
Open Platform of Transparent Analysis Tools for fNIRS

付録:フィルタプラグイン

国立研究開発法人 産業技術総合研究所

POTATo においてフィルタとは "Baseline Correction"や"区間化 (Blocking)"など 1つの実験データに対して行う解析処理のことを意味します。

フィルタは通常プラグインにより作成されており、プラグイン状況により増減があります。ここでは、主なプラグインについて説明します。

表 1 説明フィルター一覧

サブ関数名	内容
Band Filter	帯域フィルタを実行する
Baseline Correction	刺激期間をベースに、ベースライン補正を行う
Baseline fitting	多項式を用いたベースライン補正を行う
Blocking	連続データを区間データに変更する
EvalString	指定文字列を Evaluate(式またはステートメントとして実行)する
Mark Edit	刺激マークを編集する
Motion Check	体動を検出する
Moving Average	移動平均を行う
Polyfit-Difference	多項式を用いたベースライン補正を行う
Set zero level	特定の期間の平均値を用いてベースライン補正を行う
t test	T 検定を行う

Band Filter

機能

帯域フィルタを実施します。

バンドパスフィルタ、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタを実施出来ます。また、Signal processing ツールボックスがある場合は Butterworth も利用出来ます。

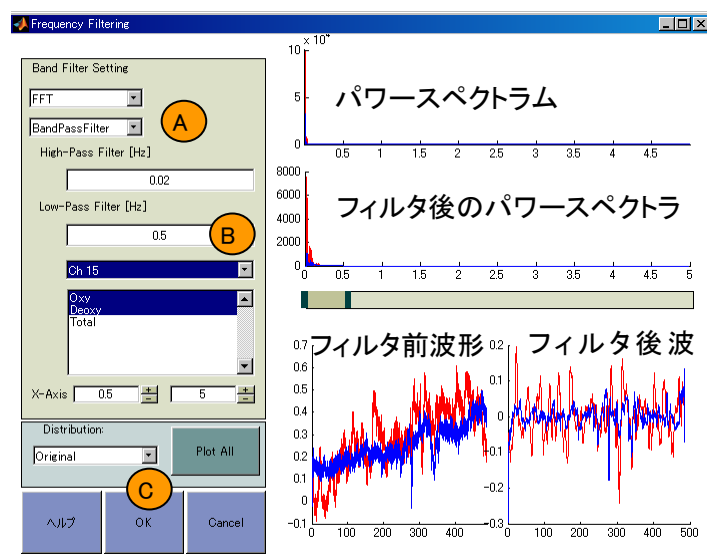
パラメータ設定

フィルタのタイプを (A) で選びます。また周波数領域を (B) で設定します。

設定後、フィルタ後のパワースペクトラムと波形が更新されます。全てのフィルタ後図形を参照したい場合は Plot All を押します。

(C) の Distribution は波形結果を表示する方法を指定します。Original では、光トポグラフィの配置と同様に表示を行い、 $N \times N$ では、計測チャンネル数が行・列共に同数になるように表示を行います (25チャンネルならば 5×5)。

内容が良ければ OK ボタンを押してパラメータを決定します。



Baseline Correction

機能

Baseline Correction はベースライン補正を実施し、単調増加もしくは単調減少するノイズを取り除きます。

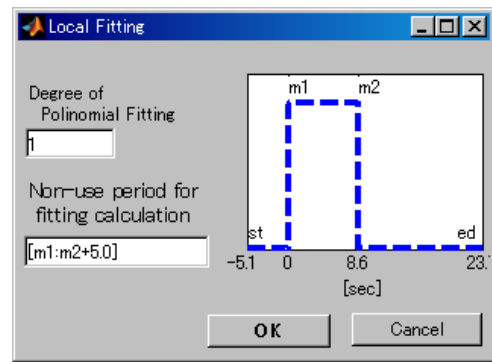
区間データの刺激期間を参考にし、一部の区間を除いたデータに対して n 次式フィッティングします。その結果をベースラインとし、元データからベースラインを差し引きます。

パラメータ設定

Degree of Polynomial Fitting には多項式フィッティングを行う次数 n を設定します。通常1です。

Non-use period for fitting calculation にはフィッティングしない領域を指定します。このとき、刺激開始時刻を0として秒単位で指定します。

