

IIR フィルタと周波数解析

辰岡 鉄郎

リスト1 今回使うプログラムのひな形…ここに新たな関数や処理を追加していく

```

# -*- coding: utf-8 -*-
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
from scipy import signal
from scipy.fft import fft, fftfreq, fftshift,
                                rfft, rfftfreq

Fs = 200 # サンプリング周波数

Ph = 0.5 # ハイパス・フィルタ遮断周波数
Pl = 30.0 # ローパス・フィルタ遮断周波数
Nf = 1 # ハイパス・フィルタ/ローパス・フィルタの次数

Fn = 50.0 # ノッチ・フィルタ中心周波数
Q = 4.0 # ノッチ・フィルタのQ値

AMP_COEF = 5.0 / 2**12 / 1000 * 1000000
            # 5V / 12bitADC / Gain=1000 [us]

plt.rcParams["font.size"] = 16 # フォント・サイズ

YLIM = 310 # 波形のY軸レンジ(+/-)
VMAX = 100 # スペクトログラムの強度スケール

CH = 1 # 対象チャンネル (0: Ch1, 1: Ch2)
DAT_LEN = 100 # データ長 [s]

EYE_CLOSE = 43 # 閉眼時の開始時刻 [s]
EYE_OPEN = 70 # 開眼時の開始時刻 [s]
SPECRUM_LEN = 2 # スペクトルの解析時間 [s]

EEG_FILE_NAME = 'eeg.txt' # 脳波データ・ファイル

def read_dat(filename):
    dat = np.loadtxt(filename, delimiter='\t')
    dat = dat[0:int(Fs * DAT_LEN), CH] * AMP_COEF
    return dat

def plot_wave(dat, is_wide=True):
    t = np.arange(len(dat)) / Fs
    if is_wide:
        plt.figure(figsize=[11, 4])
    else:
        plt.figure(figsize=[7, 4])

    plt.plot(t, dat)
    plt.ylim(-YLIM, YLIM)
    plt.xlabel('Time [s]')
    plt.ylabel('Ch' + str(CH + 1) + ' [uV]')
    plt.show()

if __name__ == "__main__":
    dat = read_dat(EEG_FILE_NAME)

```

Pythonでデジタル・フィルタを設計、適用して脳波データに混入したノイズの除去を行います。また、脳波データの周波数解析を行い、開眼時と閉眼時の周波数の違いを確認します(図1, 次頁)。本章によって以下の内容を習得できます。

- Pythonを使ったIIRフィルタの実装(バターワース型/2次IIRノッチ)
- Pythonを使った周波数スペクトルの描画(パワー・スペクトル密度/ペリオドグラム/スペクトログラム)

脳波データや解析プログラムの入手先

脳波データは、実測した2チャンネルのデータを使用しました(本稿では、ノイズの比較的大きかったCH2のデータのみ使用)。保存されたテキスト・データをPython(Ver.3.7.7)を用いてオフラインにてフィルタ処理/周波数解析しています。なお、波形データおよび

スクリプトは、本誌ウェブ・ページから入手できます。

<https://www.cqpub.co.jp/interface/download/contents.htm>

Pythonプログラムの基本構成と準備するライブラリ

リスト1に今回使うプログラムの基本構成を示します。ここで示している関数はデータの読み込みとデータのプロットといった単純な関数のみですが、最終的には、以降で紹介するデジタル・フィルタの設計や周波数解析に使うさまざまな関数が追加されます。

本章では、Pythonの以下のライブラリを使用します。

- NumPy
- SciPy
- Matplotlib

Anacondaを使用している方は、上記は全てビルトインで含まれていますが、PyCharmなどを使用されている場合は、あらかじめインストールしておいてください。

また、今回使用したデータ(eeg.txt)はPythonのカレント・ディレクトリに置いてください。