

訊號前處理

訊號重新取樣與切割

盧家鋒 助理教授

國立陽明大學 物理治療暨輔助科技學系

alvin4016@ym.edu.tw

請先下載本週上課資料

- <http://www.ym.edu.tw/~cflu>
- 點選左欄 [課程資料]
- 下載第5週上課資料 [[demodata_L4.zip](#)]，檔案大小約7MB

訊號分析方法



本週課程內容

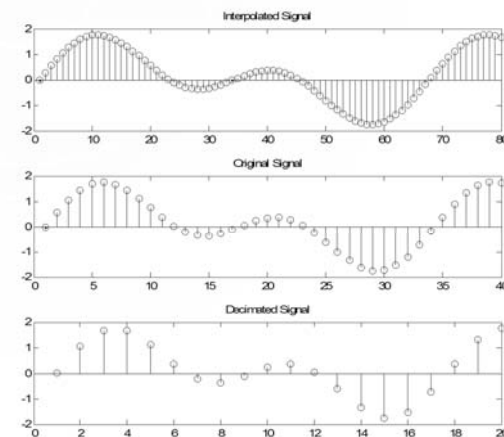
- 訊號重新取樣 (re-sampling)
- 訊號切割與平均 (epochs, blocks, trials, ...)
- 訊號標準化 (normalizing)
- Matlab矩陣取值與運算

以肌電圖(EMG)與腦血氧(fNIRS)訊號為例!

訊號重新取樣

重新取樣

- 增加取樣頻率 (interpolation)
- 降低取樣頻率 (decimation)

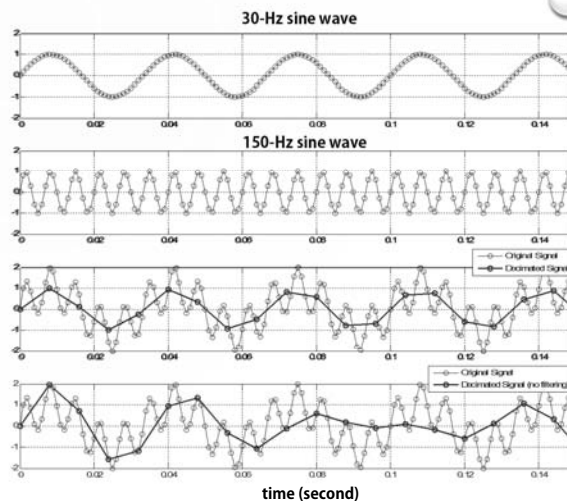


訊號擷取後重新取樣

- 原始取樣頻率為1000Hz
- Decimate/downsample至 $1000/8=125\text{Hz}$

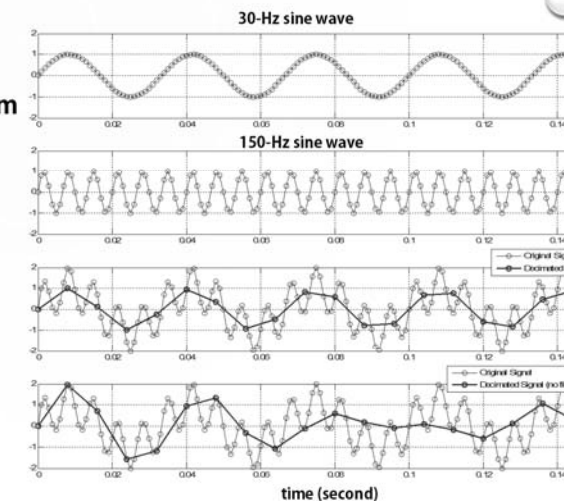
重新取樣要注意高頻成分的aliasing!!
(高頻成分反摺到低頻與其他低頻成分混和)

- 差別:
- `deci_signal=decimate(signal,8);`
- `down_signal=downsample(signal,8);`
- `decimate` 會在降低取樣頻率前先用低通濾波



訊號擷取後重新取樣

- 開啟並執行 `demodata_L4\test_aliasing.m`
- 試試看改變參數來觀察aliasing的發生



[MATLAB FUNCTION] RESAMPLE

- help resample
- `Y = RESAMPLE(X,P,Q)`

resamples the sequence in vector X at P/Q times the original sample rate using a polyphase implementation. Y is P/Q times the length of X (or the ceiling of this if P/Q is not an integer). P and Q must be positive integers.

