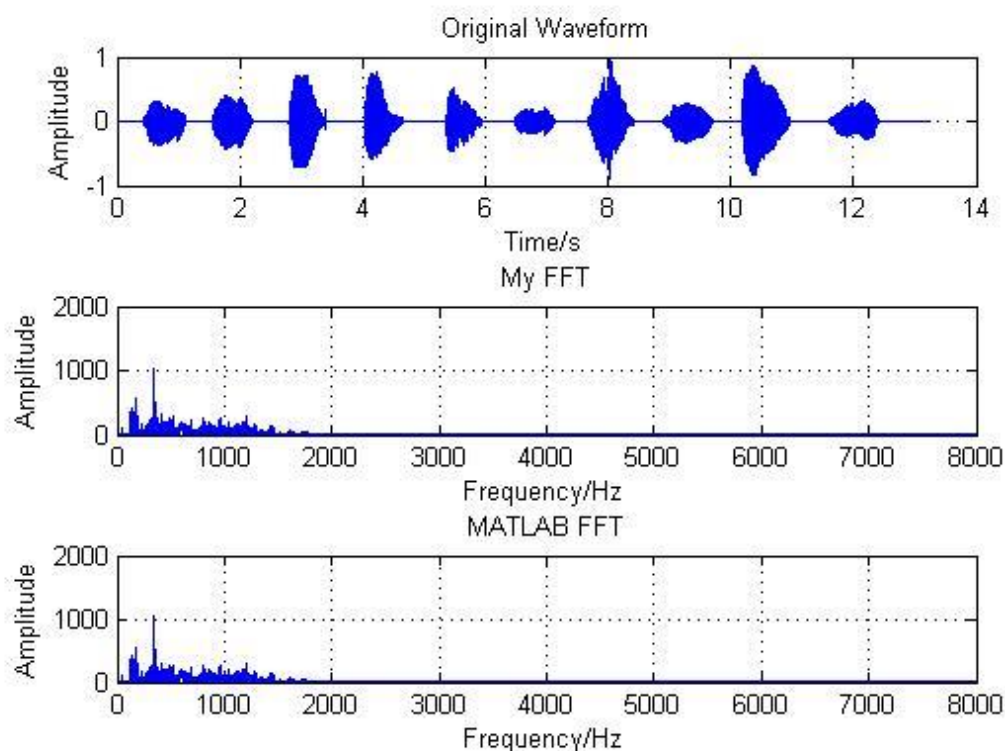


图 1

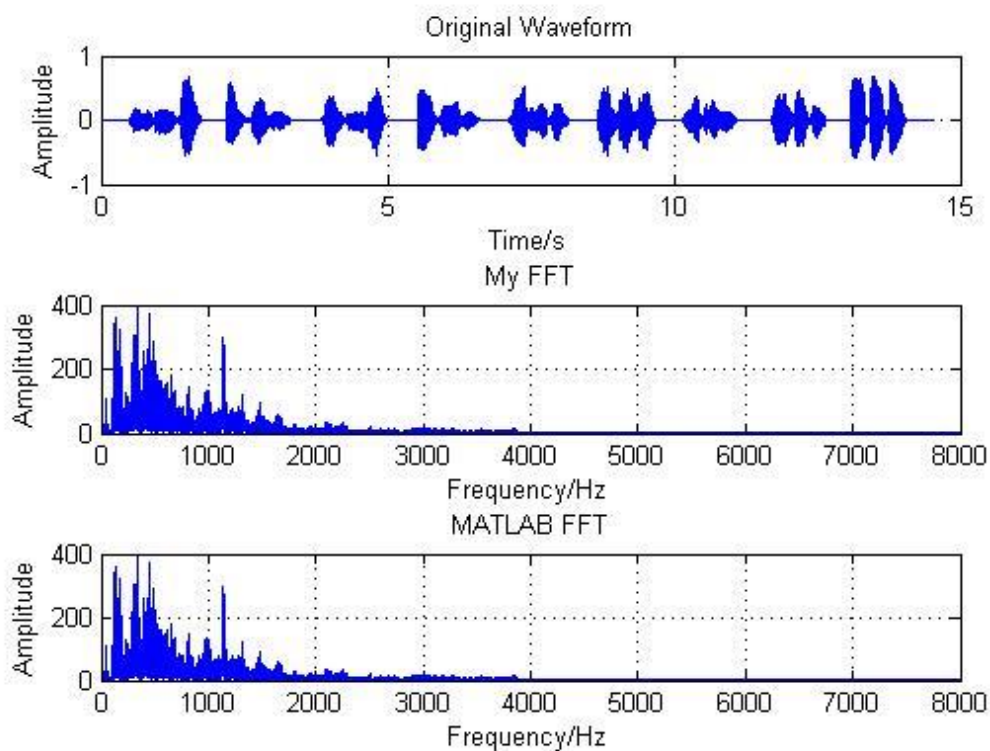


图 2

### 1.3 遇到的问题及分析

问题：使用 FFT 将时域信号转为频域信号后，频域信号的幅度谱曲线左右对称

分析：由于离散傅立叶变换可以使用  $z$  变换分析，而变换后的频域信号相当于在圆上以  $fs/Win$  ( $fs$  为抽样频率， $N$  为变换的点数) 等间隔抽样，也即转换得到的频域信号在  $0 \sim 2\pi$  的区间内，而  $0 \sim \pi$  的区间和  $\pi \sim 2\pi$  的区间上频域信号是幅度相等、相位相反的，所以得到的幅度谱是左右对称的。如果只关注幅度谱的信息，则只需要分析所转换的频域信号中一半的点即可。

