

# Project3\_spectrogram

## 一、過程說明:

### Step1:

使用wavesurfer錄製自己的聲音檔案，分別為vowel\_16k以及vowel\_8，接著將檔案讀進來並儲存，所以會有兩個header檔以及兩個data的陣列。

### Step2:

產生8個sine waves,  $x(t) = 10000 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot f \cdot t) \cdot w(t)$ ,  $f = 50$ 、 $200$ 、 $55$ 、 $220\text{Hz}$ , sample rate:  $16\text{kHz}$ 、 $8\text{kHz}$ , 並且個別命名為cos050Hz-16k.wav、cos200Hz-16k.wav...以此類推，總共會有8個音檔產生。

### Step3:

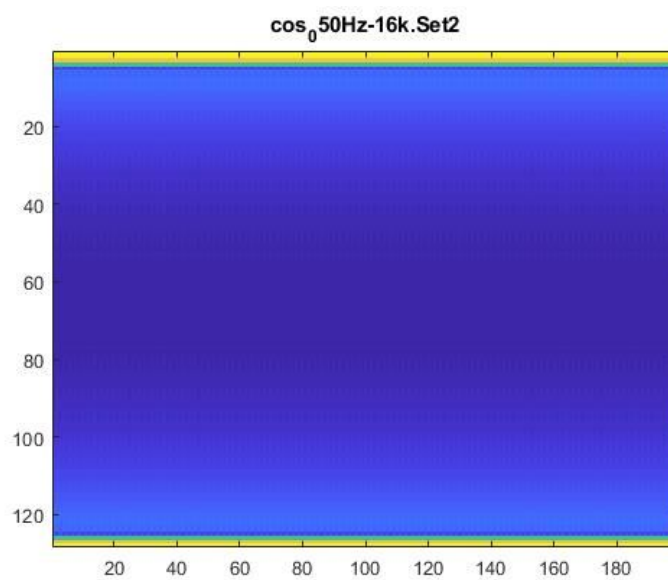
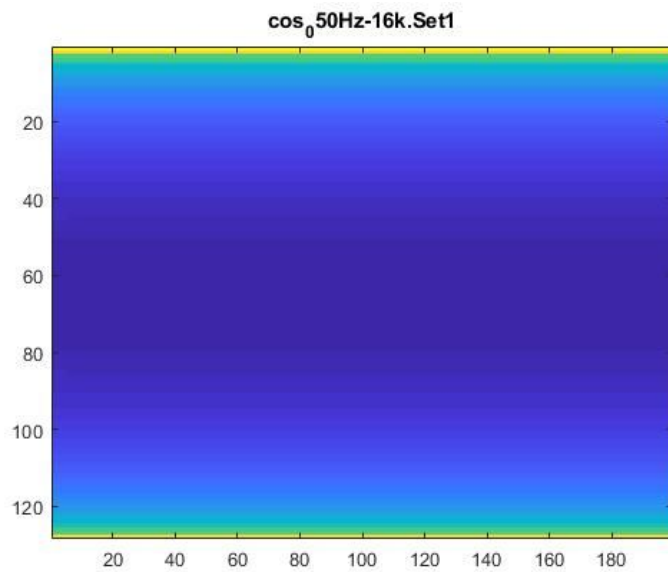
根據不同的setting對音檔做分析，舉setting1用在cos050Hz-16k.wav為例：Analysis windows size =  $5\text{ms}$ , 表示 $(16000 \cdot 5\text{ms}) = 80$ 個樣本點，再來是DFT window size =  $8\text{ms}$ , 由 $P = T_s \cdot f_s$ , 所以 $P = 16000 \cdot (8/1000) = 128$ 點，又window為rectangular, 所以在程式中，最外層用for迴圈先做Framing，因為frame interval =  $5\text{ms}$ , 所以每隔80點 $(16\text{k} \cdot 5\text{ms})$ 取一次，接著再寫一個for跑128個樣本點，再用if else 寫一個在80~128之間為0，其他做DFT並將其結果取 $20\log_{10}$ 儲存，如果是hamming window, 就將點依序乘上 $(0.54 - 0.46 \cdot \cos(2 \cdot \pi \cdot n / (P - 1)))$ 後再做DFT，其他setting以此類推，並存成txt檔，總共會有40個。

### Step4:

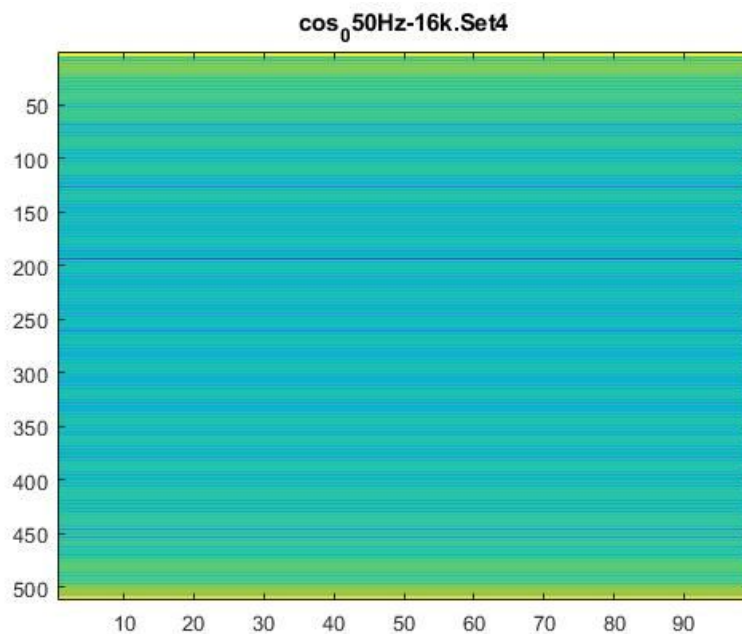
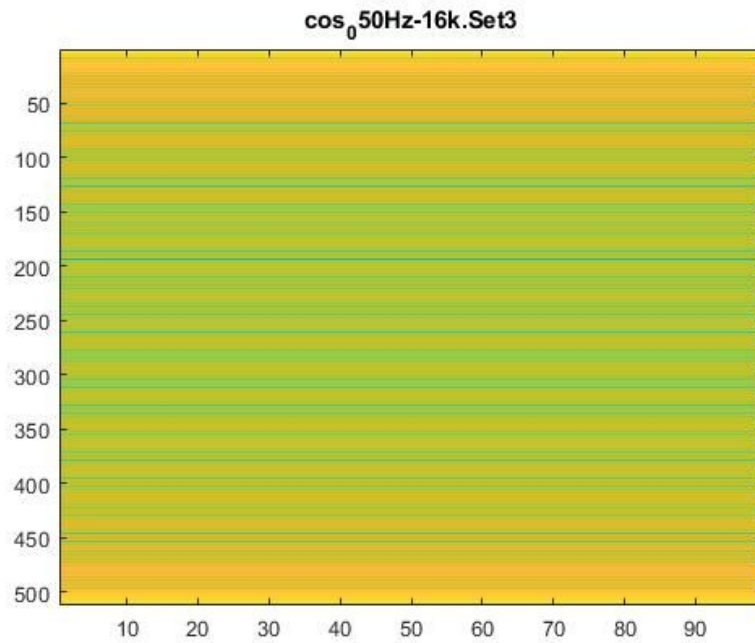
將輸出的txt檔，用Matlab讀取並畫出圖形，同時使用wavesurfer打開檔案以spectrogram顯示，用來比對兩者的結果。

### Step5:

比較setting1~setting4的結果，以cos050Hz-16k為例，如下圖：



(a)比較Set1、和Set2，Set1為rectangular window，在圖中顏色變化較明顯、數值分布的範圍也較廣，而Set2為通過hamming window後的圖，發現較Set1來的平滑，數值的範圍也比較集中。



(b)比較Set3、Set4，可以看到有部分地區重疊，因為在setting中frame interval小於window function，所以有數值會重複分析，導致在重疊區域值會變大。