また、刺激開始時刻、終了時刻を $m1$, $m2$ と、ブロックの開始時刻、終了時刻をそれぞれ st , ed と文字列で指定することが可能です。



実行例

% -- Baseline Correction --

```
t=[0:0.01:1];
```

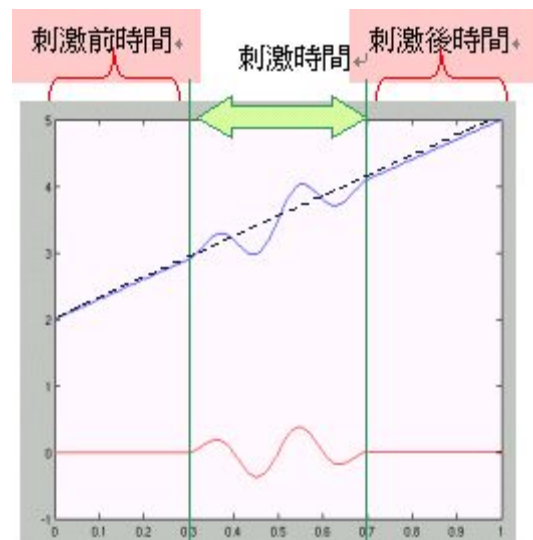
```
t2 = zeros(size(t));
```

```
t2(31:71)=[0.3:0.01:0.7]'; % 0.3~0.7 の期間のみ非ゼロ
```

```
y=2+3*t + sin(t2*pi*10).*(t2-0.3).*(t2-0.7)*10;
```

上記データ y に対し、1次の[0.3:0.7]をフィッティングしない領域に設定した場合の結果を右図に示します。

ここで y を青色の実線、フィッティングした1次式の結果を黒の破線、フィルタ結果データを赤の実線で示しています。



Baseline fitting

機能

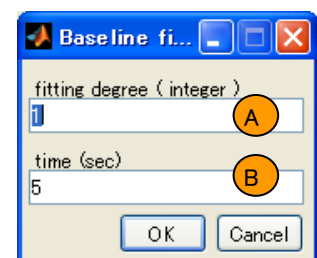
Baseline fitting はベースライン補正を実施し、単調増加もしくは単調減少するノイズを取り除きます。

連続データもしくは区間データの最初と最後の t 秒間のデータを n 次式フィッティングします。その結果をベースラインとし、元データからベースラインを差し引きます。

パラメータ設定

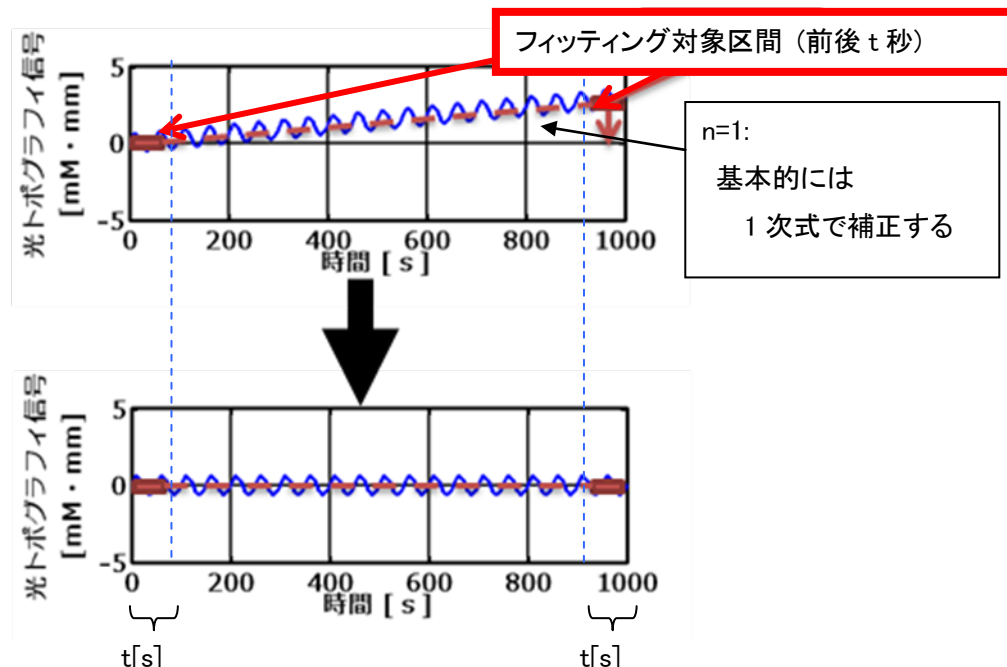
fitting degreeにフィッティングを行う次数(n)**(A)**を入力します。時間とともに単調増加もしくは単調減少するノイズを取り除くために、通常1に設定します。