## 实验 2 计算宽带和窄带语谱图

### 1.1 实验原理

第一步，使用较小的窗长分帧，可以得到时间分辨率较高，频率分辨率较低的宽带语谱图。

第二步，使用较大的窗长分帧，可以得到时间分辨率较低，频率分辨率较高的窄带语谱图。

### 1.2 实验结果

图3和图4是孤立数字语音的宽带语谱图，可以看出带状的语谱图在时间轴方

向的宽度较小，在频率轴方向的宽度较大。（相对于下面的窄带语谱图）

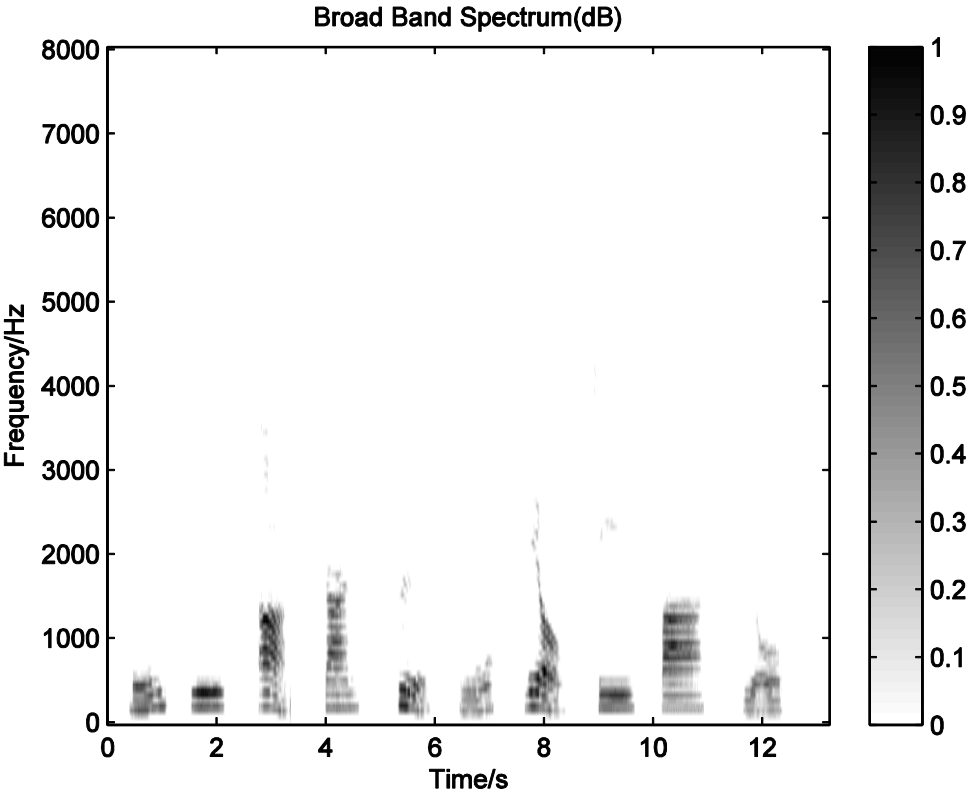


图 3

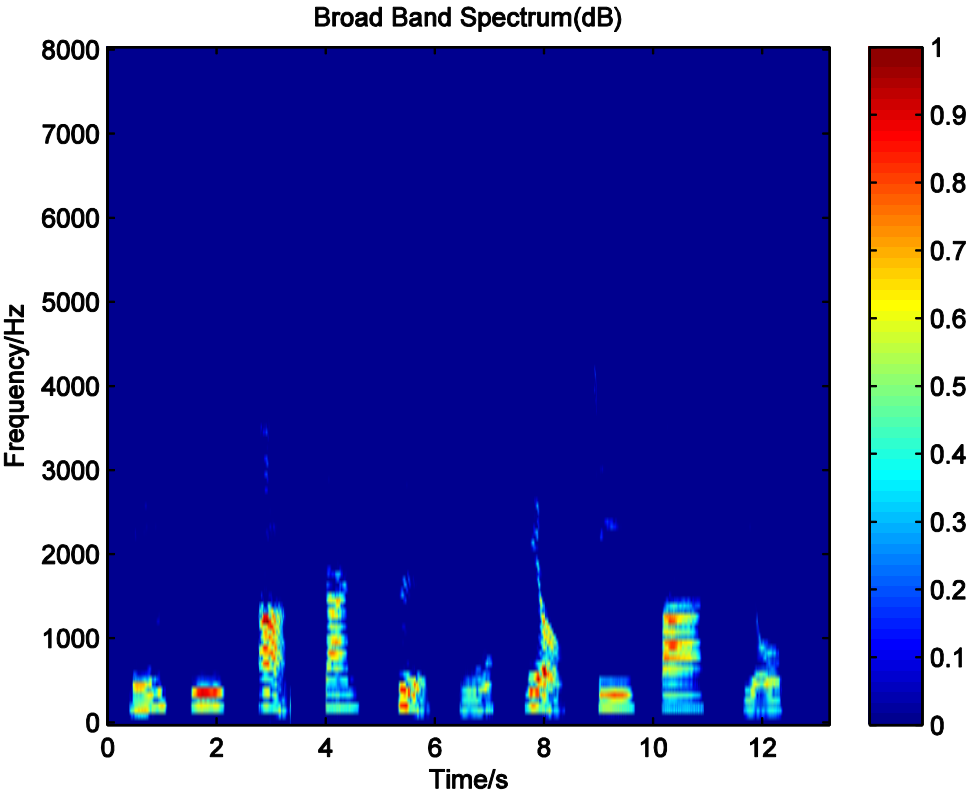