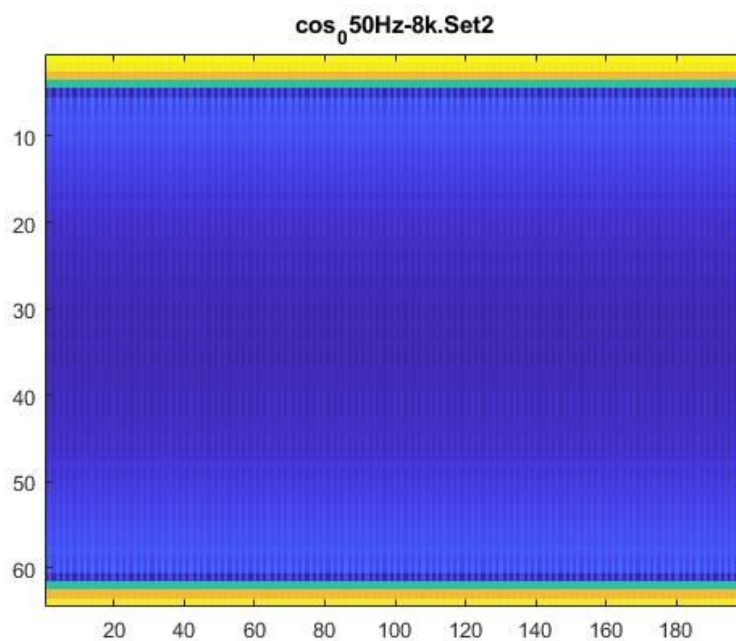
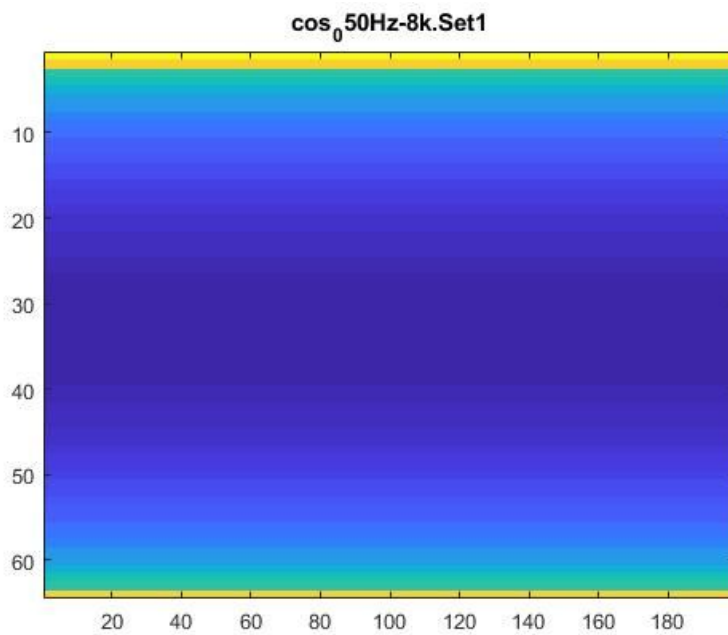
(c)比較Set2、Set4，可以看到的是Set2因為通過hamming window所以兩側的數值會變小，Frame和Frame之間會有斷層，而Set4因為有重疊的關係，所以Frame和Frame之間的落差減小。

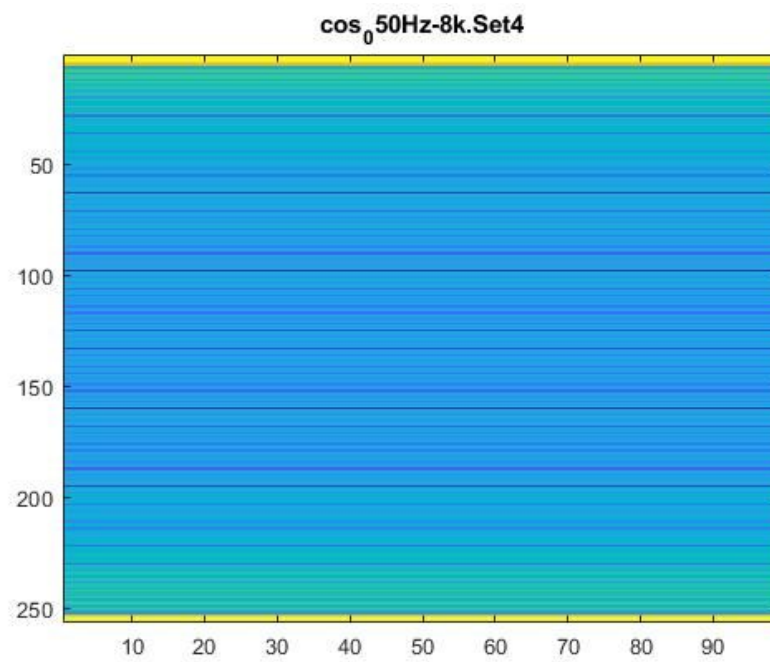
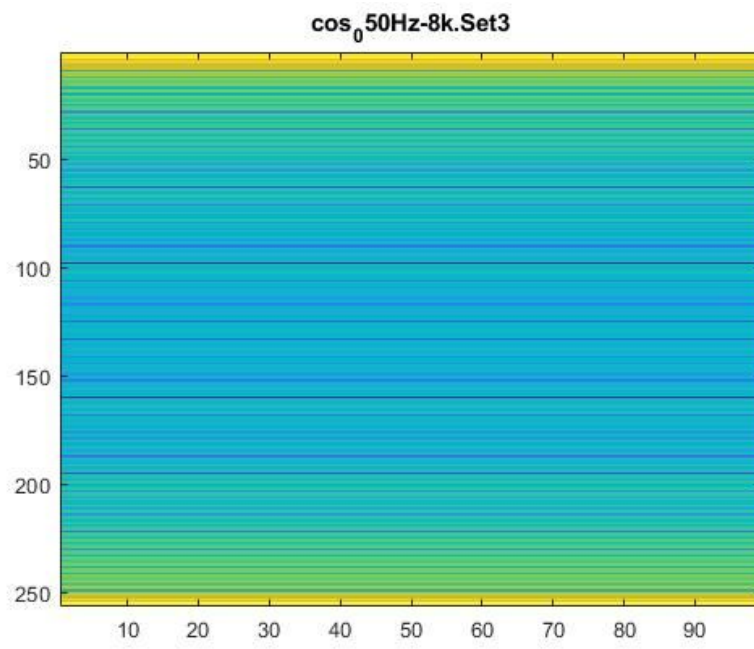
### Step6:

計算複雜度，在DFT中複雜度是 $N^2$ ，在FFT中 $[N * (\text{DFT window size})]^2 / \text{frame interval}$ 。

