

# 時頻共訊息法分析

盧家鋒 助理教授

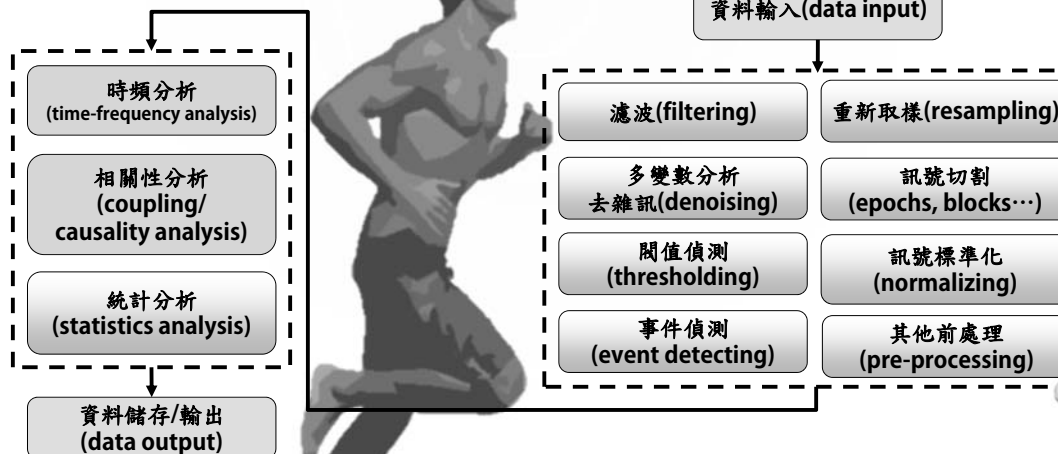
國立陽明大學 物理治療暨輔助科技學系

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13週上課資料 [ [demodata\\_L11.zip](#) ] ，檔案大小約96MB

## 訊號分析方法



## 本週課程內容

- 時頻共訊息法 (Time-frequency cross mutual information)
- 生理訊號分析實例

# 時頻共訊息法

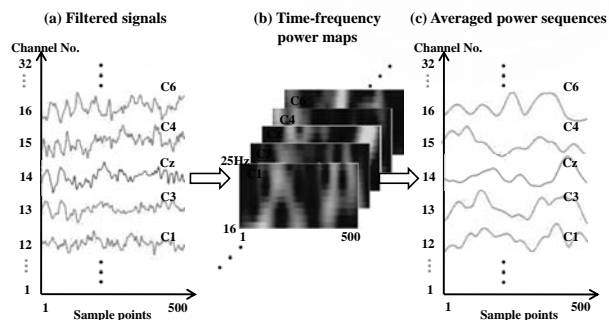
## TIME-FREQUENCY CROSS MUTUAL INFORMATION, TFCMI

# 時頻共訊息法(TFCMI)

- 整合訊號頻率與時間的成分
  - 透過非線性的相關性計算方式
  - 用以估算多通道生理訊號的相似度。
- ➔ 小波轉換為基底的時頻分析
  - ➔ 交互訊息法(mutual information)
  - ➔ 時頻共訊息法

# 時頻共訊息法(TFCMI)

- 步驟一：
  - 透過小波轉換，計算訊號特定頻帶的強度變化 (Time-frequency power)



$$W_{x_i}(t, f) = \int x_i(\lambda) \cdot \overline{\phi_{i,f}(t - \lambda)} d\lambda$$

$$\phi_{i,f}(\lambda) = (\sigma\sqrt{2})^{-1/2} e^{i2\pi f(\lambda-t)} e^{-\frac{(\lambda-t)^2}{2\sigma^2}}$$

Morlet wavelet

# 時頻共訊息法(TFCMI)

- 步驟二：
  - 使用交互訊息法(mutual information)計算兩訊號間線性與非線性的相關性

entropy  $H(F_i) = -\sum_{b=1}^{40} p(F_{i,b}) \log_2 p(F_{i,b})$

Mutual information  $MI(F_i, F_j) = H(F_i) + H(F_j) - H(F_i, F_j)$

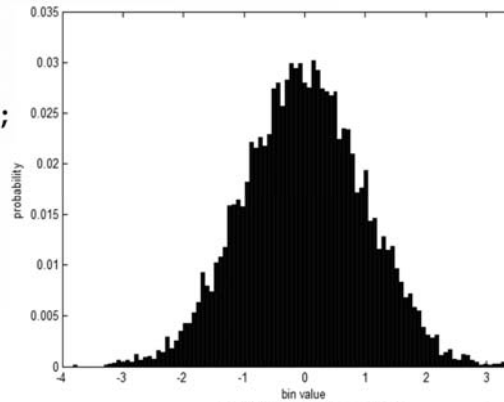
$$= \sum_{b=1}^{40} p(F_{i,b}, F_{j,b}) \log_2 \frac{p(F_{i,b}, F_{j,b})}{p(F_{i,b})p(F_{j,b})}$$

