

其他訊號分析常用函式

相位差, 插值計算

盧家鋒 助理教授

國立陽明大學 物理治療暨輔助科技學系

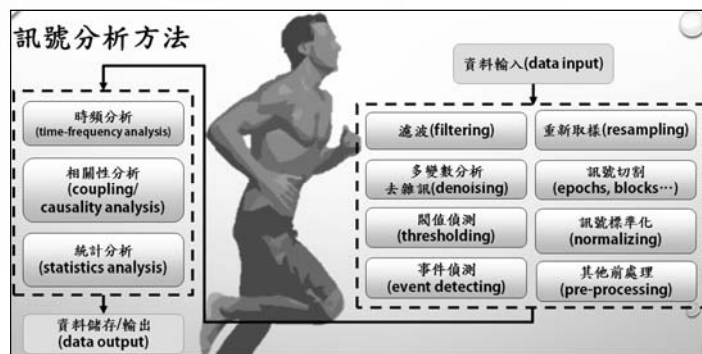
alvin4016@ym.edu.tw

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15週上課資料 [[demodata_L13.zip](#)] , 檔案大小約9KB

其他訊號分析方法

- 相位差計算
- 插值計算



瞬時相位差計算

解析訊號與希爾伯特轉換 (ANALYTIC SIGNAL & HILBERT TRANSFORM)

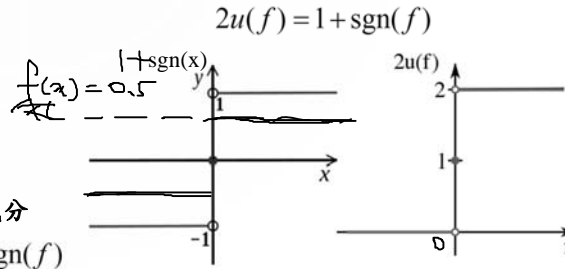
- 移除時間訊號之傅立葉頻譜中的負頻率(negative frequency)成分

$$X(f) = FT\{x(t)\}$$

$$X_a(f) = \begin{cases} 2X(f), & \text{for } f > 0 \\ X(f), & \text{for } f = 0 \\ 0, & \text{for } f < 0 \end{cases} \quad \text{移除負頻率成分}$$

$$= X(f) \cdot 2u(f) = X(f) + X(f) \cdot \text{sgn}(f)$$

$$= X(f) \cdot (1 + \text{sgn}(f))$$



解析訊號與希爾伯特轉換 (ANALYTIC SIGNAL & HILBERT TRANSFORM)

- $X_a(f)$ 的反負立葉轉換即為 $x(t)$ 的解析表示：

$$x_a(t) = FT^{-1}\{X_a(f)\}$$

$$= FT^{-1}\{X(f) + X(f) \cdot \text{sgn}(f)\}$$

$$= FT^{-1}\{X(f)\} + FT^{-1}\{X(f) * FT^{-1}\{\text{sgn}(f)\}\}$$

$$= x(t) + j \left[x(t) * \frac{1}{\pi} \right]$$

Hilbert transform of $x(t)$

傅立葉轉換與希爾伯特轉換間的關係

$$FT\{HT(x(t))\}(f) = (-j \text{sgn}(f)) \cdot FT\{x(t)\}(f)$$

解析訊號與希爾伯特轉換 (ANALYTIC SIGNAL & HILBERT TRANSFORM)

- `x=hibert(sig) % Discrete-time analytic signal using Hilbert transform`

- `hilbert`運算流程如下

- **Step 1:** 計算輸入訊號之FFT，並儲存為 \mathbf{x} 變數
- **Step 2:** 建立向量 \mathbf{h}
 - $\mathbf{h}(i) = 1$ ，當 $i=1, (n/2)+1$
 - $\mathbf{h}(i) = 2$ ，當 $i=2, 3, \dots, (n/2)$
 - $\mathbf{h}(i) = 0$ ，當 $i=(n/2)+2, \dots, n$ 移除另一半頻率成分
- **Step 3:** 將 \mathbf{x} 與 \mathbf{h} 做元素對元素點乘
- **Step 4:** 將step 3的結果做反FFT，並回傳前 n 個點的數值