### 二、其他結果:

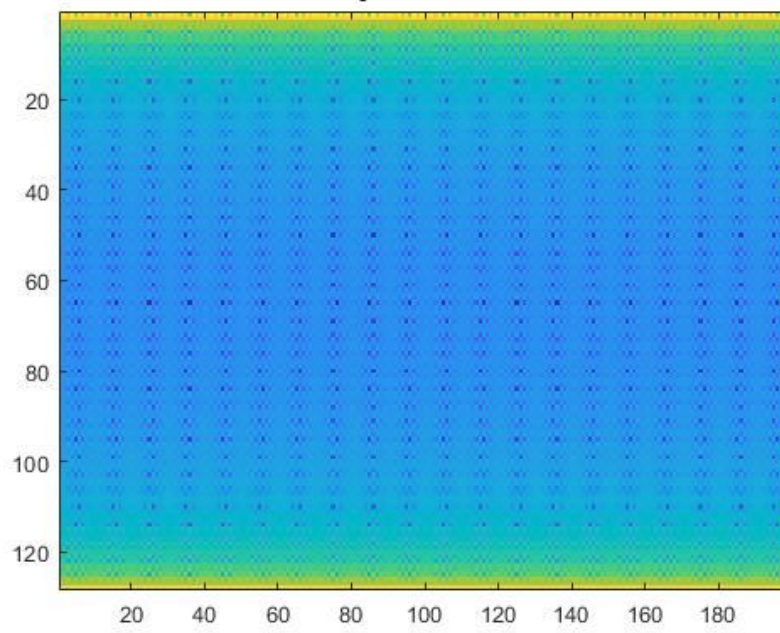
**cos050Hz-8k:**



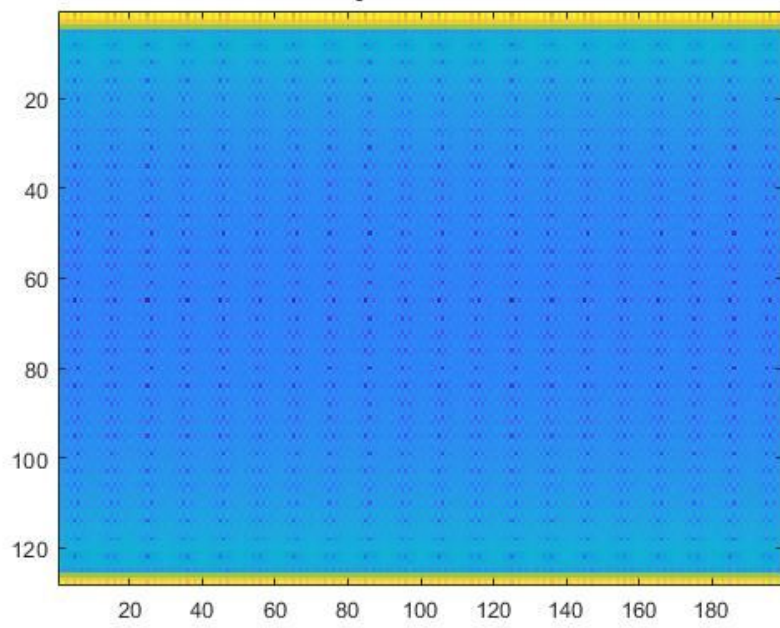


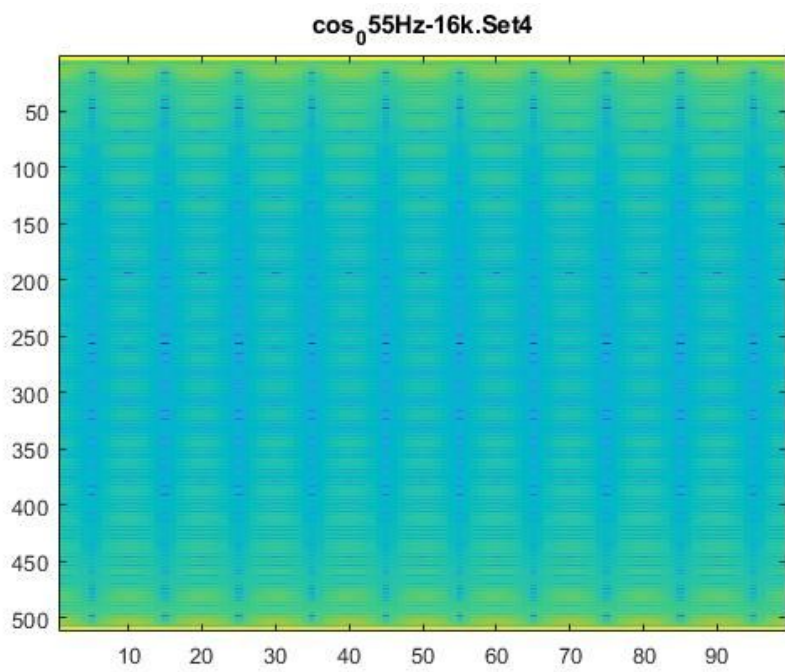
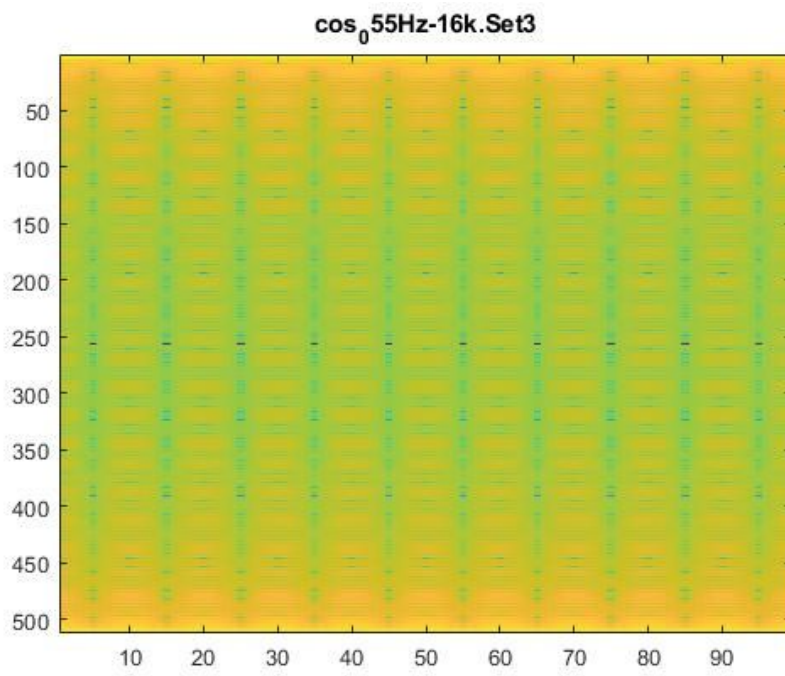
**cos055Hz-16k:**