如兩變數獨立，則MI=0

$p(F_{i,b})$ 是  $F_{i,b}$ 的機率密度函數(probability density function);  
 $p(F_{i,b}, F_{j,b})$ 是  $F_{i,b}$ 與  $F_{j,b}$ 的共同機率密度函數(joint probability density function)

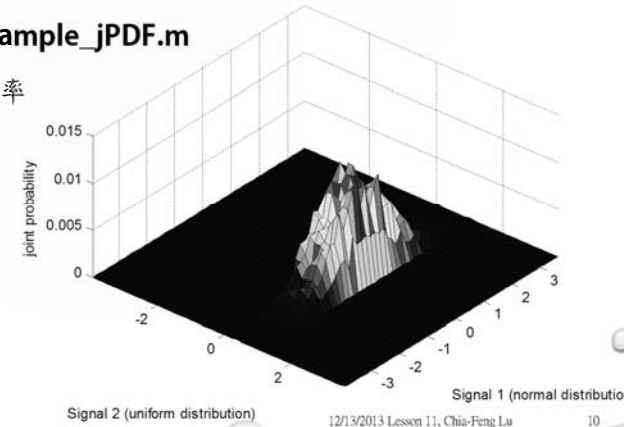
## 機率密度函數(PDF)

- 使用分布直方圖(histogram)估算訊號的機率密度函數
- 執行 `demodata_L11\example_PDF.m`
  - `sig=randn(1,10000);`
  - `binCEN=linspace(min(sig),max(sig),100);`
  - `count=hist(sig,binCEN);`
  - `pdf=count/length(sig);`
  - `figure, bar(binCEN,pdf)`
- 特定一事件(bin value)的出現機率



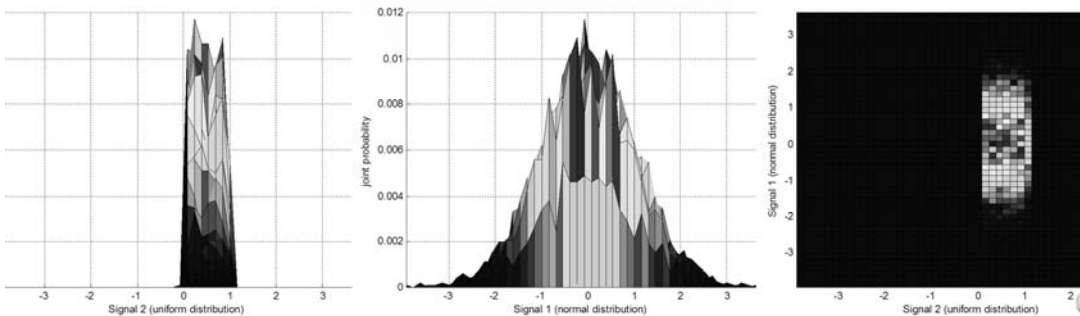
## 共同機率密度函數(JPDF)

- 變數  $F_x$  與變數  $F_y$  的共同機率密度函數可用一矩陣表示，大小為  $n_{BIN} \times n_{BIN}$
- 請開啟並執行 `demodata_L11\example_jPDF.m`
- 特定  $F_x$  事件與  $F_y$  事件同時出現的機率

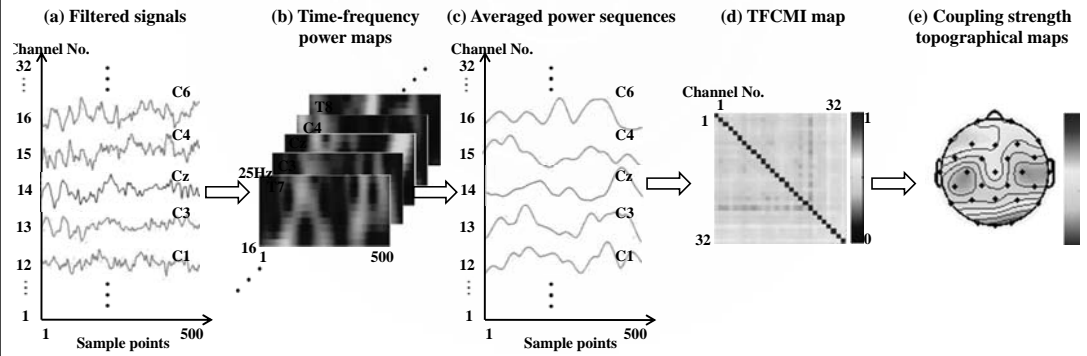


## 共同機率密度函數(JPDF)

- 共同機率密度函數與機率密度函數(或稱為 marginal probability density function)



