

請分別上傳程式碼及結果圖。

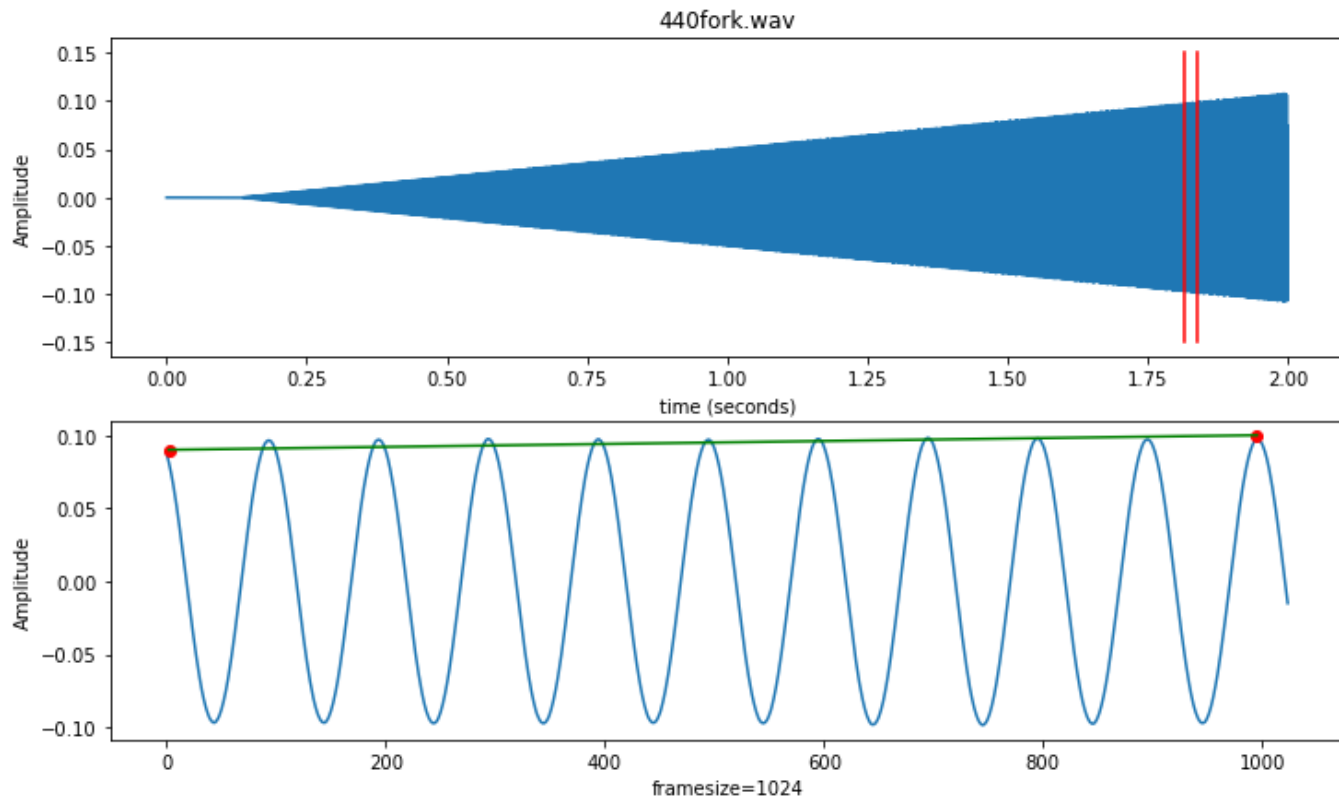
作業05

Ch03, 觀察音訊波形的音高

HW05

- 「音高」（Pitch）是另一個音訊裡面很重要的特徵，直覺地說，音高代表聲音頻率的高低，而此頻率指的是「基本頻率」（Fundamental Frequency），也就是「基本週期」（Fundamental Period）的倒數。
- 若直接觀察音訊的波形，只要聲音穩定，我們並不難直接看到基本週期的存在。
 1. 以一個 3 秒的音叉聲音來說，我們可以取一個 256 點的音框，將此音框畫出來後，就可以很明顯地看到基本週期。(音檔: **440.wav**, **tuningFork.wav**)
 2. 若以「中華」二字的發音來說，我們可以將「華」的部分放大，也可以明顯地看到基本週期。(音檔: **Zhonghua.wav**)
- 請繪上述兩個例子的圖，如以下三頁的圖所示。(要先對讀入的音訊正規化後，再繪圖。
(使用第二章所提的**Absolute Scaling**正規化))