計算瞬時振幅、相位與頻率

- 以 $X_a(f)$ 計算：

瞬時振幅： $A(t) = |x_a(t)|$

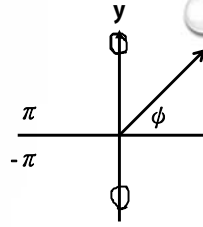
瞬時相位： $\phi(t) = \arg\{x_a(t)\}$

瞬時頻率： $\omega(t) = \phi'(t) = \frac{d}{dt} \phi(t)$

計算瞬時振幅、相位與頻率

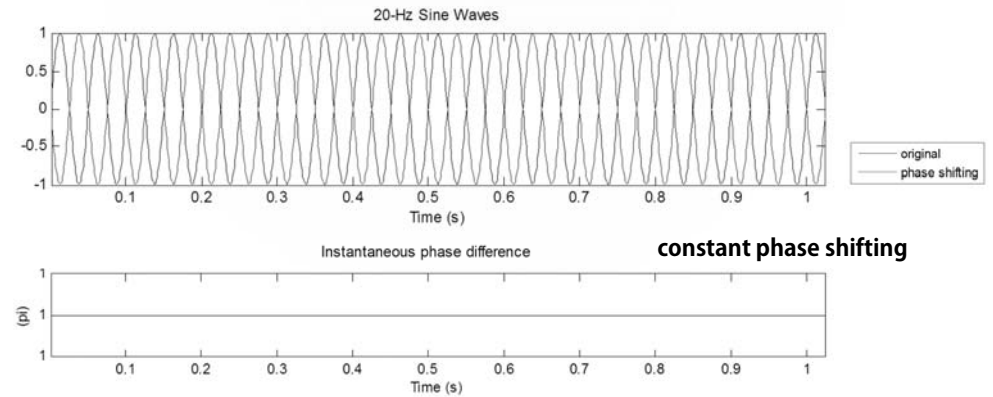
Four quadrant inverse tangent: $-\pi < \text{atan2} \leq \pi$

$$\arg(x + jy) = \text{atan2}(y, x) = \begin{cases} \arctan(y/x), & x > 0 \\ \pi/2 - \arctan(x/y), & y > 0 \\ -\pi/2 - \arctan(x/y), & y < 0 \\ \pi + \arctan(y/x), & x < 0, y \geq 0 \\ -\pi + \arctan(y/x), & x < 0, y < 0 \\ \text{undefined}, & x = 0, y = 0 \end{cases}$$