## 時頻共訊息法(TFCMI) — 以腦電波訊號為例



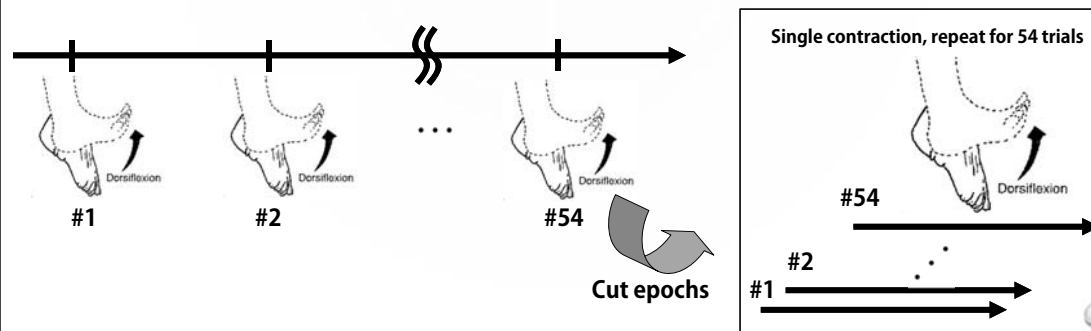
Morlet wavelet transformation

Mutual information

## 生理訊號分析實例

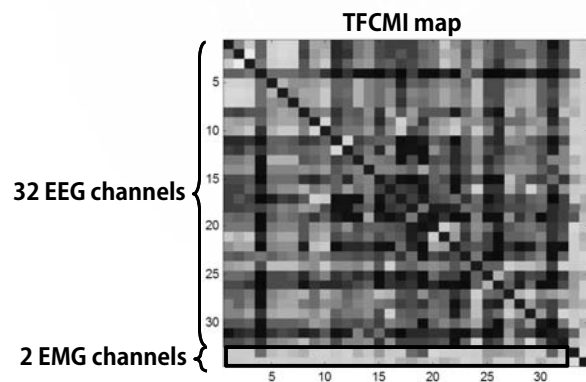
## LEFT ANKLE DORSIFLEXION-單次收縮，54個TRIALS

- 請開啟並執行demodata\_L11\TRIAL\Trial\_TFCMI.m



## LEFT ANKLE DORSIFLEXION-單次收縮，54個TRIALS

- 請開啟並執行demodata\_L11\TRIAL\Trial\_TFCMI.m



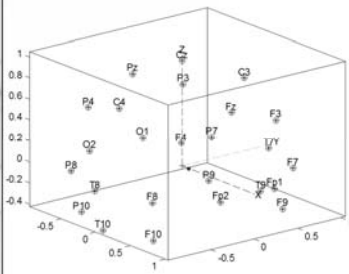
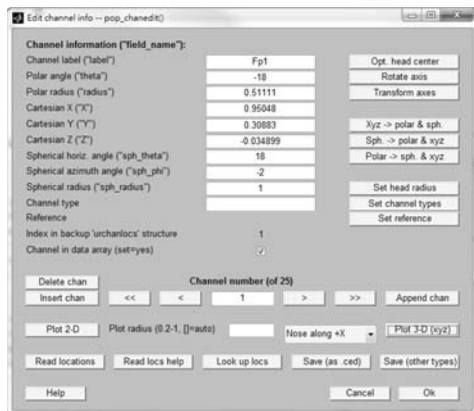
最後兩個rows代表32個EEG通道與2個EMG通道的TFCMI相關性

## [MATLAB RULE]使用CALCULATE\_TFCMI

- [TFCMImap,POWER]=calculate\_TFCMI(Sig,sr,binno,frq,fstep)
- Sig: each row is a variable (channel).
- sr: sampling rate.
- binno: the bin number used to estimate the histogram.
- frq: the selected frequency band to calculate power, [minfrq maxfrq].
- fstep: the frequency resolution of wavelet.
- TFCMImap: a m-by-m matrix, m is the number of variable (channel) in Sig. Each entry is the value of mutual information of TF power between a pair of variable.
- POWER: the mean TF power for the selected frequency band.