RESAMPLE applies an anti-aliasing (lowpass) FIR filter to X during the resampling process, and compensates for the filter's delay.

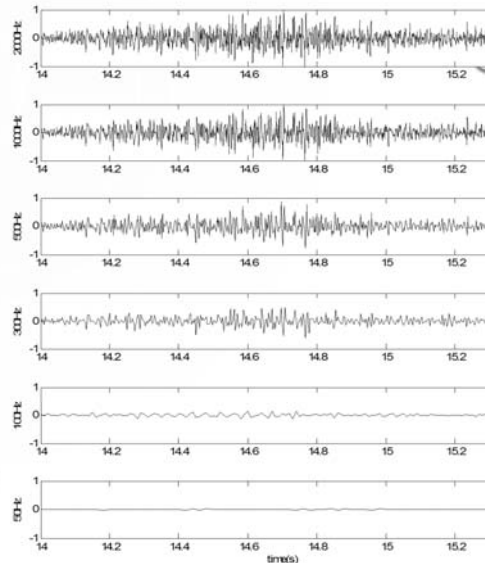
[MATLAB FUNCTION] RAT

- help rat
- `[N,D] = RAT(X,tol)`

returns two integer matrices so that $N./D$ is close to X in the sense that $\text{abs}(N./D - X) \leq \text{tol} * \text{abs}(X)$.

以EMG訊號重新取樣為例

- 請開啟並執行 `demodata_L4\EMG\resample_EMGsignal.m`
 - `org_SR=2000;` % in Hz
 - `new_SR3=300;` % in Hz
 -
 - `[p,q]=rat(new_SR/org_SR ^ 3);`
 - `new_signal3=resample(org_signal,p,q);`
 - `new_taxis3=[1:length(new_signal3)]'/new_SR3;`
- 別忘記重新取樣後要重新定義時間軸!!



重新取樣常用函式列表

- `interp` % 內插訊號以提高取樣頻率
- `decimate` % 低通濾波過後降低取樣頻率
- `resample` % 執行P倍的interp提高取樣頻率，在執行Q倍的decimate降低取樣頻率
- `rat` % 找出最接近輸入數值的分數形式 (P/Q)

請在 **command window** 中 **help** 各函式並學會其用法!!

訊號切割與平均

[MATLAB RULE] 建立矩陣

- 手動輸入矩陣數值
 - $A=[1\ 2;5\ 7;2\ 4];$
- 建立特定大小的零矩陣
 - $A=zeros(5,4);$
- 建立特定大小的壹矩陣
 - $A=ones(2,8);$
- 建立空矩陣
 - $A=[];$

請建立A矩陣如下：

12	2	33	4	46
3	7	4	6	5
4	6	64	6	84
6	5	6	7	37
7	4	45	23	78

[MATLAB RULE] 矩陣取值/填值

- $A(14)$ 的數值為6
- $A(5,3)$ 的數值為45
- 矩陣的任何一個元素皆可用上述兩種方式取值

Values of A matrix

12	2	33	4	46
3	7	4	6	5
4	6	64	6	84
6	5	6	7	37
7	4	45	23	78

Column-wise index

1	6	11	16	21
2	7	12	17	22
3	8	13	18	23
4	9	14	19	24
5	10	15	20	25

Row-column index

(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)
(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(2,5)
(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,4)
(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)
(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)

- 亦可指定特定矩陣位置來填值
- $A(14)=100;$

[MATLAB RULE] 矩陣取值/填值

- 範圍取值
 - $A(8:13)$ 的數值為[6 5 4 33 4 64]
 - $A(2:3,:)$ 的數值為 3 7 4 6 5
- 範圍填值
 - $A(8:13)=100;$
 - $A(2:3,2:4)=[99, 99,99;88,88,88];$
 - $A(1:2,:)=[];$