**cos<sub>0</sub>55Hz-16k.Set1**



**cos<sub>0</sub>55Hz-16k.Set2**

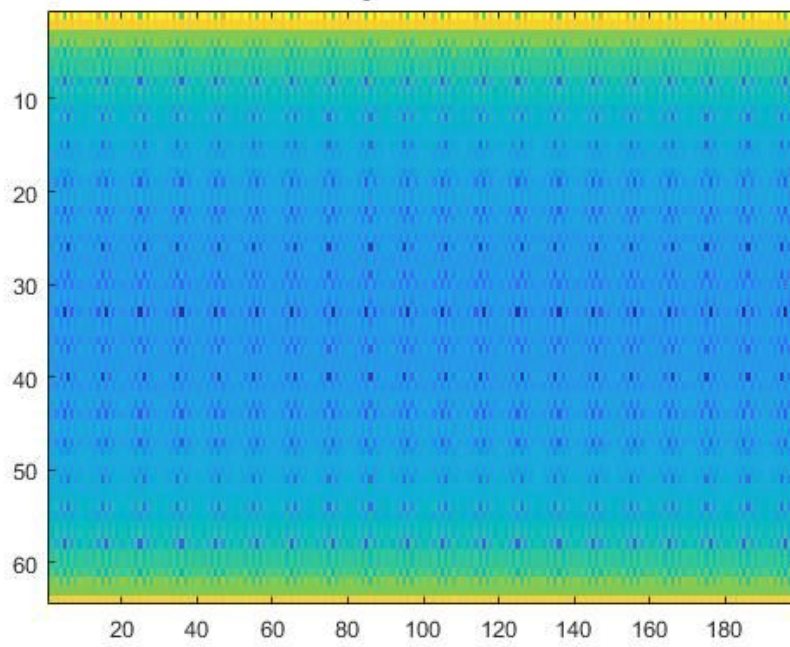




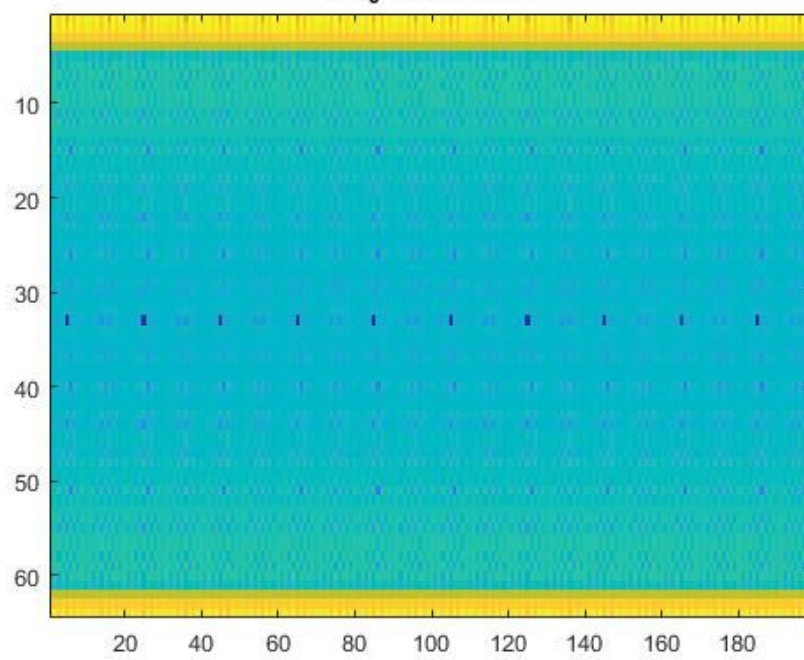
**cos055Hz-8k:**



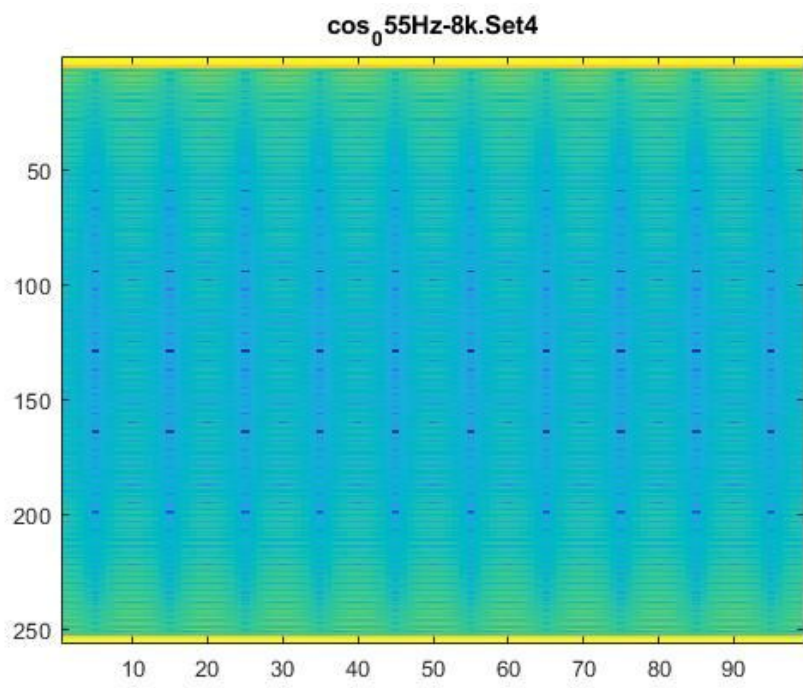
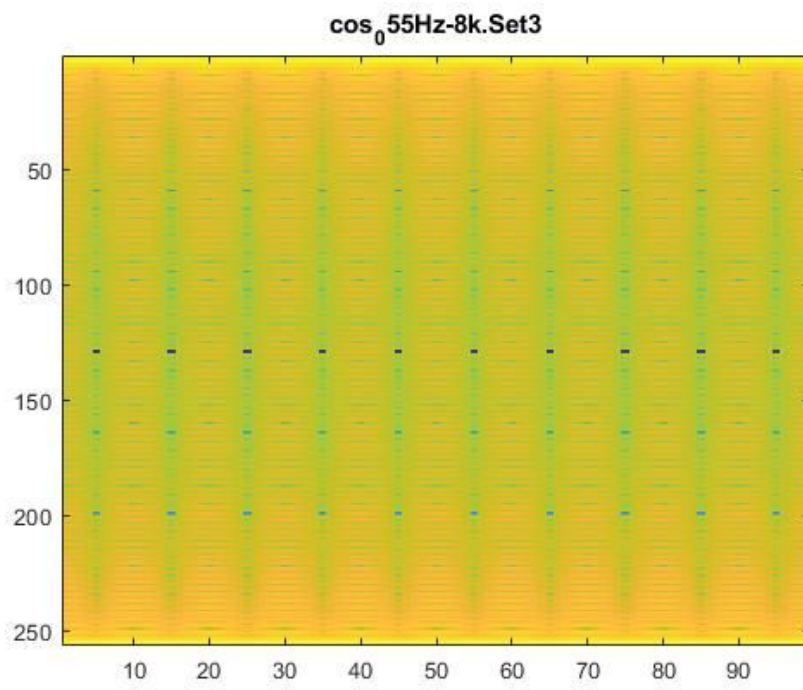
$\cos_0 55\text{Hz-8k.Set1}$



