

楽しい運動計測実習 データ解析編 (ver.3.2)

2021 年 11 月 10 日

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 データ解析 (各個人): 目標 5 日間

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は好きなものを用いてよいが、シェルスクリプトを作成するように指示があるときにはその通り作成すること。

2.1 筋電データの処理: 目標 3 日間

計測した EMG 信号は、正常に取得されているかを確認の上、平滑化およびフィルタ処理を行う。一般には以下のように処理する。ただし、遮断周波数は目的に応じて大きく変えることも多い。

1. 高周波フィルタ: 遮断周波数は数 Hz から 10Hz 程度。直流成分や低周波数のドリフトを除去。バンドパスフィルタを用いて高周波ノイズを遮断する場合もある。
2. 整流
3. 低周波フィルタ: 遮断周波数は 15Hz 程度。平滑化を行う場合もある。
4. 規格化

フィルタ処理には一般にバターワースフィルタが用いられることが多い。

以下の処理を行うプログラムを作りなさい。

1. **高周波フィルタ**: 筋電位に遮断周波数 10 Hz の高周波フィルタ (3 次バターワースフィルタ) をかける。
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 ΔT 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。

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

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。

- (b) 低周波フィルタを用いる場合は、上記の「高周波フィルタ」の項目を参考にし、遮断周波数は 15 Hz に設定しなさい。ただし、必要に応じてこの遮断周波数は変更しても良い。
4. **規格化**: 各筋電位について最大値を 1 とするように規格化しなさい。

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。

2.2 運動軌道データの処理: 目標 3 日間

2.2.1 運動軌道データの切り取り

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取り出す。
 - (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。

2.2.2 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を用いることが一般的である。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に応じて変更する。

運動軌道データに高周波フィルタ (3 次バターワースフィルタ) をかけるプログラムを作りなさい。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。

2.3 プレゼン作成: 目標 3 日間

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。