Values of A matrix

12	2	33	4	46
3	7	4	6	5
4	6	64	6	84
6	5	6	7	37
7	4	45	23	78

Column-wise index

1	6	11	16	21
2	7	12	17	22
3	8	13	18	23
4	9	14	19	24
5	10	15	20	25

Row-column index

(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)
(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(2,5)
(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,4)
(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)
(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)

[MATLAB RULE] 矩陣取值/填值

- 常見的矩陣取值/填值錯誤訊息
 - ??? Index exceeds matrix dimensions.
 - ??? Subscript indices must either be real positive integers or logicals.
 - ??? Subscripted assignment dimension mismatch.

[MATLAB RULE] 矩陣尋值

- 學會**find**的用法!
 - `ind=find(A==6);`
 - `ind=find(A>=6 & A<15);`
 - `ind=find(A<6 | A>15);`
- `[row, col]=find(A==6);`
- `[row, col]=find(A>=6 & A<15);`
- `[row, col]=find(A<6 | A>15);`

Values of A matrix

12	2	33	4	46
3	7	4	6	5
4	6	64	6	84
6	5	6	7	37
7	4	45	23	78

Column-wise index

1	6	11	16	21
2	7	12	17	22
3	8	13	18	23
4	9	14	19	24
5	10	15	20	25

Row-column index

(1,1)	(1,2)	(1,3)	(1,4)	(1,5)
(2,1)	(2,2)	(2,3)	(2,4)	(2,5)
(3,1)	(3,2)	(3,3)	(3,4)	(3,4)
(4,1)	(4,2)	(4,3)	(4,4)	(4,5)
(5,1)	(5,2)	(5,3)	(5,4)	(5,5)

[MATLAB RULE] 動態矩陣

- 矩陣大小是可以隨時變更的!
 - `A=ones(10,1);`
 - `A(15)=20;`

堆疊時請注意維度，否則會error

??? Error using ==> vertcat
CAT arguments dimensions are not consistent.

??? Error using ==> horzcat
CAT arguments dimensions are not consistent.

- 矩陣是可以堆疊的!
 - `A=ones(5,3);`
 - `B=zeros(5,5);`
 - `C=[A B];`

矩陣常用函式列表

- `ones` % 創建特定大小的壹矩陣
- `zeros` % 創建特定大小的零矩陣
- `rand` % 創建特定大小的隨機亂數矩陣 (uniform distribution)
- `randn` % 創建特定大小的隨機亂數矩陣 (normal distribution)
- `size` % 回傳矩陣大小
- `length` % 可回傳向量長度
- `find` % 回傳符合搜尋條件的矩陣元素位置

請在 **command window** 中 **help** 各函式並學會其用法!!

[MATLAB RULE] 矩陣運算

- `A=[1 2 3; 4 5 6];`
- `B=[7 8; 9 10; 11 12];`

A	B	B'
1 2 3	7 8	7 9 11
4 5 6	9 10	8 10 12
	11 12	

- 試試看以下的矩陣運算
 - `A*2`
 - `A*B`
 - `A.*B`
 - `A.*B'`
 - `A./B'`

A*2	A*B
2 4 6	58 64
8 10 12	139 154

A.*B'	A./B'
7 18 33	0.14 0.22 0.27
32 50 72	0.50 0.50 0.50

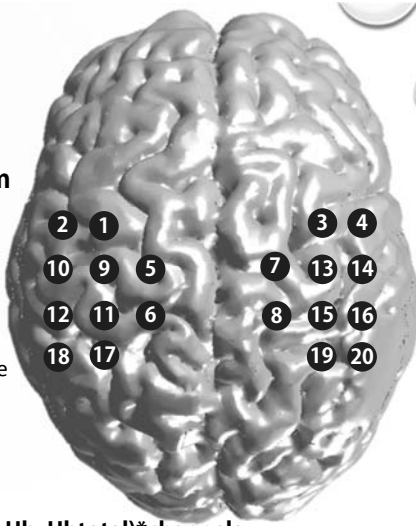
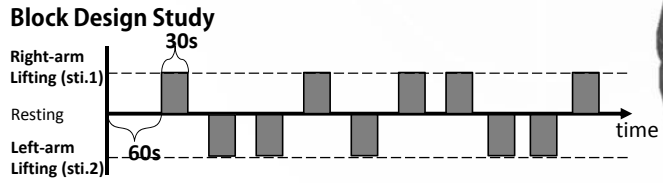
矩陣運算常用函式列表