time(sec)**(B)**にはフィッティング対象とするデータの最初と最後の秒数を指定します。



実行例

下図のように時間に比例する短調増加するノイズがある場合、fitting degree を1として、短調増加ノイズを除くことができます。



Blocking

機能

連続データから刺激区間を中心にデータを切り取り、取り出します(ブロッキング)。このことにより、連続データは区間データに変換されます。

連続データは(時間×CH×種類(Oxy Deoxy Total))の3次元配列ですが、区間データはブロック×時間×CH×種類の4次元配列になります。

データの詳細はマニュアル『基本操作』の POTATo データをご参照ください。

パラメータ設定

Relaxing time of Pre-Stimulation [sec]

刺激区間の前秒前から切り出すか

Relaxing time of Post-Stimulation [sec]

刺激区間の前秒前から切り出すか

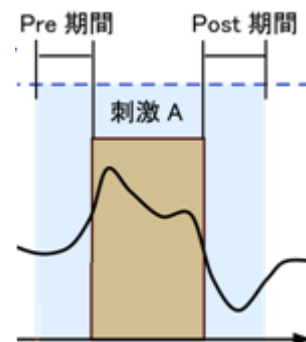
Using Marker

切り出す区間のマークを指定

刺激区間 A ならば1を入力、

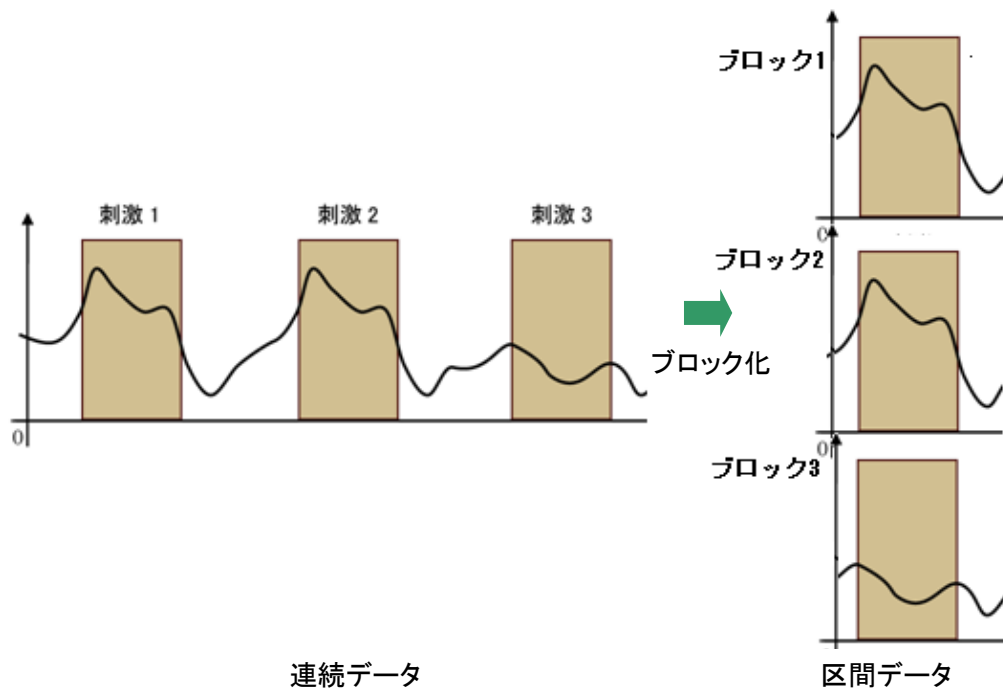
全て選択する場合は All を指定

ブロッキング後、時間軸は変更され、全体のデータを時間で区切って持ちます。取り出す際、刺激があった時間だけではなく、解析・比較のために刺激の前後の時間のデータも取っておく必要があります。



