

第3章

筋電図で分かる振幅が変動する高周波波形の強度変化と平均周波数や周波数中央値などのスペクトル統計量の算出

FIRフィルタを利用した包絡線検出とスペクトルの統計解析

辰岡 鉄郎

本章では筋電図を扱います。筆者が以前製作した測定装置と電極(コラム1)で筋電図を測定し、得られた波形から3種類の強度波形を算出します。さらに6項目のパワー・スペクトルの統計値を算出して、周波数成分の変化を見てみます(図1)。本章を読むことで以下の習得が可能です。

- 包絡線検出の実装
- FIRフィルタを設計
- スペクトルの統計値を算出する

時系列データ・サンプルと体験のためのプログラムは本誌ウェブ・ページからダウンロードできます。

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

本章で体験する信号解析

● 筋電図波形の強度を抽出する

筋電図は、高周波を含んだ帯状の波形が、帯が太くなったり細くなったりするAM変調されたような波形が得られます。その中から、帯の振幅の変化に相当する本来の筋電図の強度を抽出します。

筋電図の強度の把握には、全波整流平滑化または積分筋電図と呼ばれる、全波整流後に積分回路(ローパス・フィルタ)を適用する方法や、窓をずらしながら実効値(実効値)を算出する方法、包絡線などが用い

られています。今回は筋電図波形に対し、負荷強度の指標となるこれらの波形を算出します。

▶ 1, 全波整流平滑化

全波整流平滑化(積分筋電図, integrated EMG)では、

- 全波整流
- ローパス・フィルタ(遮断周波数2.6Hz)

の処理を行います。ローパス・フィルタは、アナログ回路のRCフィルタを再現した1次IIRフィルタを使用します。全波整流平滑化処理は絶対値の平均を求める処理に相当します。

▶ 2, 実効値

実効値(RMS: Root Mean Square)の算出は、算出区間となる窓(101ms間)をずらしながら、

- 2乗
- 平均
- 平方根
- 遅延補正

の処理を行います。

▶ 3, 包絡線

包絡線(Envelope)の算出には、

- 2乗/2倍
- ローパス・フィルタ(遮断周波数6Hz, 167タップFIRフィルタ)
- 平方根
- 遅延補正

の処理を行います。この処理でなぜ包絡線が求まるかはコラム2で解説します。なお、アナログ回路で構成したローパス・フィルタの遮断周波数が0.159Hzと、

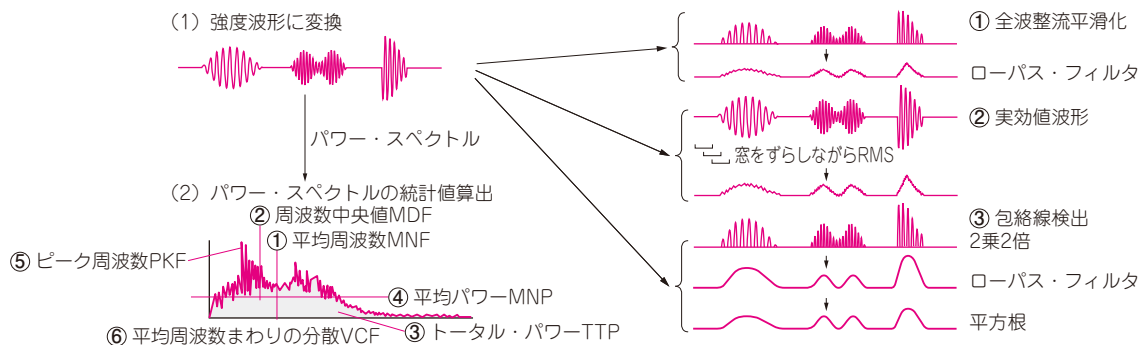


図1 本章で体験する信号処理