图 4

图5和图6是孤立数字语音的窄带语谱图。

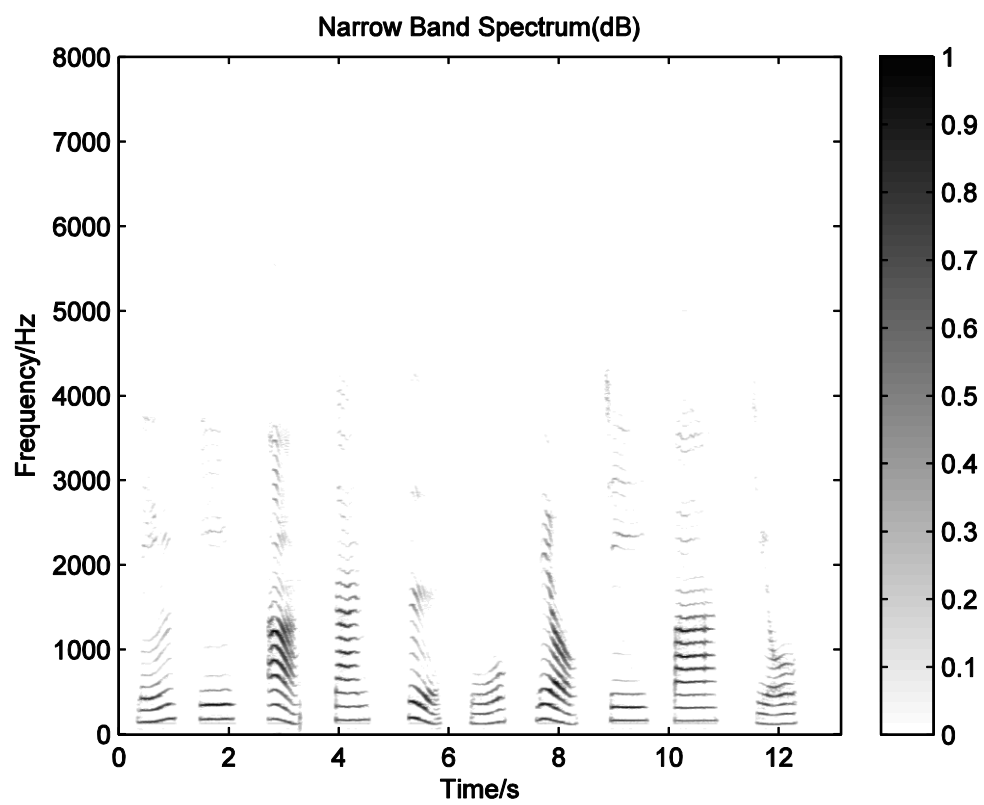


图 5

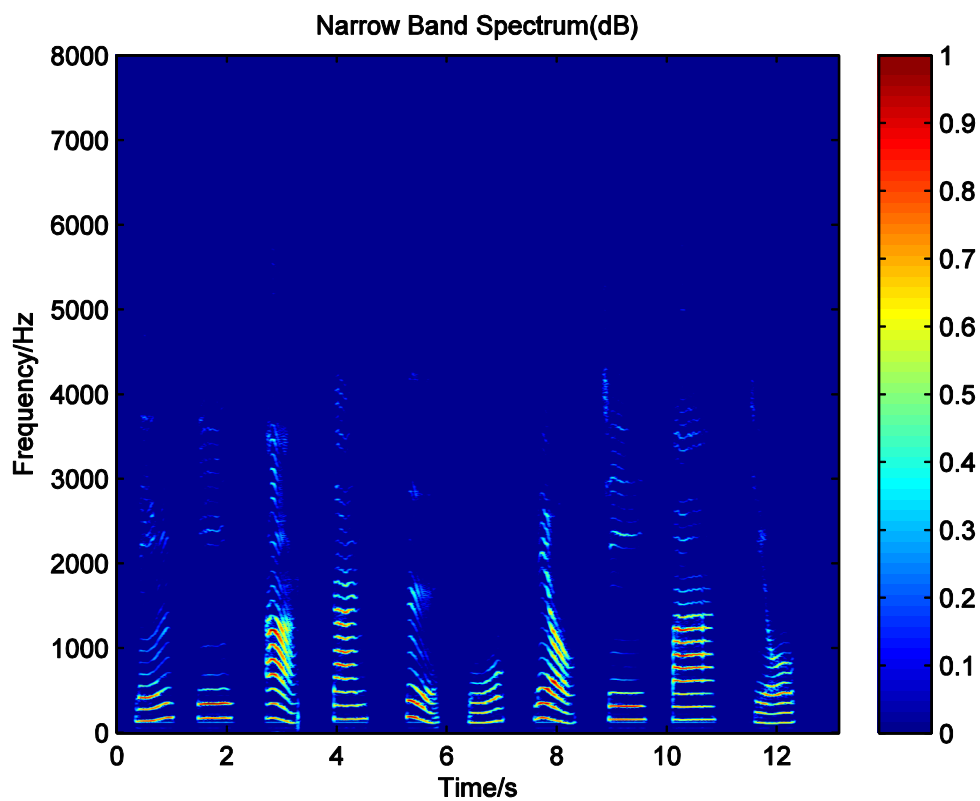


图 6

图7和图8是连续数字语音的宽带语谱图。

