計算機科学実験及演習４
音響信号処理 レポート１

下田直樹

提出日: 2022 年 11 月 25 日

目次

1　演習２

あ

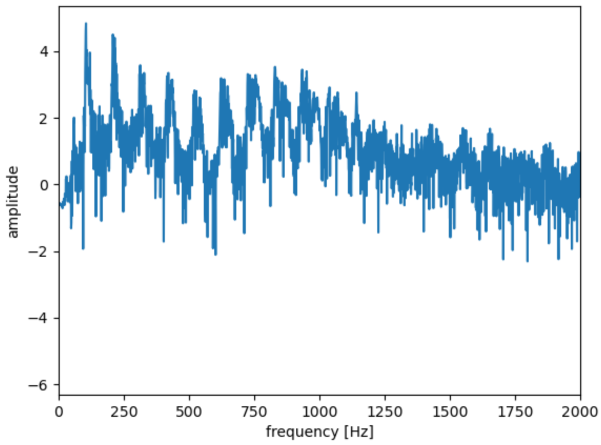

図１　”あ”の振幅スペクトル

い

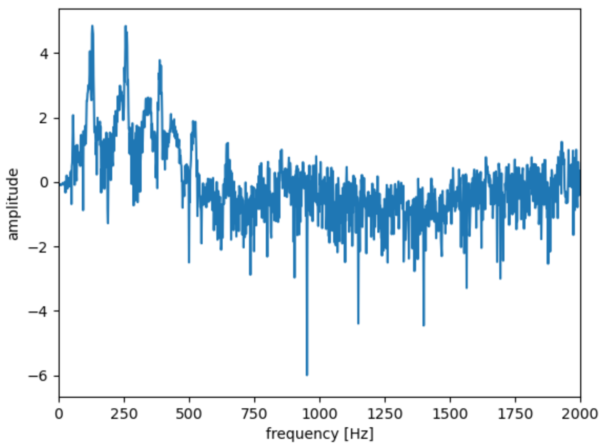

図２　”い”の振幅スペクトル

う

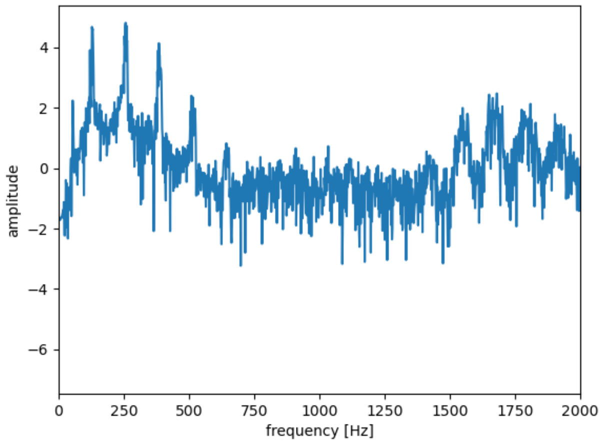

図 3 ”う”の振幅スペクトル

え

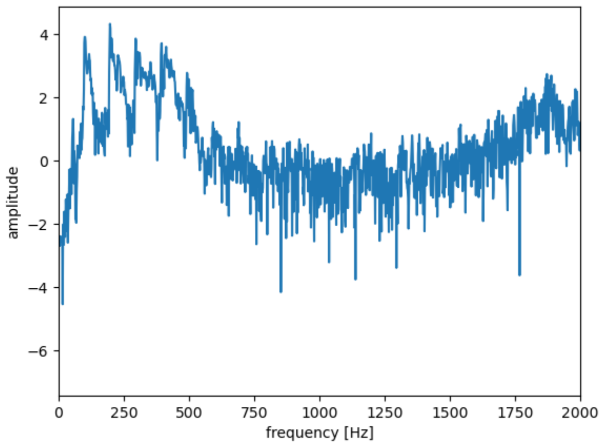

図 4 ”え”の振幅スペクトル

お

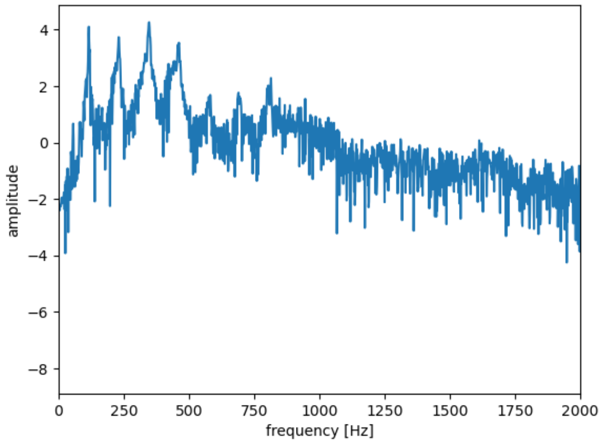

図 5　”お”の振幅スペクトル

2　演習 3： numpy.fft.rfft の動作

◯◯の定理より (?) 任意の信号 $x(t)$ は、振幅・周波数が異なる複数の正弦波を足し合わせることで次のように表現できる。ここで、f は正弦波の周波数であり、$X(f)$ は周波数 f の正弦波の振幅を表す。

$$x(t) = \int_{-\infty}^{\infty} X(f) e^{2\pi i f t} df$$

上式は、$x(t)$ が実数値をとる場合のため、積分区間が $-\infty$ から ∞ までの実数値となっている。ここで、$x(t)$ がデジタル信号の場合、$x_0, x_1, ..., x_{N-1}$ という N 個の離散的な値をとるため、数列 x_t と表現できる。

$$x_t = \sum_{f=0}^{N-1} X_f e^{\frac{2\pi}{N} fit}$$

