

エレキギターの音の周波数解析

○雨宮賢和, 魚橋慶子 (東北学院大学)

1 はじめに

エレキギターは、弦振動をはじめとする多くの機械的性質を有する上に、音色を聞く際に電圧信号を出力する極めて特徴的な楽器である。この電圧信号を周波数解析することによって、機械的特性とそれによる個体差を生じる要因、および音色の良し悪しを判断することが出来ると考えた。

本研究では、オーディオインターフェースを用いた Python による波形の観察手法を整理するとともに、窓関数を用いたフーリエ変換によってエレキギターの音色の周波数解析を行い、入力信号および周波数スペクトルを可視化することで、ある程度の価格帯との相関関係を見出すことを目的とする。

2 諸条件

2.1 サンプリング条件

エレキギターの発するアナログ信号を数値計算するには、サンプリングにより AD 変換を行う必要がある。

サンプリングには分解能 24 bit、最大サンプリングレート 192000 Hz のオーディオインターフェースを使用した。

2.2 FFT と窓関数

一般に、高速フーリエ変換 (fast Fourier transform) は、ある周期関数 $f(x)$ の全体を三角関数の足し合わせに変換することで周波数成分を特定する。計算式を以下に示す。

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t)e^{-i\omega t} dt$$

ここで、 $f(t)$ は入力信号、 $F(\omega)$ は変換後の信号である。

ただし、今回は入力が離散値であるので、差分に変換する必要がある。よって、

$$F(n, \omega) = \sum_{m=-\infty}^{\infty} f_{[n+m]} w[m] e^{-i\omega m}$$

$$w(x) = \begin{cases} 0.5 - 0.5 \cos 2\pi x & (0 \leq x \leq 1) \\ 0 & (\text{otherwise}) \end{cases}$$

ここで、 $w(x)$ は Hanning 窓 (Hann 窓) と呼ばれ、これにより区間を指定したフーリエ変換

が可能になる。

今回は、エレキギターの弦を振動させた状態で録音を開始し、3 秒間のデータを全区間変換することとした。

3 結果

ここでは、サンプリングした波形の一例を掲載する。

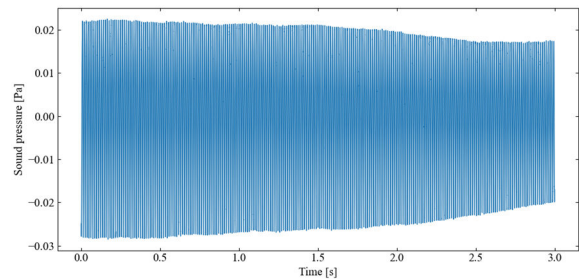


Fig. 1 入力信号 A

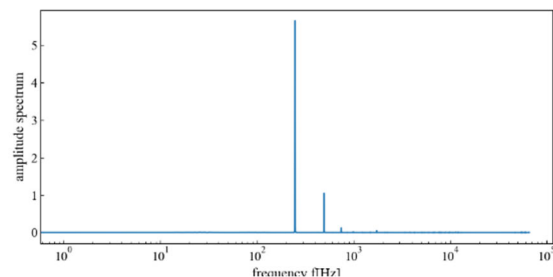


Fig. 2 FFT 出力結果 A

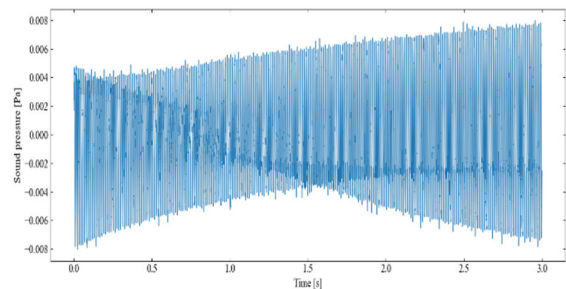


Fig. 3 入力信号 B

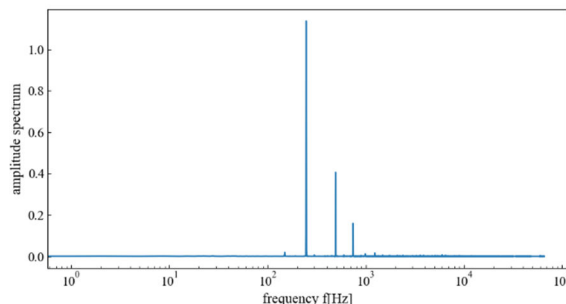


Fig. 4 FFT 出力結果 B

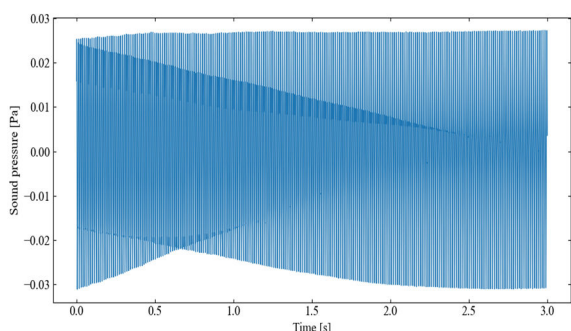


Fig. 5 信号入力 C

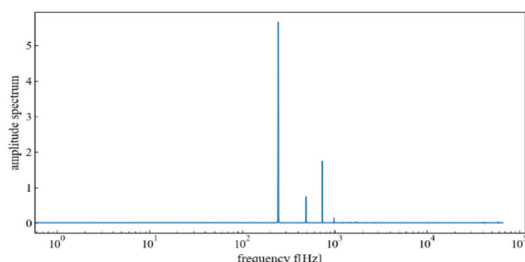


Fig. 6 FFT 出力結果 C

3.1 録音条件

例として挙げたギター A, B, C はそれぞれ、所謂ハイエンドモデルと、入門用のモデル 2 種である。

今回、エレキギター側の設定はボリューム、トーンつまみを最大に、ピックアップはフロントピックアップに統一した。また弦を弾く位置は、ナットからブリッジまでの全長の半分の位置(およそ 12 フレット付近)を弾き、単振動となるようにした。

3.2 各比較結果

まずギター A, B の入力信号を比較すると、A の波形の方が整っており、倍音成分も少なく、値段による性能差と予測することが出来る。

また B の入力振幅は録音した 3 秒間では増加しており、ギターによっては弦を弾いてから振幅が増減を繰り返しながら次第に減衰していくものもあったが、この特徴に値段による相関があるのかを調べるには、更に多くのサンプルが必要になる。

一方、ギター B, C を比較すると、同じ入門用モデルでありながら、波形の粗さに差があることが分かる。

また B は、入力波形の振幅にスパイクがあり、音量が安定していないことが分かる。

ただし、FFT の結果は、成分こそ一致していないが、主成分となる 240 Hz に対しては、割合的にどちらも同じように倍音が出ている。

4 おわりに

今回は、オーディオインターフェースを用いて Python で波形を観察する方法、および観察した単純な波形の比較を行った。Python には Pyaudio というバインディングが用意されており、それを用いることで簡単に音声入力信号を処理することが出来た。

また、波形の比較においては、期待通りの結果が得られたものもあればそうでないものもあり、数値処理の手法を変える必要がある。

特に FFT については、単調な倍音成分しか観察することが出来ず、その他の雑音となりうる周波数帯を観察できるようにし、比較する必要がある。

参考文献

- [1] 神永 正博, *Python で学ぶフーリエ解析と信号処理*, コロナ社, 2020 年.