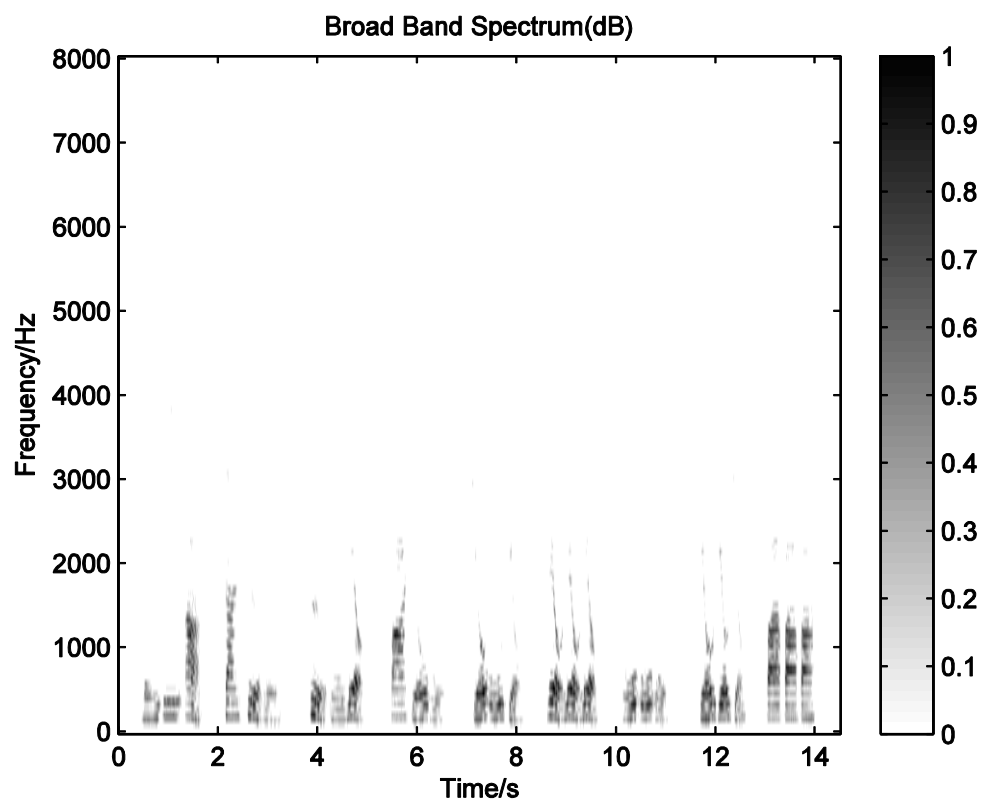


图 7

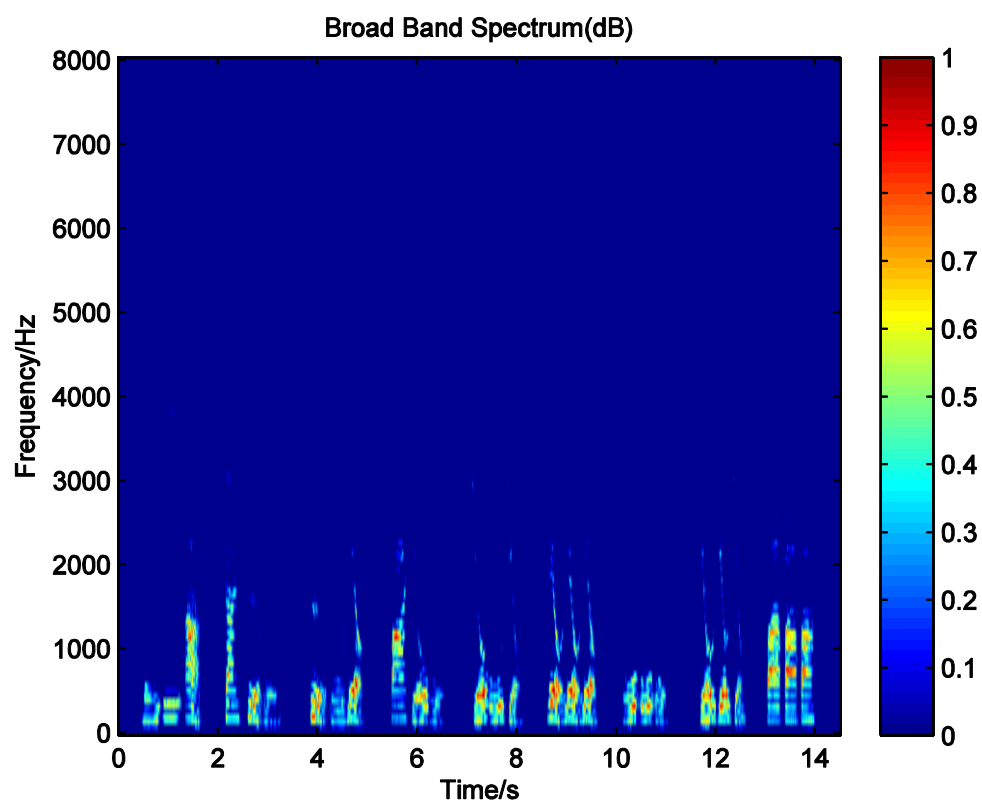


图 8

图9和图10是连续数字语音的窄带语谱图。

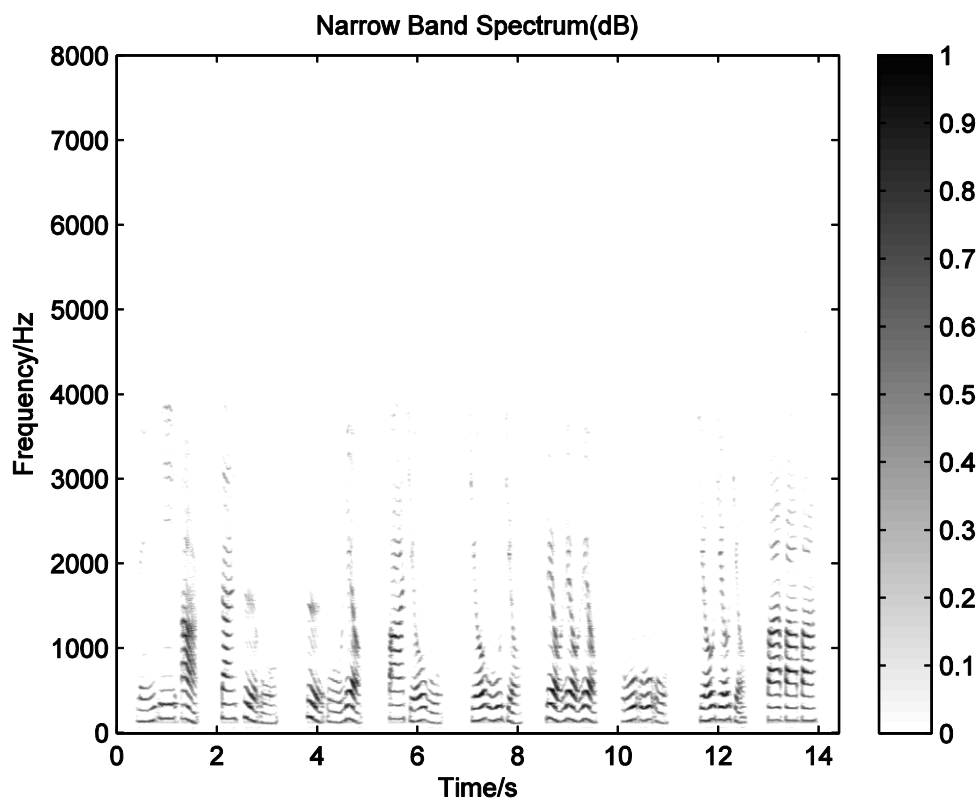