詳細説明

入力の連続データと区間データのイメージを以下に示します。



実行時、区間データの刺激期間が大幅に異なる場合はエラーとなります。エラーと判定するための期間の差異の最大値は、POTATo メイン画面の Setting メニュー、Stim-Diff-Limit により設定できます。

EvalString

機能

指定した文字列を Evaluate (式またはステートメントとして実行)します。

実行環境下では、計算対象の POTATo データが、hdata(ヘッダ)、data(データ)という変数名で与えられており、変更は hdata、data に反映されます。

その他の変数には影響を与えません。

パラメータ設定

Enter : A (character): 操作者の任意の MATLAB コードを記入する実効する文字列を指定します。

実行例

体動検出の結果、全チャンネル中、3 チャンネル以上で体動が見つかった場合に、その全チャンネルに対し、体動があったかのようにフラグを設定し、データを使わないようにする方法を説明します。

前提条件として、このフィルタ実行前に、

- i) 体動チェックが実施されていること
- ii) ブロック化が行われていること

とします。

引数に以下のパラメータを設定します。

```
f=squeeze(sum(hdata.flag(1,:,:),3);hdata.flag(1,:,:)=0;hdata.flag(1, f>=3N,:)=1;
```

以下の通り、パラメータの説明をします。

POTATo 区間データのヘッダ内のフラグ、hdata.flag はフラグの種類×ブロック×チャンネルの3次元データです。

```
f=squeeze(sum(hdata.flag(1,:,:),3));
```

最初に各ブロックの体動検出チャンネル数を求めています。

```
hdata.flag(1,:,:)=0;
```

上記により一旦フラグをゼロクリアし、下式にて 3 チャンネル以上で体動が見つかった全ブロックに体動ありを意味するフラグを設定しています。

```
hdata.flag(1,f>=3,:)=1;
```