$\cos_0 55\text{Hz-8k.Set2}$

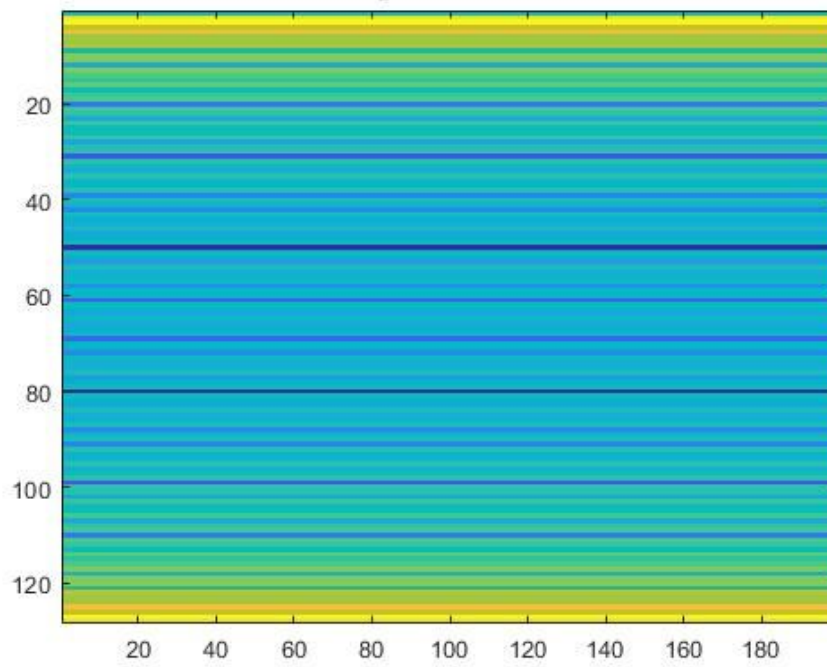




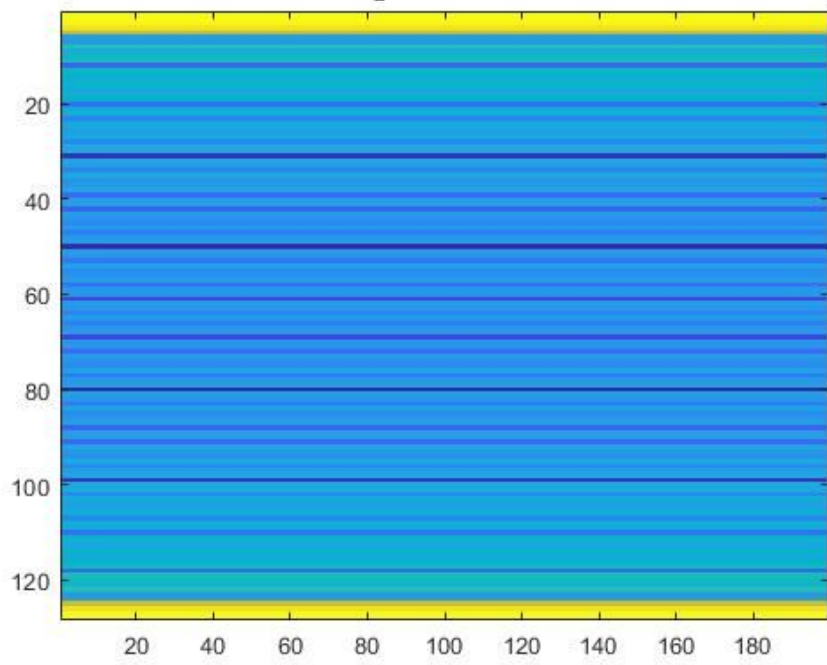


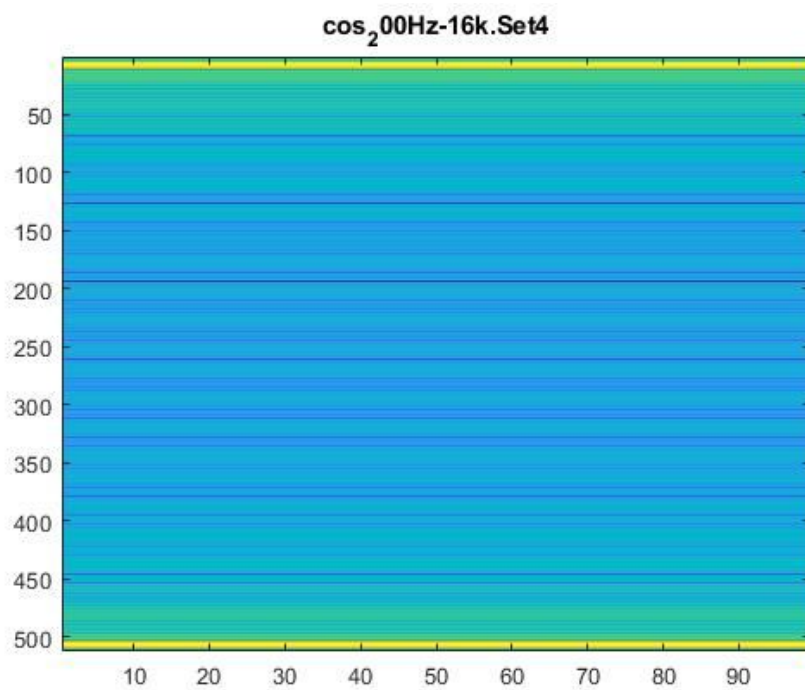
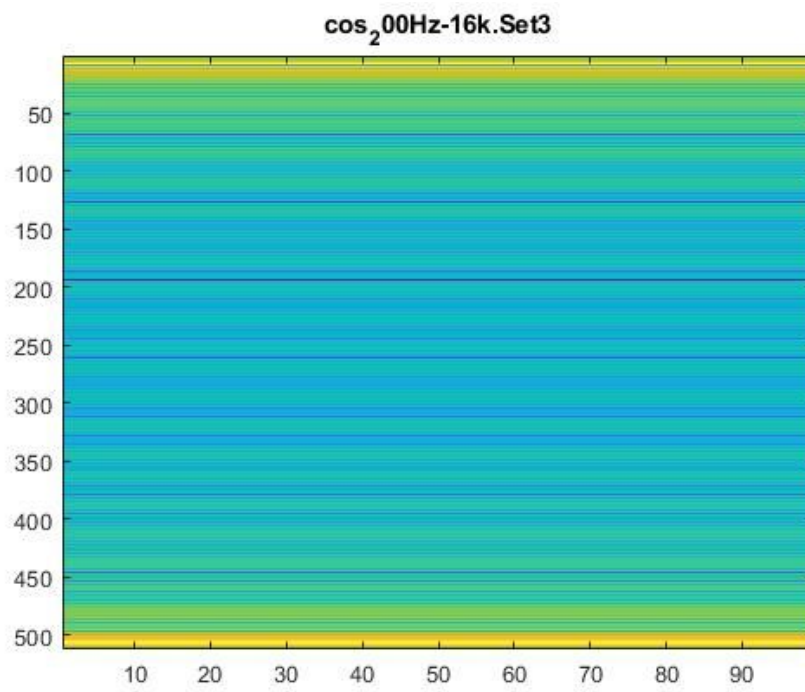
**cos200Hz-16k:**