## [MATLAB RULE]使用POP\_CHANEDIT

- 將EEGLAB工具箱加入MATLAB path
- 請開啟並執行demodata\_L11\chanloc\Create\_Chanloc.m



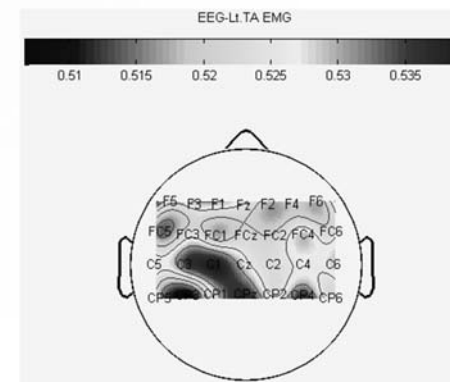
12/06/2013 Lesson 10, Chia-Feng Lu

17

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

## [MATLAB RULE]使用TOPOPLOT

- 將EEGLAB工具箱加入MATLAB path
- 或是鍵入程式碼 `path(path, '\topoplot');`
- `topoplot(datavector, Chanloc);`
- `topoplot(datavector, Chanloc, ...`  
`'maplimits', 'maxmin', ...`  
`'electrodes', 'labels', ...`  
`'interplimits', 'electrodes', ...`  
`'plotchans', 'usechans');`



12/06/2013 Lesson 10, Chia-Feng Lu

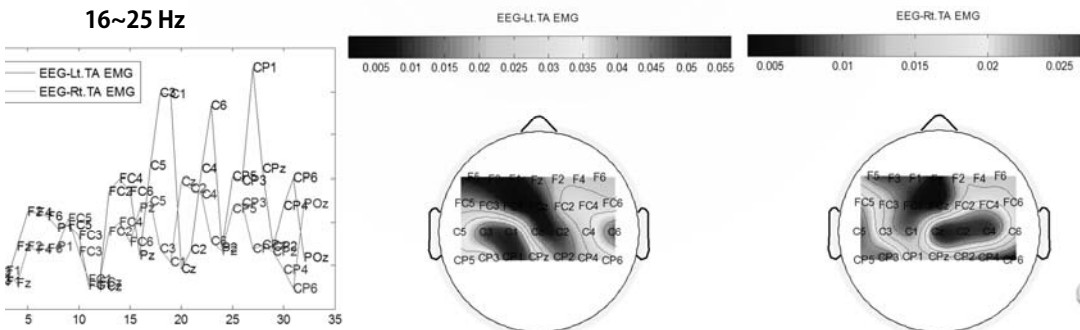
18

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

## TFCMI VS. COHERENCE

- 請開啟並執行demodata\_L11\TRIAL\Trial\_TFCMI\_coh.m
- 同調性計算結果：

16~25 Hz



12/13/2013 Lesson 11, Chia-Feng Lu

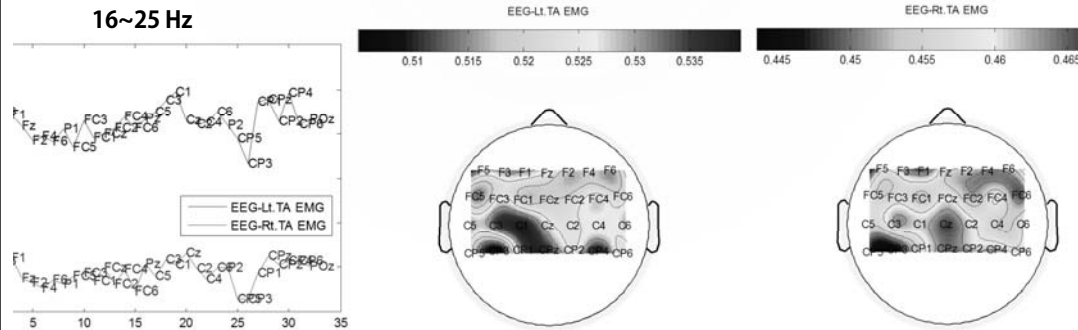
19

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

## TFCMI VS. COHERENCE

- 請開啟並執行demodata\_L11\TRIAL\Trial\_TFCMI\_coh.m
- 時頻共訊息法計算結果：

16~25 Hz



12/13/2013 Lesson 11, Chia-Feng Lu

20

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

**THE END**

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