Mark Edit

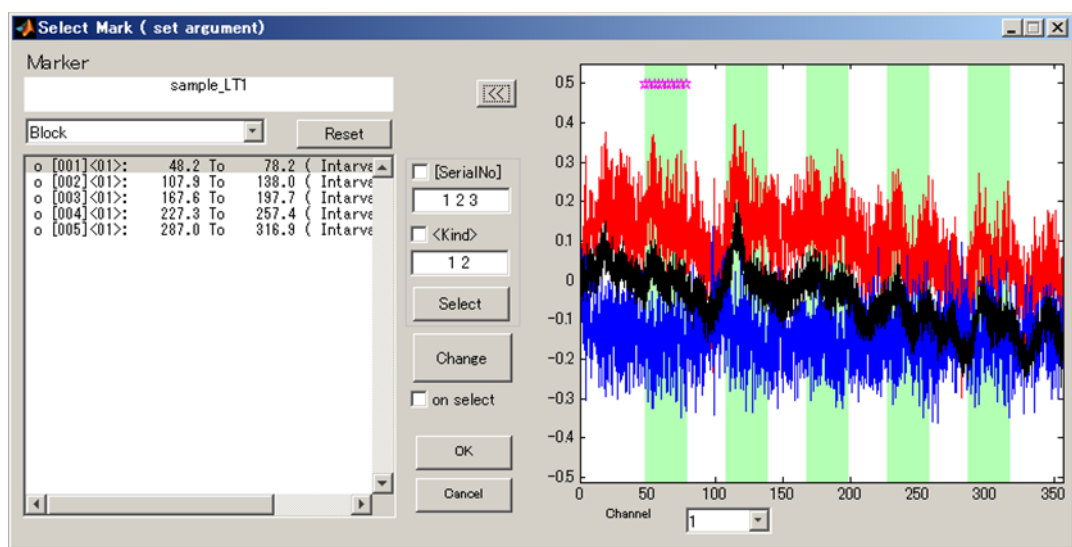
機能

光トポグラフィ計測時に入力した刺激マークを編集します。

ここで刺激を無効にすることにより、無視できないノイズのあるデータデータを除くことができます。

パラメータ設定

パラメータ設定画面は以下のようになります。



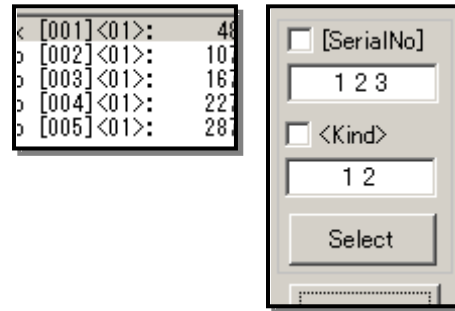
≫」ボタンを押すとデータ中のマークの詳細を確認することができます。

右側に時系列データ内に、刺激区間は薄緑色でマークが表示され、選択中のマークにはピンク色の「＊」が表示されます。

マークリスト内で1番目のマークが選択されている状態で、「Change」ボタンを押します。すると、リストボックス内の表示が「○」から「×」に変わります。右のグラフ表示でも、緑色のボックスが消えました。これは、ブロック化などの処理のときに、このブロックが使用されないことを意味します。

画面中央に、[SerialNo]と<Kind>のチェックボックスがあります。

[SerialNo]チェックボックスでは、マークリストの左端の通し番号を選択できます。<Kind>チェックボックスでは、画面左のマークリストに表示された 2 列目の<>で囲まれた番号のマークを指定することができます。



< [001] <01>:	48
< [002] <01>:	107
< [003] <01>:	167
< [004] <01>:	227
< [005] <01>:	287

☐ [SerialNo]

☐ <Kind>

[SerialNo]にチェックを入れ、その下のテキストボックスに「1:2:5」と入れ、「Secelct」ボタンを押します。すると、マークの 1, 3, 5 番が選択されます。

<Kind>チェックボックスは他の関数と異なり、Oxy,Deoxy,Total を意味せず、計測中に入力したマークの種類 A,B,C を意味します。

サンプルデータの実験デザインは Block(ブロック)ですが、Event データとして扱うこともできます。左上のプルダウンの「Block」を「Event」にしてみます。(通常、この設定は装置からのデータを取り込むときに自動的に設定されています。)

操作はマニュアル『Research Mode』の解析準備 Band Filter 内のマーク編集とほぼ同じです。マーク編集は実験データを書き換えますが、Mark Edit はフィルタとして一時的に刺激マークを設定します。

Motion Check

機能

体動の検出を行います。体動は光トポグラフィ信号に対して周波数フィルタを実施し、その結果なお変化量が判定値より大きい場合、体動があったとしてその位置にフラグを設定します。

パラメータ設定

周波数フィルタの種類、High-Pass, Low-Pass **(A)** を設定します。

次に criterion **(B)** を指定します。criterion は変化量が大きいと判定するための基準値です。値は数値もしくは対象データの標準偏差を用いることができます。標準偏差を利用する場合は文字列 "sigma" を用います。

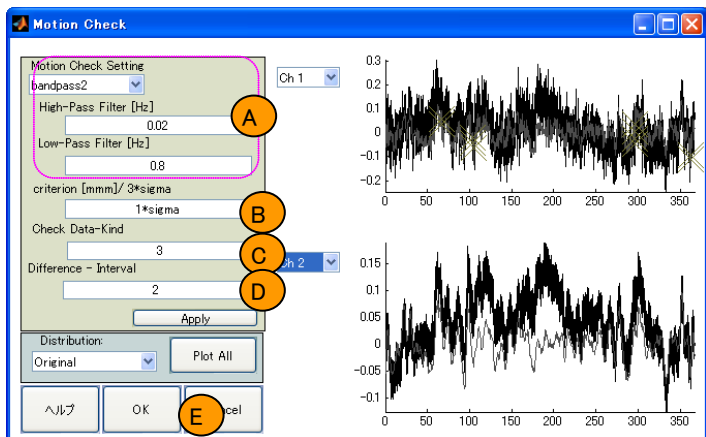
Check Data-Kind には体動の検出時に用いるデータの種類 **(C)** を指定します。複数のデータ種類を指定した場合、どのデータ種類で体動を検出してもフラグが設定されます。

Difference-Interval には変化量を見るための時刻の差分 **(D)** を設定します。単位はサンプリングピリオドです。

設定の結果を反映し、体動チェックの結果を見るには Apply ボタンを押してください。そうすると右側に元データが実線で、周波数フィルタ後のデータが少し薄い線で表示されます。また、体動があったと判定した時刻は×印で示されます。

全チャンネルの情報が見たい場合は Plot All ボタンを押してください。

内容が宜しければ OK ボタン **(E)** を押し、設定をレシピに保存します。



論文

“Sounds and silence: an optical topography study of language recognition at birth.” Peña M, Maki A, Kovacic D, Dehaene-Lambertz G, Koizumi H, Bouquet F, Mehler J. Proc Natl Acad Sci U S A. 2003 Sep 30;100(20):11702-5.