**cos<sub>2</sub>00Hz-16k.Set1**



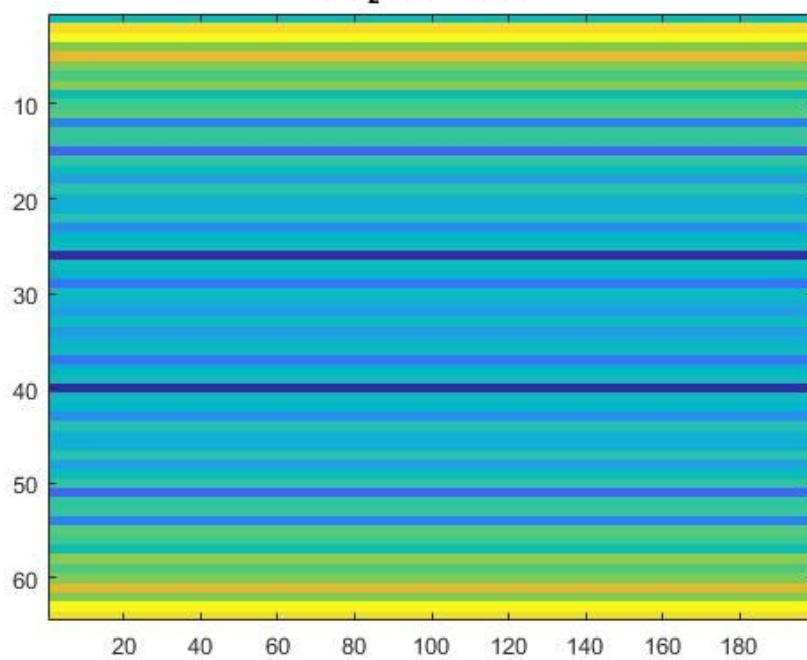
**cos<sub>2</sub>00Hz-16k.Set2**



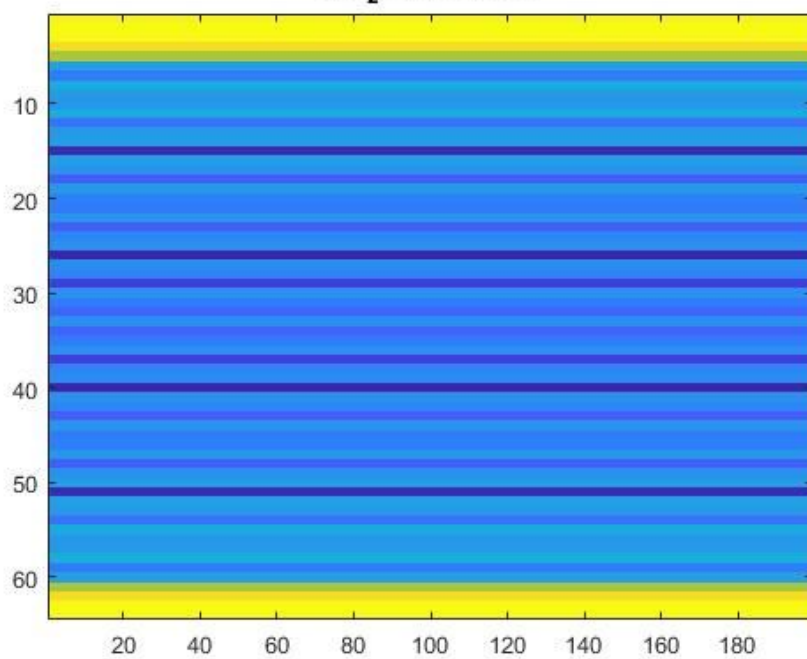


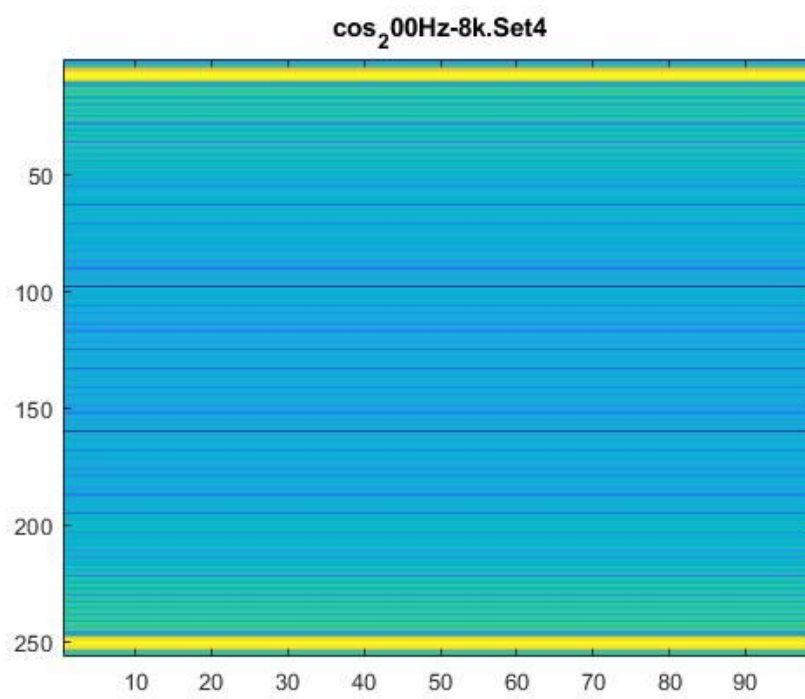
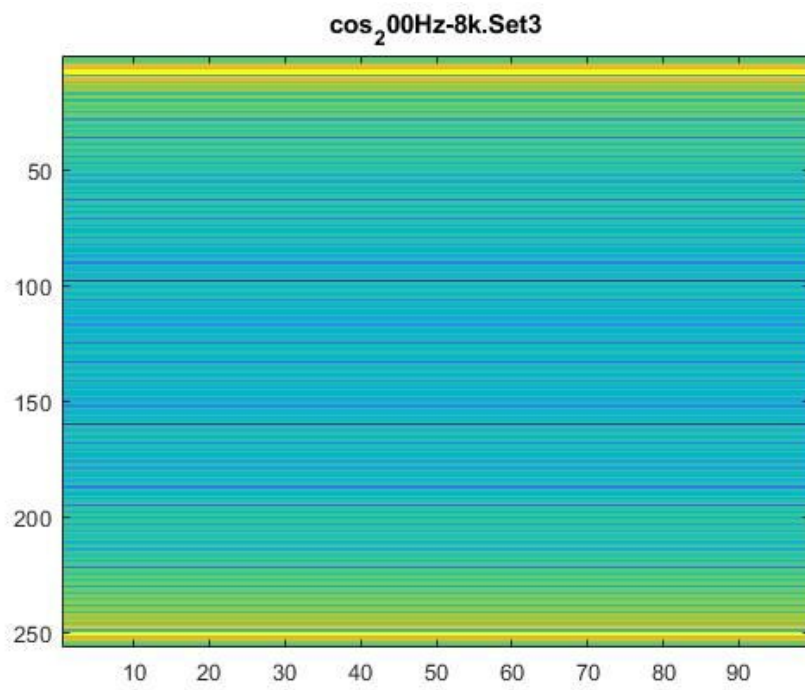
**cos200Hz-8k:**

**cos<sub>2</sub>00Hz-8k.Set1**



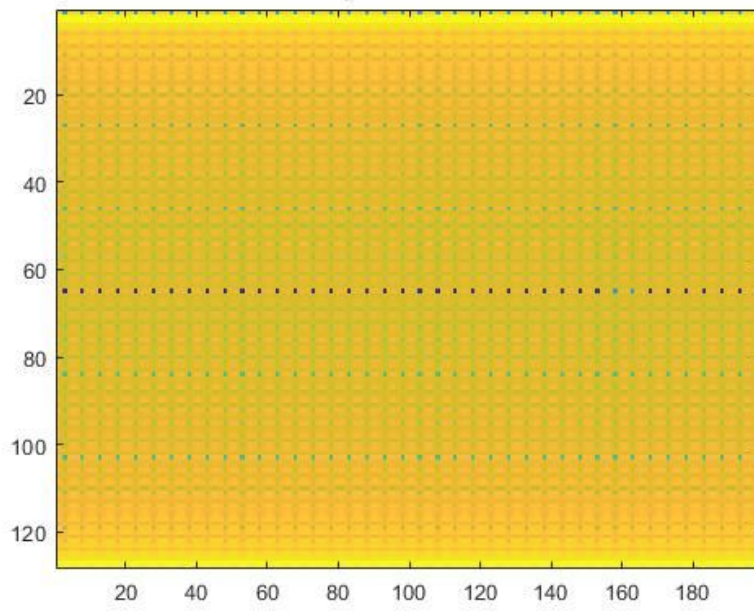
**cos<sub>2</sub>00Hz-8k.Set2**



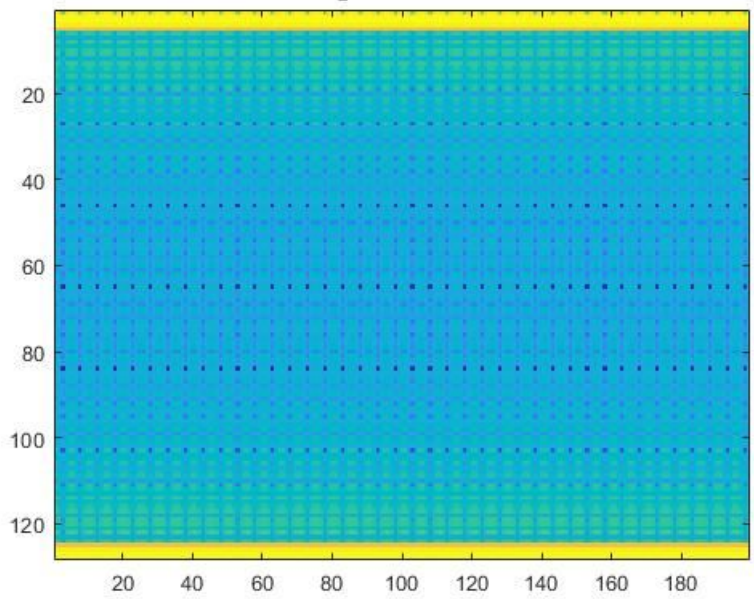


**cos220Hz-16k:**

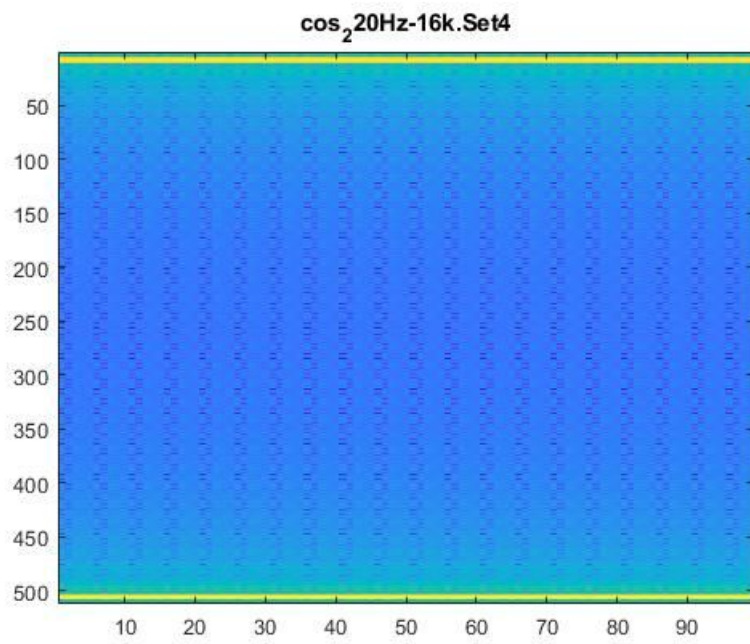
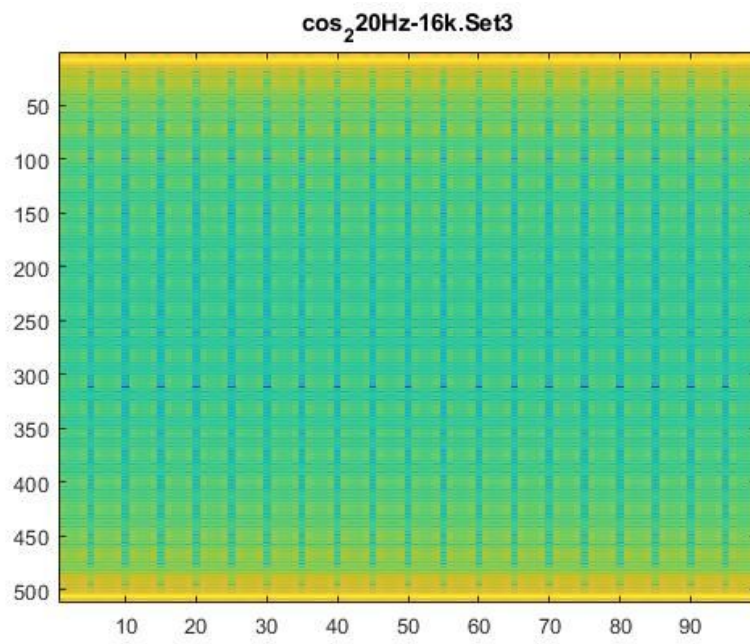
**cos<sub>2</sub>20Hz-16k.Set1**



