

# 楽しい運動計測実習 データ解析編 (ver.3.4)

2023 年 3 月 13 日

以下のデータ解析用プログラムを作りなさい。プログラミング言語については、特に指示がない限り好きなものを用いてよい。

## 1 バンドパスフィルタについて

一般に計測信号にはノイズがのるので、S/N 比をよくするためにバンドパスフィルタを用いる。

ただし、単純にバンドパスフィルタをかけて得られるデータは元データに対して少し時間ズレを起こすことが多い。そこで、順方向と逆方向の両方から一回づつフィルタ処理することで時間的なズレを補正する。この処理は、python ならば scipy の filtfilt 関数を使えば自動で行われる。

## 2 筋電データの処理

### 2.1 周波数分布の確認

1. 筋電位の周波数分布を調べなさい
2. ノイズと思われる特徴的な周波数はないか確認しない
3. 筋電位の周波数分布は負荷に応じて変化するか確認しなさい。

### 2.2 フィルタ処理

筋電位は、おおむね以下の手順で処理することが多いが、目的によっていろいろな方法がある。

1. **バンドパスフィルタ**: Delsys の筋電計には、20Hz 以下の低周波ノイズを遮断するためのバンドパスフィルタが搭載されている。さらに、取得筋電位に対してバンドパスフィルタをかけることで、ノイズ成分を除去する。Delsys による推奨のバンドパスフィルタは、スロープ 12dB/oct で設計された 20-450Hz のバタワース (Butterworth) 型フィルタだが、目的に応じて変わることもある。筋電計に内蔵されているバンドパスフィルタによる処理で十分と思われる場合は、この処理を省くこともある。
2. **整流**: 筋電位  $E(t)$  を整流する (絶対値をとる)。
3. **低周波フィルタ or 平滑化** (どちらを用いるかは指示に従うこと)
  - (a) 平滑化の場合は、適当な幅  $\Delta T$  の窓内での積分値を求め、筋肉の活動度を見る指標とする。つまり、時刻  $t$  における筋肉の活動度  $a(t)$  は以下で評価することになる。

$$a(t) = \frac{1}{\Delta T} \int_{t-\Delta T/2}^{t+\Delta T/2} |E(t)| dt$$

以下のような Root Mean Square(RMS) を用いることも多い。

$$a(t) = \sqrt{\frac{1}{\Delta T} \int_{t-\Delta T/2}^{t+\Delta T/2} E(t)^2 dt}$$

Python や R の場合、「移動平均」で google 検索すれば計算に利用できるライブラリがすぐに見つかる。ただし、移動平均をとることで時間情報がずれることがあるので、注意すること。

- (b) 低周波フィルタを用いる場合は、3 次のバターワースフィルタを使う。遮断周波数は目的に応じて変更すること。

4. 正規化: 本実験では行わないが、一般には必要になることが多い。

各処理過程におけるデータはそれぞれグラフ表示により確認し、処理が適切に行われているかを確認すること。

## 2.3 運動軌道データの処理

### 2.3.1 運動軌道データの切取り

1. 計測によって得られた身体軌道のデータの内容を確認し、フォーマットとデータ (数値) の意味を把握しなさい。フォーマットは、使うソフトウェアの種類によって異なるが、大抵以下のようになっている。
  - (a) ヘッダ部 (始め): 計測条件, データの各列のタイトル
  - (b) データ部: シーン番号、マーカ ID、x 座標, y 座標, z 座標等
  - (c) テール部 (最後): 計測データを統計処理したデータが格納されている。
2. データファイルの名前を `joints.csv` とするとき、このファイルからデータ部のみを取り出した `pos-joints.dat` と、それ以外 (ヘッダ部とテール部) のみを取り出したファイル `info-joints.dat` を作成するシェルスクリプト `getdat.sh` を作りなさい。各出力ファイルの仕様は以下の通りとする。
  - (a) `pos-joints.dat` は、データ部をそのままとり出す。
  - (b) `info-joints.dat` は、データ部以外を取り出す。(もしあれば) ダブルクォーテーション (") は取り除く。取得データファイルにおいて、データ部の行頭が数字であることを利用すれば、`egrep` コマンドを使ってデータ部とそれ以外をそれぞれ抽出できる。

### 2.3.2 運動軌道データの処理

モーションキャプチャーシステムにより取得した運動軌道には一般にノイズがのっているため、低周波フィルタによるノイズ処理を行う。低周波フィルタには三次バターワースフィルタがよく使われる。遮断周波数は 8-10 Hz 程度にすることが多いが、ノイズの強さや、注目する運動の速さや時間に応じて変更する。

1. 指示に従って、運動軌道データを平滑化、もしくは低周波フィルタ (3 次バターワースフィルタ) をかけなさい。低周波フィルタの場合、遮断周波数が 5 Hz, 10 Hz の場合について、ノイズが適切に除去されることを確認しなさい。

## 2.4 プレゼンテーション作成

1. 実験結果をプレゼンにまとめなさい。
2. 実験の目的、手法、結果、考察を自分なりにまとめること。
3. 生データや処理したデータはグラフ (x-t, y-t, x-y 等) にして考察しなさい。
4. 結果をわかりやすく示す図表を作ること。
5. グラフ作成には表計算ソフトは使わず、python や R のグラフ作成ライブラリを使いなさい。