Moving Average

機能

Moving Average(移動平均)は時系列データの周辺数秒間の平均値を計算し、その結果を新たなデータとします。

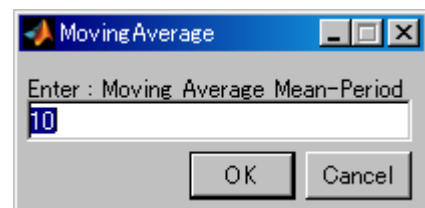
これにより、時間に対してランダムに発生するノイズ、高周波数をもつデータを除去出来ます。

パラメータ設定

移動平均を実施する時間を設定します。

単位は計測時間(sampling period)で入力します。sampling period はファイル情報で参照可能です。

ETG-100 の場合、sampling period は 0.1 秒ですので、1 秒間の移動平均を取りたい際には 10 と指定してください。



実行例

時間に対してランダムに発生するノイズ、高周波数をもつデータを除去出来ます。

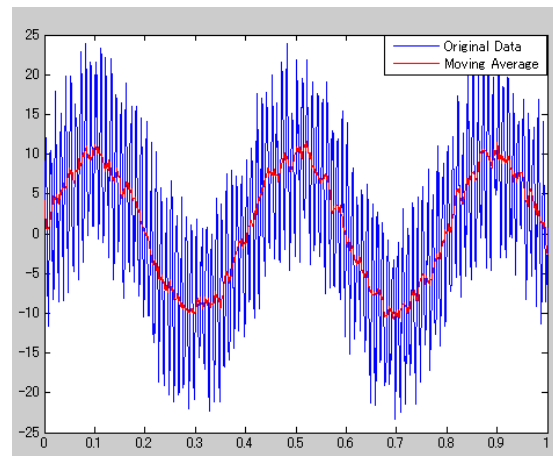
```
% -- Moving Average --
```

```
t=[0:0.001:1];
```

```
y=10*sin(t*pi*5) + 10*sin(t*pi*200) + 10*(rand(size(t))-0.5);
```

上記のようなデータに 10 点(0.1)で移動平均を実行した例を右図に示します。

ここで y を青色の実線、移動平均の結果を赤の実線で示しています。



Polyfit-Difference

機能

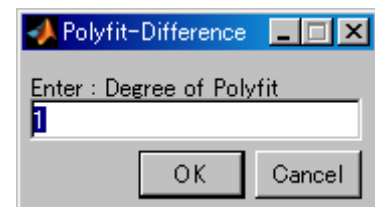
Polyfit Difference は多項式を用いたベースライン補正を行い、単調増加もしくは単調減少するノイズを取り除きます。

元データに対して多項式フィッティングを行い、元データから多項式フィッティング結果の差分を出力します。

類似フィルタに Baseline Fitting や Baseline Correction があります。

パラメータ設定

入力値 Degree of Polyfit はフィットを行う多項式の次数を入力します。



実行例

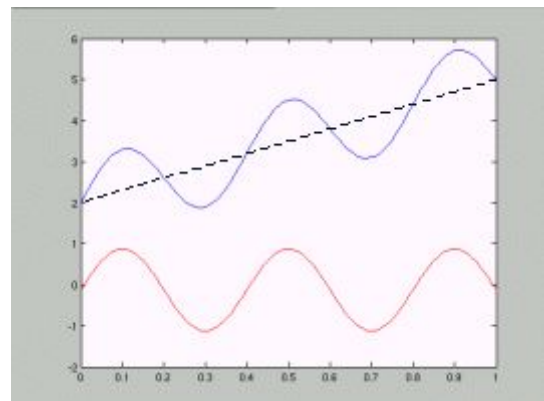
% -- Polyfit Diff --

```
t=[0:0.01:1];
```

```
y=sin(t*pi*5) + 2+3*t;
```