**cos<sub>2</sub>20Hz-16k.Set2**

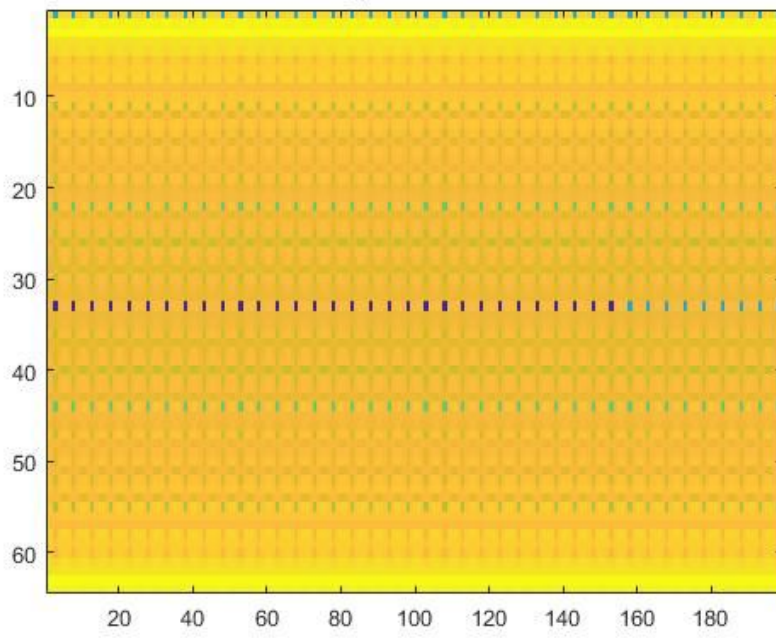




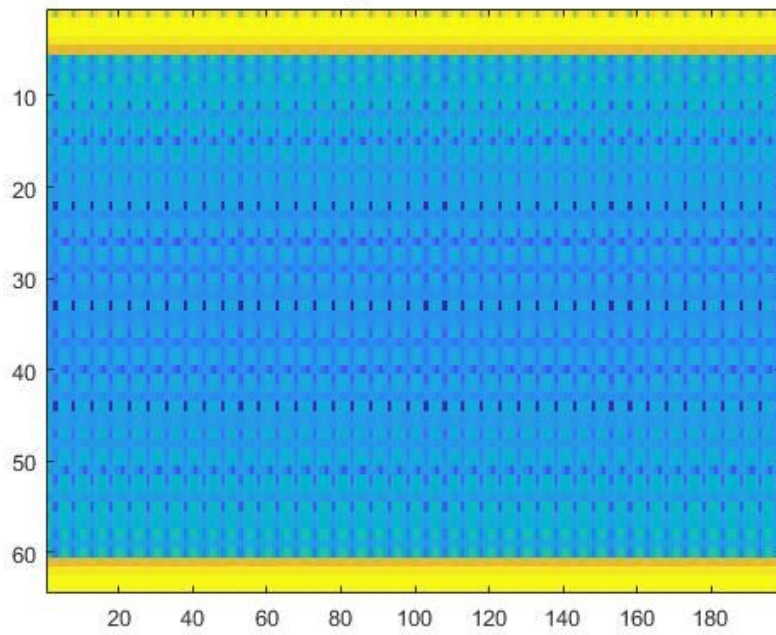


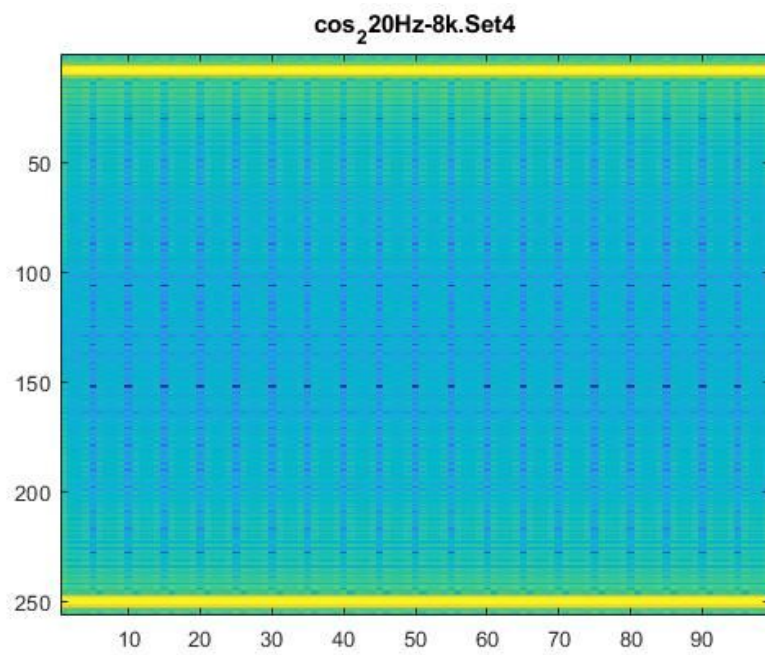
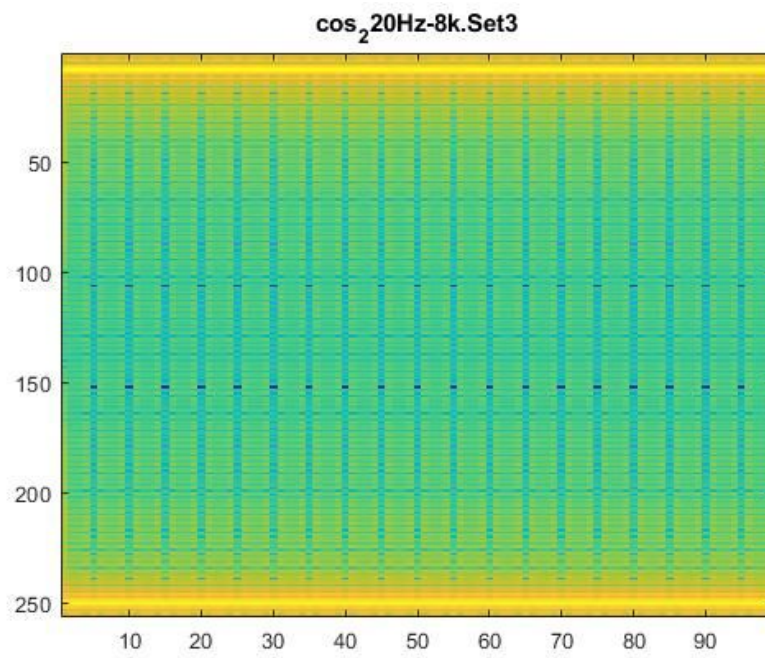
**cos220Hz-8k:**