この周波数 $f(f = 0, 1, ..., N-1)$ の正弦波の振幅 (重み) を求める方法が離散フーリエ変換であり、次式で表せる。

$$X_f = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{t=0}^{N-1} x_t e^{\frac{2\pi}{N} ift}$$

3　演習 5

先に録音した区切りのない「あいうえお」のスペクトログラムは図 6 のよう。

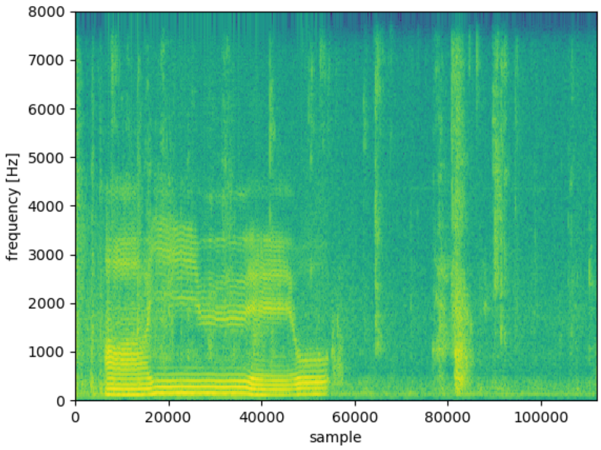

図 6　「あいうえお」のスペクトログラム

ただし、利用した窓関数は長さが 512, シフト長 10ms のハミング窓であり、スペクトログラムの縦軸は周波数、横軸は時間経過を表す。

4　演習 6：np.fft.rfft と np.fft.fft の違い

$$X_f = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{t=0}^{N-1} x_t e^{-\frac{2\pi}{N} ift} (f = 0, ..., N-1)$$

$x_t(t = 0, ..., N-1)$ が複素数であるとき、上式で定められる逆フーリエ変換を、高速フーリエ変換 (FFT) に基づいて行うのが np.fft.fft である。

ここで、x_t が実数の場合、$x_t e^{-\frac{2\pi}{N} ift}$ $(f = 0, ..., N-1)$ の値は、k 番目と $N-1-k$ 番目が複素共役になる。よって、N 個のデータうち前半を計算できれば、後半は前半の複素共役として求められる。これを利用して計算回数を減らしたフーリエ変換の計算方法が np.fft.rfft であり、実数値の信号 x_t に対してはこれを利用することができる。