

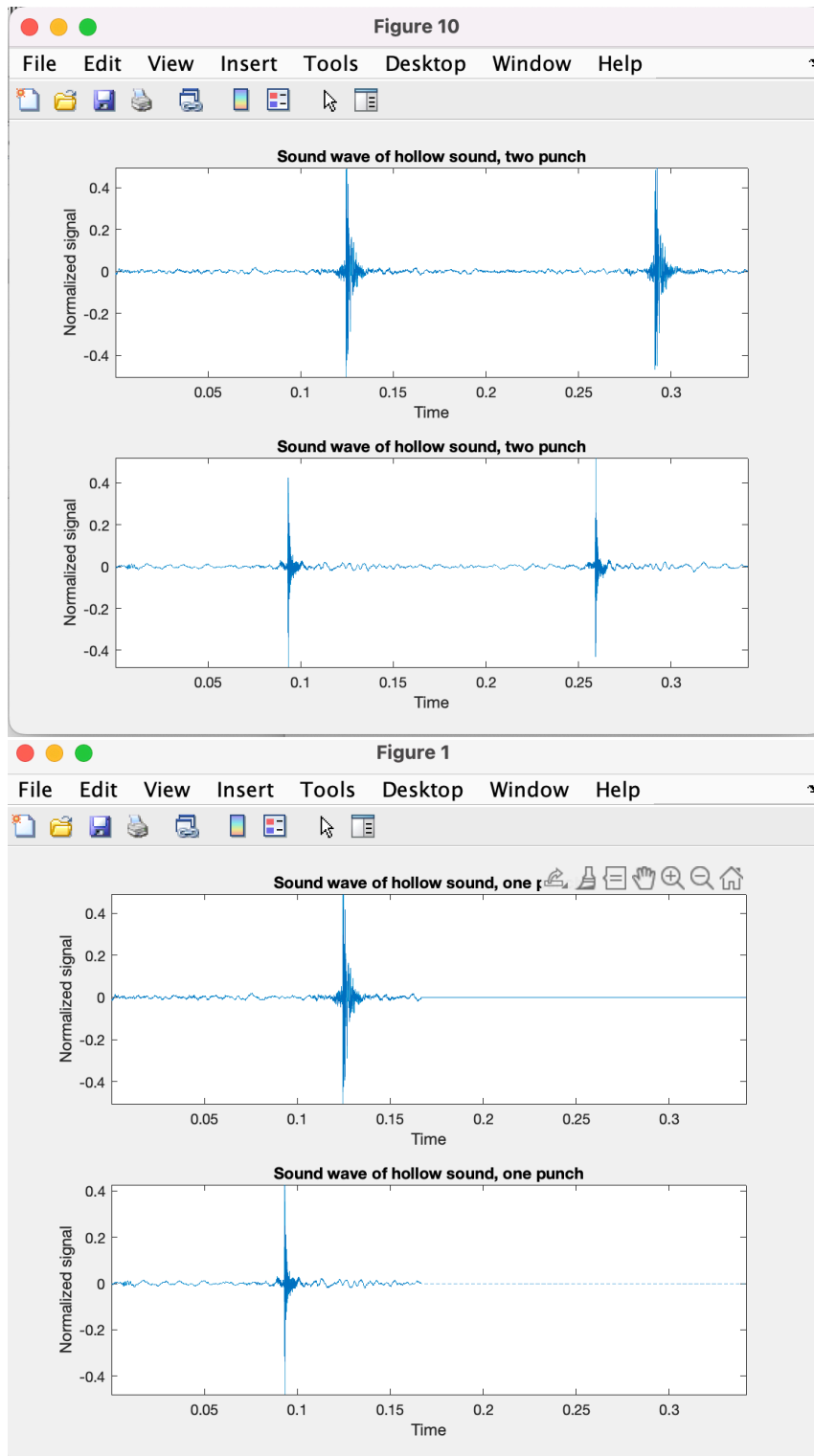
# Signal Processing FSR 和注意事项

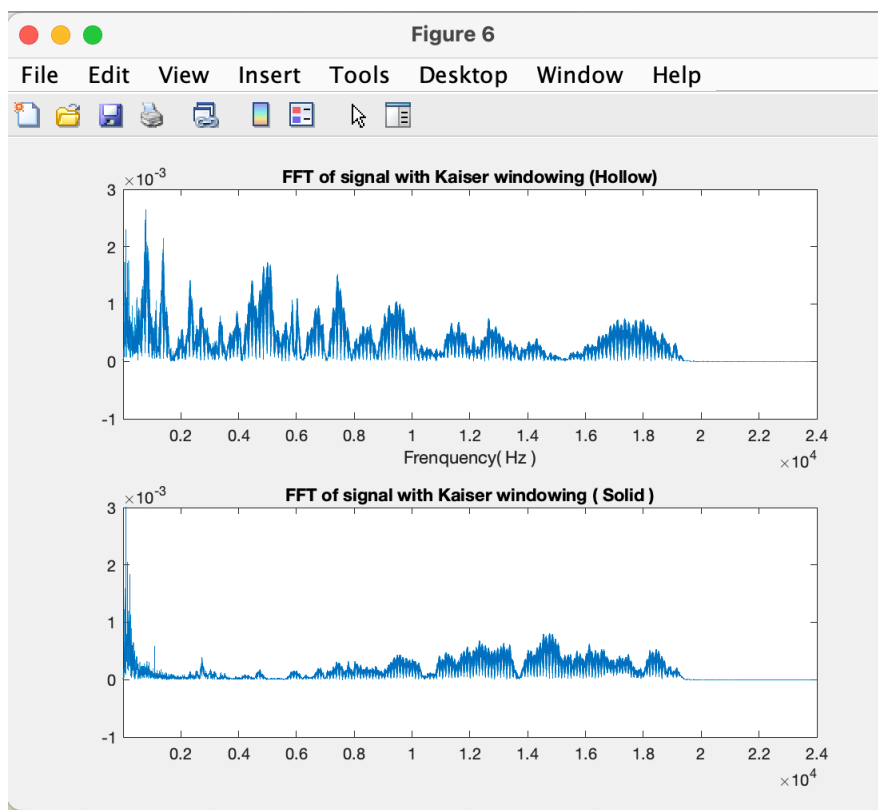
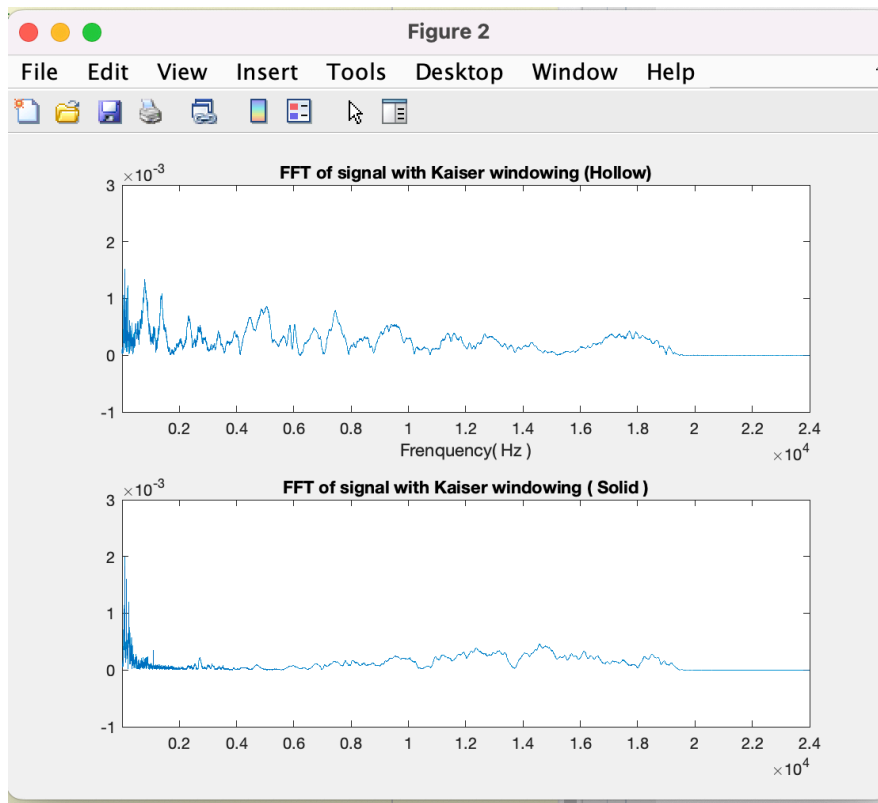
By Ryan, MuseLab

1. 关于小锤敲击频率，signal sampling rate 和 raspberry pi 处理速度（SFFT）的关系。

树莓派并没有提供 AD 转换设备（line in / Mic），需要外接设备，然后设置 sampling rate。

以下两张图展示了在同一个 time slot 里面一个敲击和两个敲击的 time domain and frequency domain 信号区别：





由于 iPhone 的 sampling rate 是 48kHz ， 所以 FFT 频谱的截止范围在 24000 Hz （从图上可以看到，实际采样频率只有41kHz 左右，iPhone 虚标？）

可以看出，在同样的 time-period 里面，如果存在一个或多个 punch 而不作任何处理，对于 fft 频谱的影响非常大，所以第一个需要考虑的是如何保证在每一个 time-perid 里，获得的是固定数

目的敲击 N，而 N 是由 sampling frequency  $F_s$  和本身敲击频率  $F_k$  共同决定的，然后  $F_s$  本身也需要由硬件的规格和树莓派的工作速度共同决定（perhaps two microphone needed）。