$\cos_2 20\text{Hz-8k.Set1}$

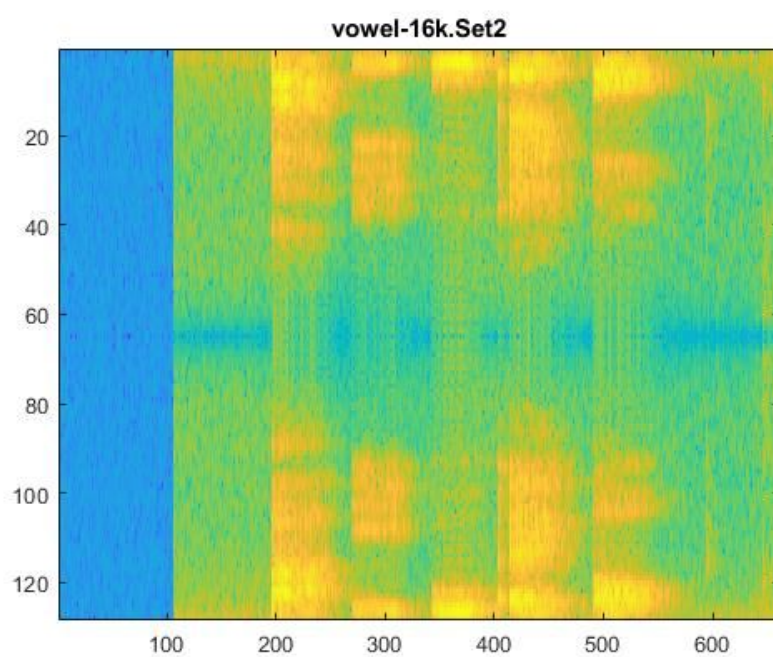
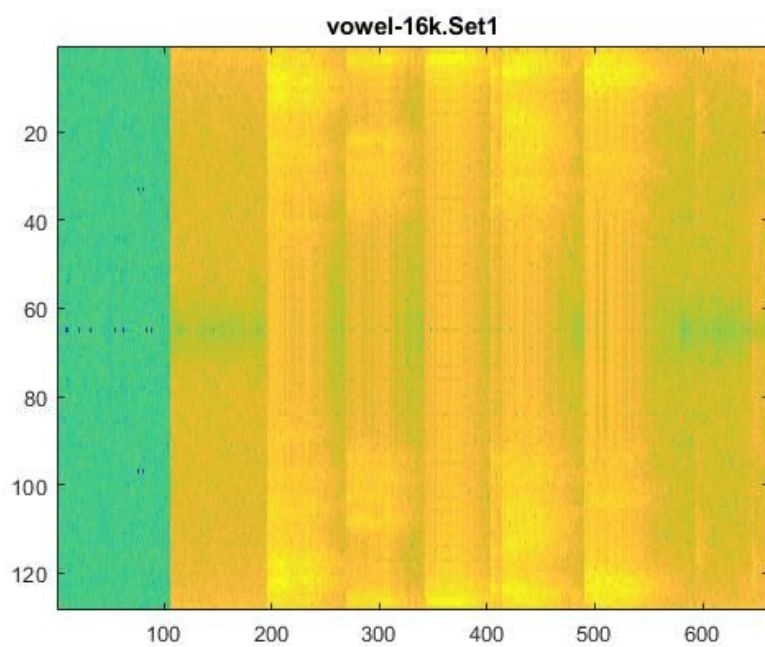


$\cos_2 20\text{Hz-8k.Set2}$

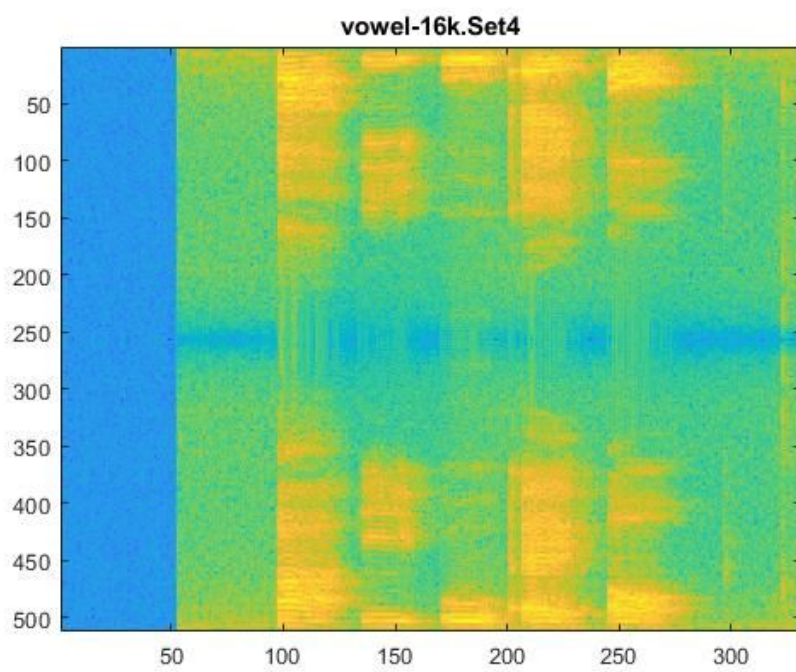
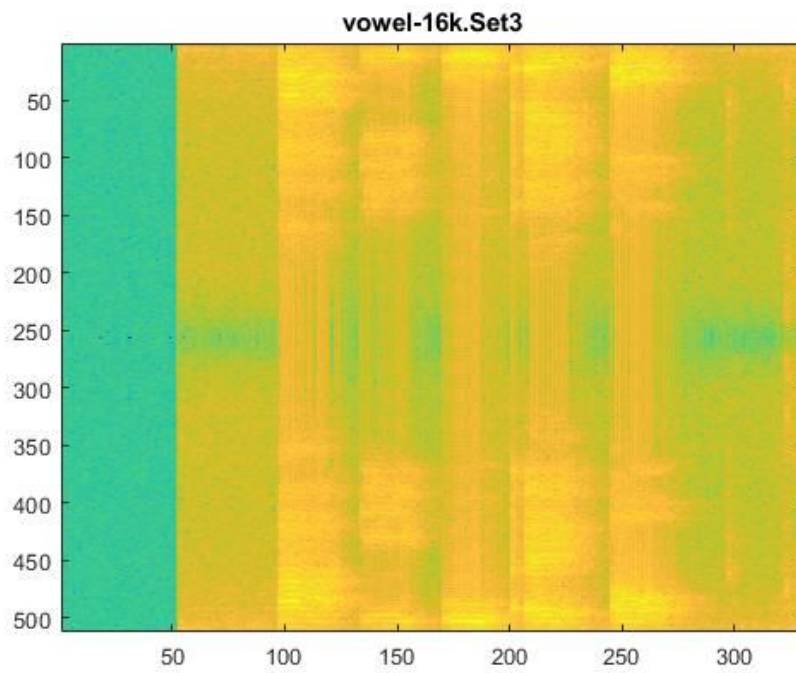




**vowel-16k:**

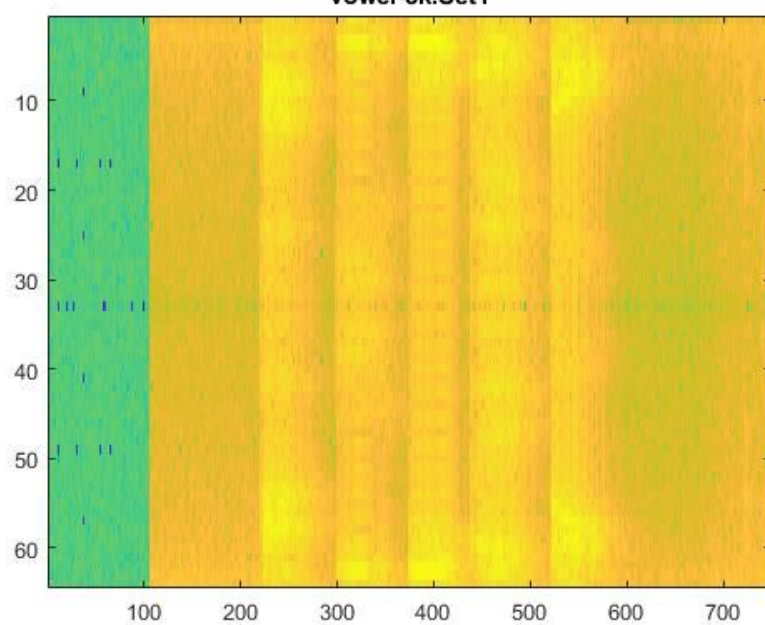






**vowel-8k:**

**vowel-8k.Set1**



**vowel-8k.Set2**