上記データ y に対する1次の Polyfit Difference を行った結果を右図に示します。

ここで y を青色の実線、フィッティングした1次式の結果を黒の破線、フィルタ結果データを赤の実線で示しています。



なお、例では原点がゼロになっていますが、原点がゼロになるとは限りません。

Set zero level

機能

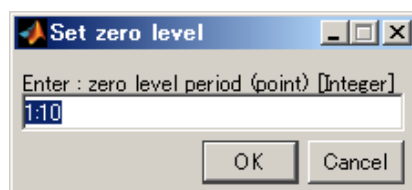
Set zero level は特定の期間の平均値を用いてベースライン補正を行います。フィルタは連続データ、区間データのどちらにも実施可能です。

具体的には各ブロック、チャンネル、データの種類に関して、指定の時刻で平均をとり、その値をベースラインとします。

パラメータ設定

パラメータ設定では平均値を取る期間を指定します。

ダイアログにサンプリング期間を1とする単位系で、期間を指定してください。設定は1以上の整数でサンプリング数を超えてはなりません。また値は必ず2つ以上必要です(スカラーの場合は実行時にエラーになります)。

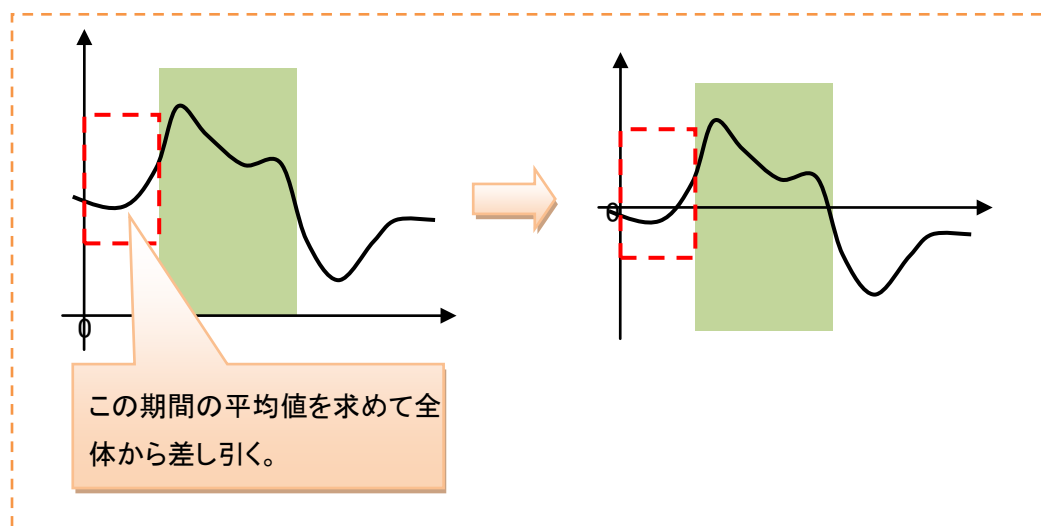


デフォルト値は「1:10」で、数字列「1,2,3,4,5,6,7,8,9,10」を意味します。

実行例

例えば、指定期間を「1:50」と入力します。

これは、各ブロックの先頭(1 点目)から 50 点目(サンプリング周波数が 10Hz なので 5 秒目の意味)までのデータを基準として、その平均値がゼロになるように各ブロックでそのブロック期間全体を修正することを意味します。一つのブロックを例に、以下に図示します。



t test

機能

t test は刺激前後のヘモグロビンデータの平均値に差があるかどうかの検定を行います。

具体的に T 検定では各チャンネル、各データの種類に対して以下のように T 検定を行います。

刺激前の期間(Period 1)および刺激後の期間(Period 2)に関して、それぞれヘモグロビンデータの平均値を取り、その差分を検定対象のデータとします。

同一ブロック内のこの検定対象データの平均値が0かどうかを T 検定し、結果を POTATo 区間データのヘッダに返します。

結果は hdata.Results.ttest 内に記載され、レイアウト『Map for hdata.Results』などで参照できます。

パラメータ設定

「t test」区間データについてのみ実行可能です。レンジ内に「Blocking」が無い場合は自動的に「Blocking」が追加されるので、「Blocking」の設定を行ってください。