图 9

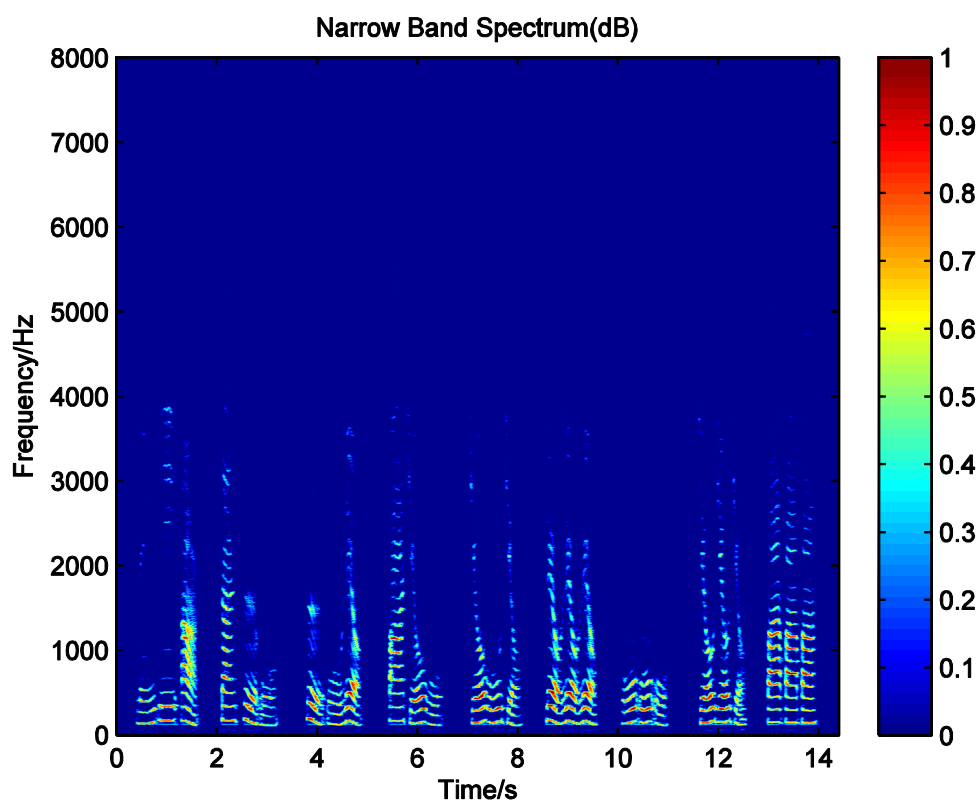




图 10

### 1.3 遇到的问题及分析

问题：画出的语谱图中颜色深浅的分布很不均匀。

分析：由于存在一些能量过低的点，导致归一化的过程中，真正包含信息的大多数点都分布在了区间的较高部分，从而使得语谱图颜色深度分布不均匀。设定一个最低的基准值，将能量小于该基准值的点全部变成该基准值，然后再做归一化，可以改善上述问题。

参考文献:

[1]郑君里等. 信号与系统（下册） 第二版. 北京：高等教育出版社，2000. p135-p154