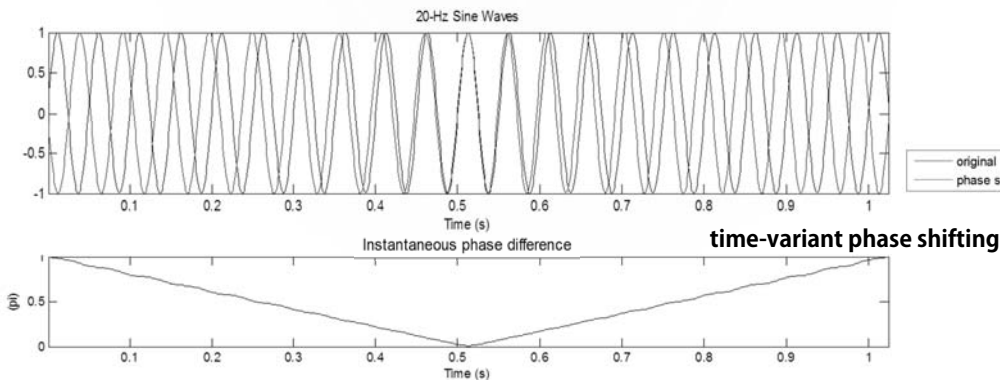
相位差計算：固定相位差

- 請執行 `demodata_L13\calculate_InstPhase.m`



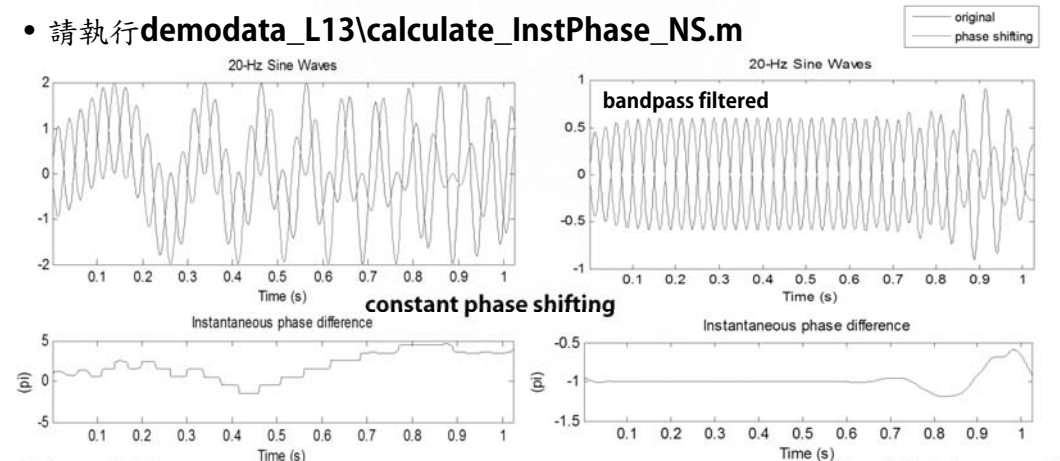
相位差計算：時間變動相位差

- 請執行 `demodata_L13\calculate_InstPhase.m`



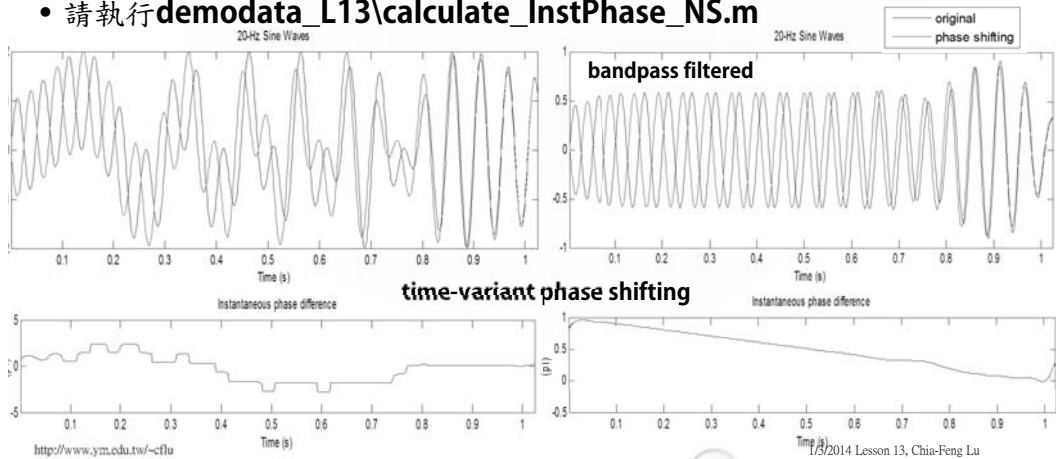
相位差計算：固定相位差(非穩態訊號)

- 請執行 `demodata_L13\calculate_InstPhase_NS.m`



相位差計算：時間變動相位差(非穩態訊號)