パラメータ設定画面は右図のようになります。

最初に T 検定を行うための比較区間を設定します。時刻は刺激開始時を 0 とする秒単位で指定します。

検定する期間内の刺激のズレがあった場合、期間内のヘモグロビン濃度のピークに併せて検定する期間をずらして解消する方法があります。

この方法を適用するには「Use Peak Search」チェックボックスをチェックします。

Peak Search を設定すると、対象となる期間をずらして新たにその期間を 対象となる期間にします。設定ではずらす量の最大値および最小値を設定します。新たな期間はデータのブロック・時間平均が その前後の期間内で最大となっています。

最後に閾値(threshold)を設定します。結果は表示や保存により参照できます。

なお Rank-Sum Test(順位和検定)には Statistics Toolbox が必要です。

The screenshot shows the 't-test' dialog box with the following settings:

- Block Information:** Block Number: 10, Channel Number: 44, HB kind: 3.
- Test Period:** Period 1: -5 to 0, Period 2: 5 to 10. (Set period for each kind is unchecked).
- Use Peak Search:** Checked. Period 2: -5 to 5.
- T Test:** Selected. Threshold: 0.05.
- Output Options:** p-value (p), t-value (t), test result (h) are checked. mean and std are unchecked.

詳細説明

T 検定では各チャンネル、各データの種類に対して以下のように T 検定を行います。

刺激前の期間 (Period 1) および刺激後の期間 (Period 2) に関して、それぞれヘモグロビンデータの平均値を取り、その差分を検定対象のデータとし、以下の仮説を検定します。

【帰無仮説: 同一ブロック内の検定対象データの平均値が 0 である】

(→ 刺激前後でヘモグロビンデータに差異はない)

なお、T 検定は母分散が未知の場合の片側検定です。

T 検定の結果は `hdata.Results.ttest` に入ります。`ttest` はデータの種類名称をフィールドとする構造体です。そのため、デフォルトでは、“Oxy”, “Deoxy”, “Total” をフィールドとして持つ構造体です。各フィールドは以下のようなフィールドを持つ構造体です。

表 0.1 t test 結果出力フォーマット

フィールド名	内容
t	検定統計量(t 値)
p	p 値
h	検定結果 (0:棄却しない 1:棄却)
mean1	期間 1 の平均値
sd1	期間 2 の標準偏差
mean2	期間 2 の平均値
sd2	期間 2 の標準偏差
period1	期間 1 のデータ
Period2	期間 2 のデータ

ここで、h-value が 1 の場合、同一ブロック内の検定対象データの平均値が 0 とは言いがたく、刺激前後でヘモグロビンデータに差異があったと判定できます。

検定として、Rank-Sum Test(順位和検定)を利用する場合は Statistics Toolbox が必要です。実施は T 検定と同じく各チャンネル・各データの種類に対して検定を行います。

刺激前の期間(Period 1)および刺激後の期間(Period 2)に関して、それぞれヘモグロビンデータを検定対象のデータとし検定します。

なお、MATLAB、Statistics Toolbox の ranksum の仕様が変更に伴い動作しないことがあります。この場合、uiTtest2_ranksum の ranksum 利用部分を以下の通り変更してください。

```
[p, h, stats] = ranksum(x, y, alpha)
↓
[p, h, stats] = ranksum(x, y, 'alpha', alpha)
```

* 詳細は ranksum のヘルプをご参照ください。

論文

以下の論文で利用されています。

- 1: Sato H, et al. *“Within-subject reproducibility of near-infrared spectroscopy signals in sensorimotor activation after 6 months.”* J Biomed Opt. 2006 Jan-Feb;11(1):014021.
- 2: Sato H, et al. *“Intersubject variability of near-infrared spectroscopy signals during sensorimotor cortex activation.”* J Biomed Opt. 2005 Jul-Aug;10(4):44001.

てんぷれーと(削除)

機能

指定した文字列を Evaluate (式またはステートメントとして実行)します。

実行環境下では、計算対象の POTATo データが、hdata(ヘッダ), data(データ)という変数名で与えられており、変更は hdata, data に反映されます。

その他の変数には影響を与えません。

パラメータ設定

Enter : A (character): 操作者の任意の MATLAB コードを記入する実効する文字列を指定します。

詳細説明

特になし。

実行例

Windows のスタートメニューのすべてのプログラムから、MATLAB を起動します。このとき、利用可

論文

Windows のスタートメニューのすべてのプログラムから、MATLAB を起動します。このとき、利用可