结论：树莓派舵机的敲击频率需要根据 AD 的抽样频率和处理器的处理速度三方共同决定。

## 2. Signal pre-processing

由于 hard-window ( square-box ) 在 frequency domain 会产生一个 Sinc function (  $\sin x / x$  )，所以在 frequency domain 进行 convolution 的时候会产生大量的 frequency domain noise (aliasing)，上面最后一个频谱产生很多 spike noise 就是因为这个原因，随着 time-period 里敲击数量的增加会越来越严重，所以在截取信号时，我们需要至少使用其中一种 decaying window (hamming, Kaiser etc. )，如下图，using Kaiser window with selected parameter，上图信号的频谱将变成：

汉宁窗

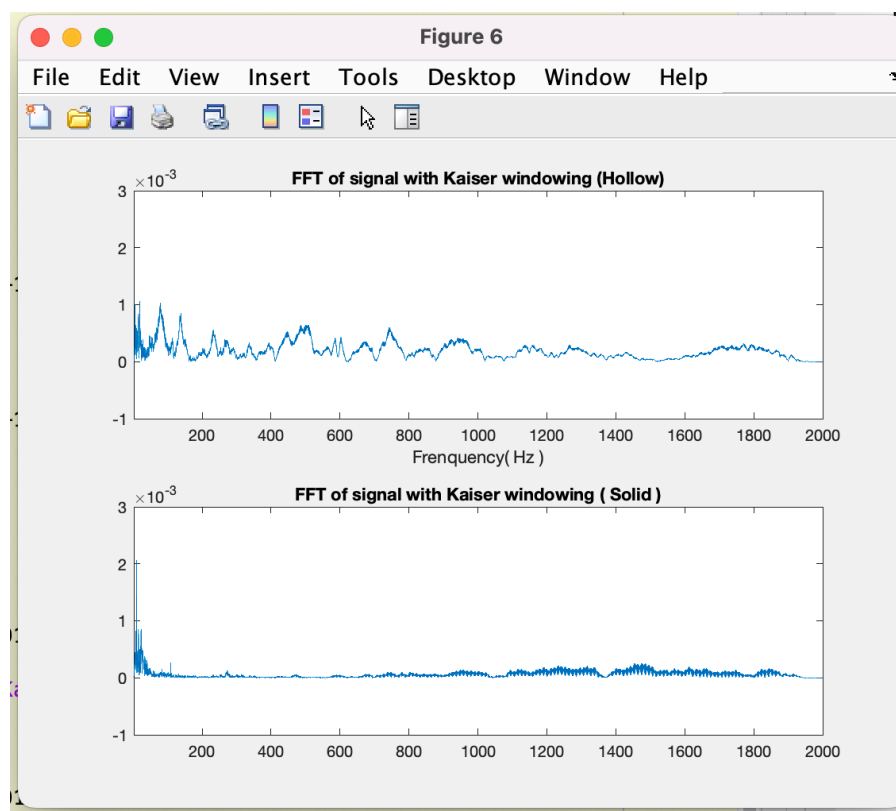
$$w_{Hann}(n-m) = \frac{1}{2} \left[ 1 + \cos \left( \pi \frac{n-m}{m} \right) \right]$$

海明窗

$$w_{Hamming}(n-m) = \frac{1}{2} \left[ 1.08 + 0.92 \cos \left( \pi \frac{n-m}{m} \right) \right]$$

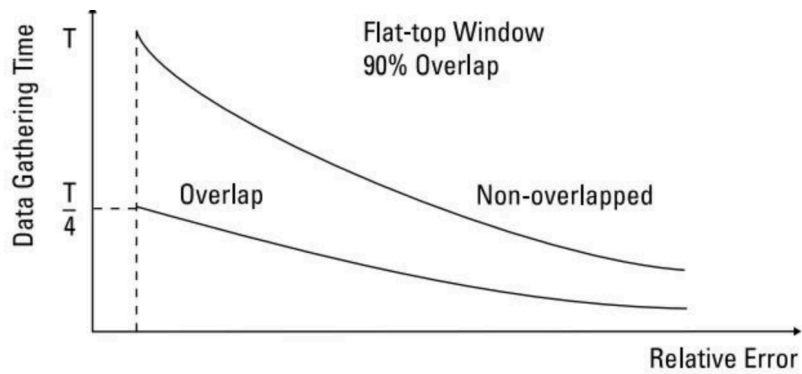
高斯窗

$$w_{Gauss}(n-m) = e^{-\frac{1}{2} \left( \frac{n-m}{\sigma} \right)^2}$$



在这个基础上我们才可以开始尝试进行正确的 signal classification。

3. 以上第二步的 pre-filtering 达到的目的是去掉 frequency domain noise, 但同时也会破坏 signal 本身所携带的 information, 因此在截取信号时, 为还需要考虑不同截取信号片段之间的 over-lapping 问题, 最大程度减少 losing information。



4. 最后的问题可能也是最麻烦, 就是针对不同材质如何处理的问题。合理的做法是根据当前环境和材料做 calibration, 这个可能需要大量的实验和试错, 需要时间投入。

End.