- `dot` % 向量內積，即 `A*B`
- `cross` % 向量外積，即 `A x B`，A、B各為擁有3個元素的向量
- `trapz` % 數值積分
- `diff` % 數值微分
- `gradient` % 矩陣沿各維度的數值偏微分

請在 **command window** 中 **help** 各函式並學會其用法!!

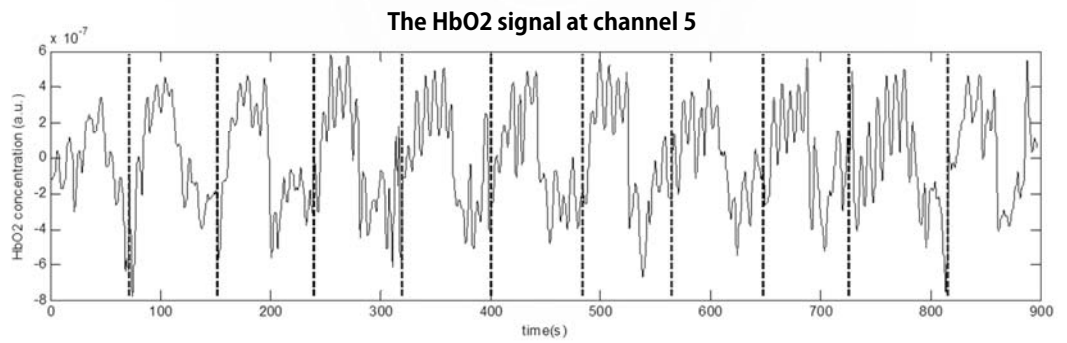
切割訊號矩陣

- 請開啟並執行 `demodata_L4\fNIRS\BlockAvg_fNIRS.m`

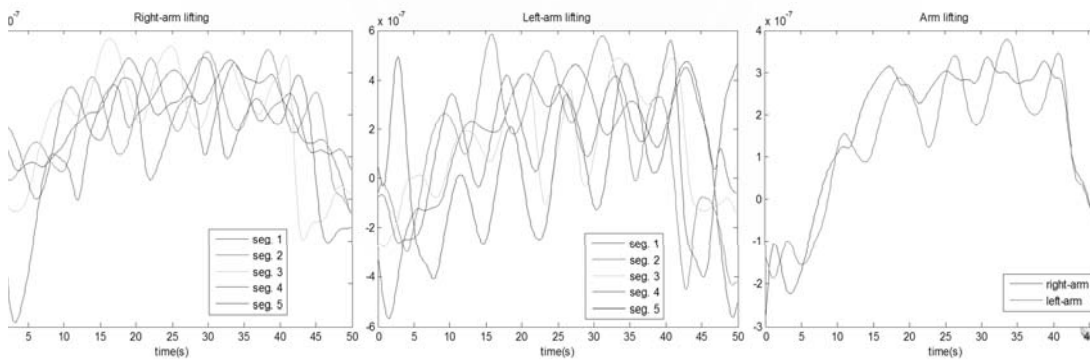


- ```
load('fNIRSdata.mat')
```
- `Hbdata` % with size `timepoints*Hb components(HbO2, Hb, Hbtotal)*channels`
  - `taxis` % records the time axis of whole series
  - `Stimarker` % event markers, with size `timepoints*numbers of event`

# 原始訊號與事件紀錄



# 分段訊號與平均訊號(BLOCK AVERAGE)



# THE END

<http://www.ym.edu.tw/~cflu>