1a 440fork.wav (encoded with signed 16-bit integer)

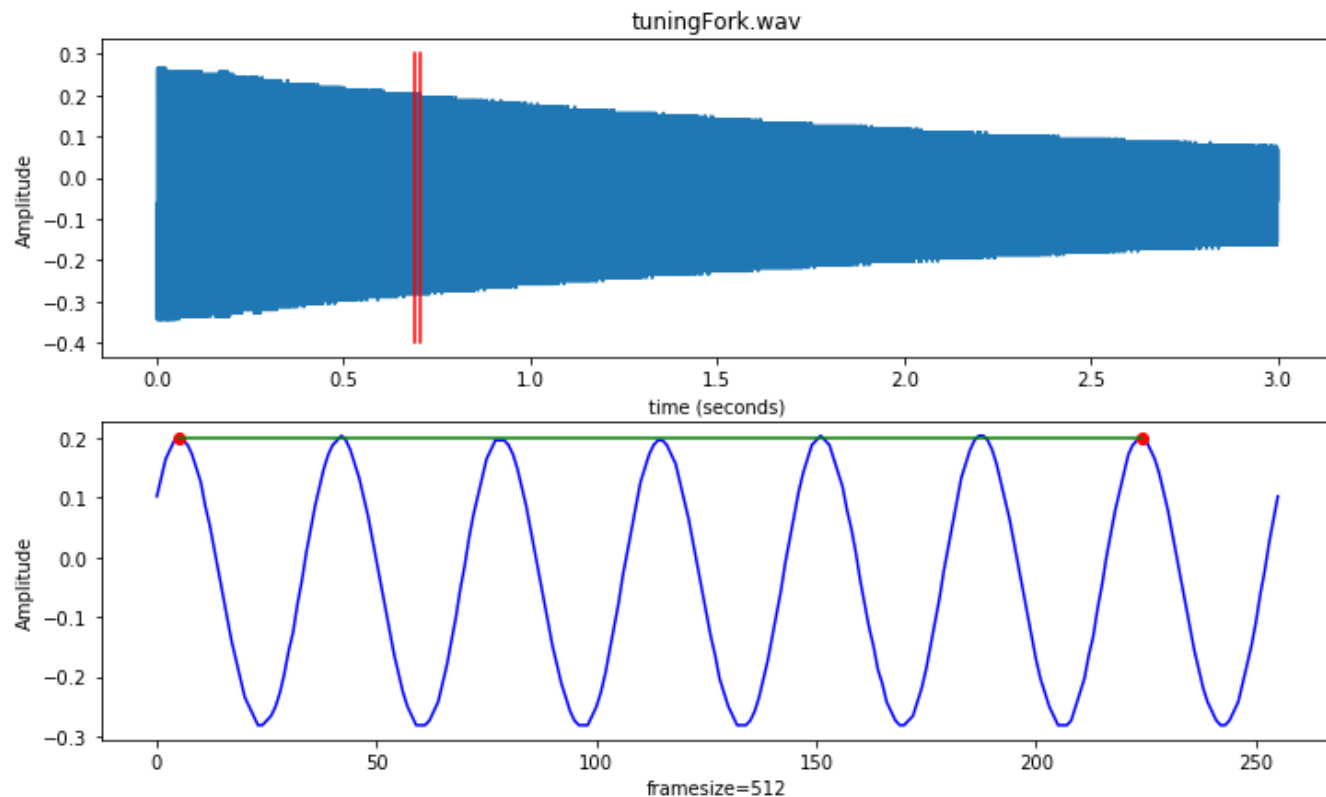


在觀察音訊波形時，每一個基本週期的開始點，我們稱為「音高基準點」(Pitch Marks, 簡稱 PM)，PM 大部分是波形的局部最大點或最小點，例如在音叉的範例中，我們抓取的兩個 PM 是局部最大點。