- 請執行 `demodata_L13\calculate_InstPhase_NS.m`

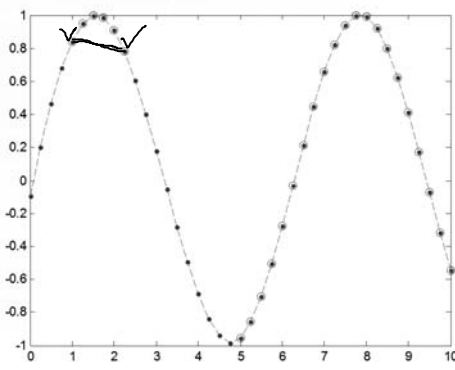


插值計算

以插值估測遺失資料點

- 訊號資料的雜訊干擾較小時估測較準確
- 訊號震盪頻率較小時估測較準確
- `yy=interp1(x,y,xx,method);`

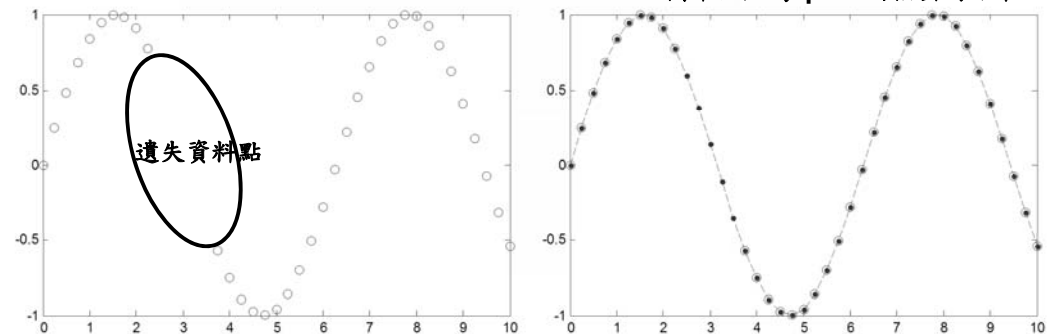
藍圈為真實量測數值
紅點為插值估測數值



以插值估測遺失一維資料點

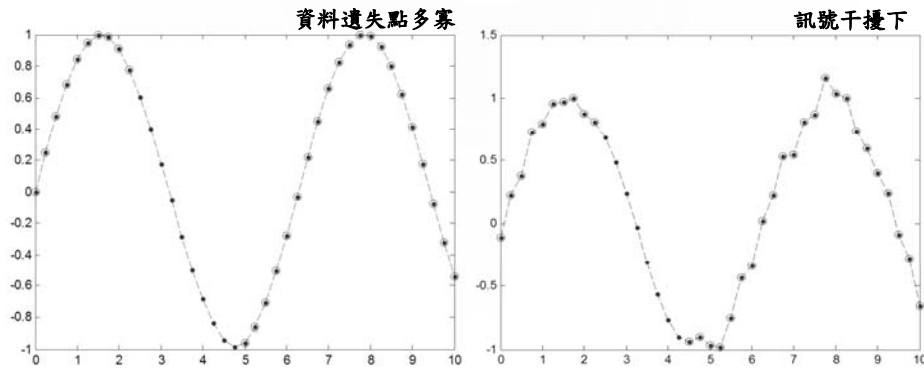
- 請執行 `demodata_L13\example_interpfit.m`

圖中紅點為spline內插出的結果



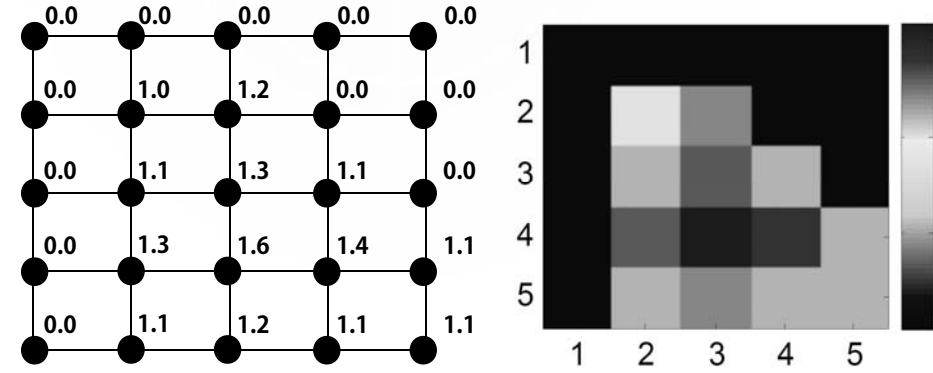
以插值估測遺失一維資料點

- 請執行 `demodata_L13\example_interpf.m`



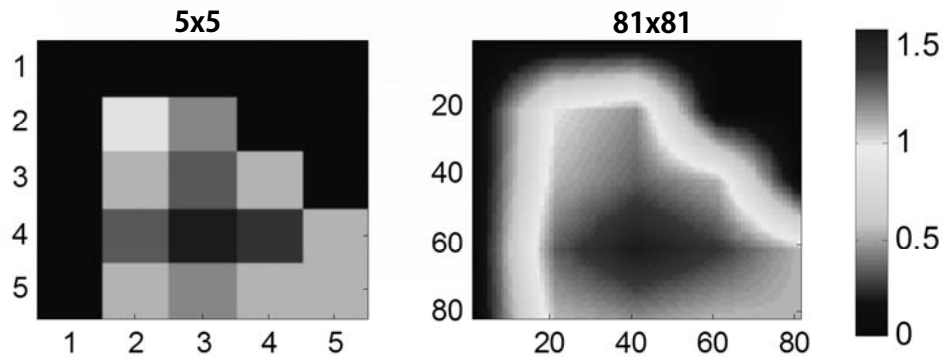
用內插概念增加二維圖形解析度

- 請執行 `demodata_L13\example_gridinterp.m`



用內插概念增加二維圖形解析度

- 請執行 `demodata_L13\example_gridinterp.m`



THE END

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

期末報告注意事項

- **1/17** 期末口頭報告
- 每人報告**15**分鐘，內容包含…
 - 題目與分析目標簡介(**2**分鐘)，不需再做背景知識介紹
 - 分析流程與方法、資料格式與程式碼範例(**8**分鐘)
 - 分析結果呈現(圖表、數據)與結論(**5**分鐘)
- **1/22** 號前繳交
 - 完整程式碼、範例資料
 - 完整書面報告：題目、背景、分析目標、流程、方法、結果、討論