音叉的聲音非常乾淨，整個波形非常接近弦波，所以基本週期顯而易見。

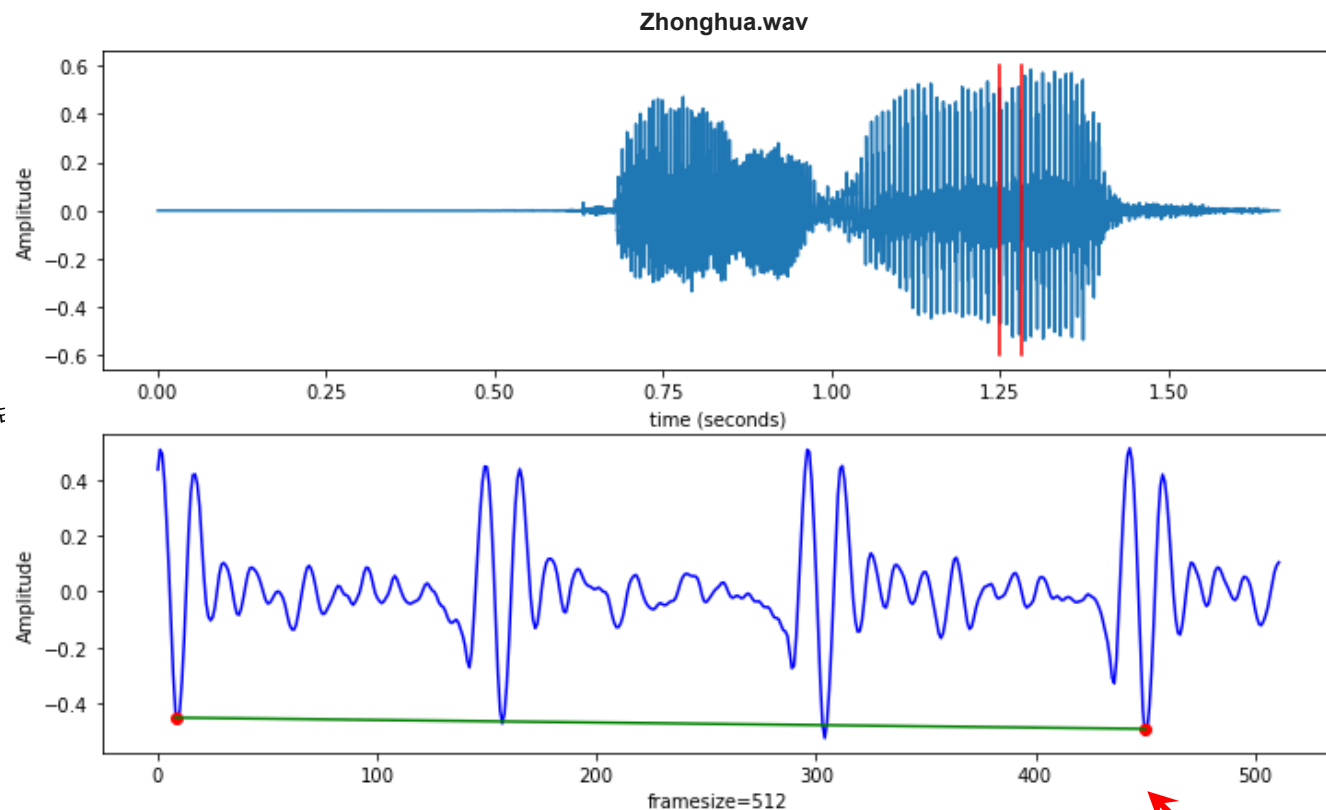
這裏的1024個取樣點：範圍是80000到81024

1b tuningFork.wav (encoded with **unsigned** 8-bit integer)



這裏的256個取樣點：
範圍是11000到11256

2 Zhonghua.wav (encoded with signed 16-bit integer)



在「中華」的聲音範例中，由於 PM 在局部最大點並不明顯，因此我們抓取了兩個局部最小點的 PM 來計算音高。PM 通常用來調節一段聲音的音高，在語音合成方面很重要。

此範例中，是從「華」的韻母附近抓出來的 512 點的音框，其中紅線部分包含了 3 個基本週期，總共佔掉了 402 (75~477) 單位點，因此對應的基本頻率是 $fs/(402/3) = 16000/(402/3) = 119.403 \text{ Hz}$ 。

這裏的 512 個取樣點：
範圍是 20000 到 20512