

訊號資料輸入/輸出

資料格式與訊號繪製

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

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

1

請先下載本週上課資料

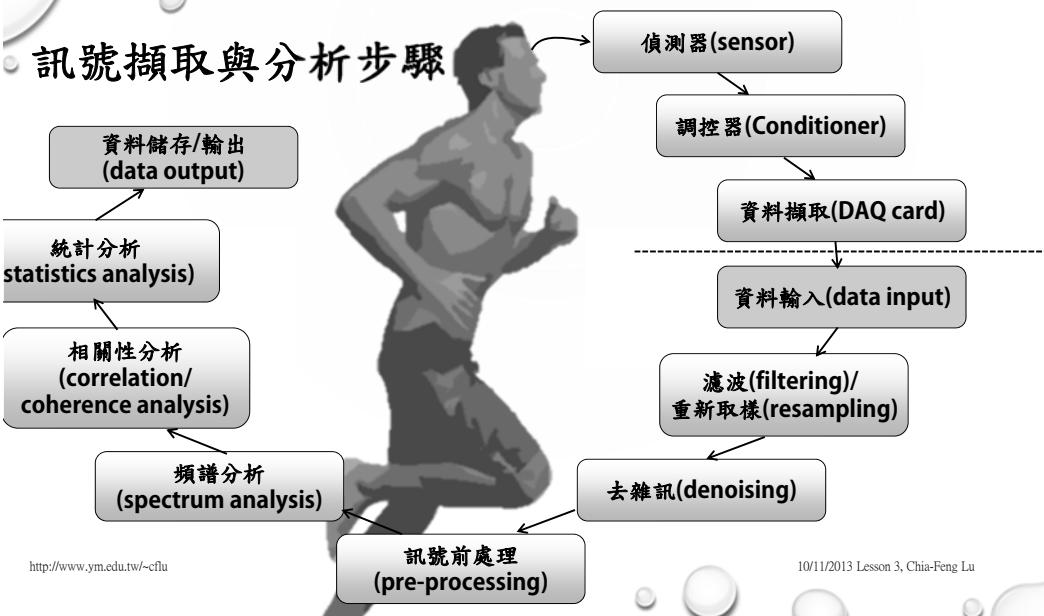
- <http://www.ym.edu.tw/~cflu>
- 點選左欄〔課程資料〕
- 下載第4週上課資料〔[demodata.zip](#)〕，檔案大小約107MB
- 下載完成後請解壓縮資料夾，並點擊[pxBinaryViewerSetup.exe](#)安裝Binary Viewer程式

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

2

訊號擷取與分析步驟



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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

3

本週課程內容

- 認識資料格式
- MATLAB 資料輸入
- MATLAB 訊號繪製與確認
- MATLAB 檔案覆寫與儲存

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

4

認識資料格式

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

5

電腦記憶體

- 1 byte = 8 bits 可儲存 $2^8=256$ 個數字
- 2 bytes = 16 bits 可儲存 $2^{16}=65536$ 個數字
- 4 bytes = 32 bits 可儲存 $2^{32}=4.2950e9$ 個數字
- 8 bytes = 64 bits 可儲存 $2^{64}=1.8447e19$ 個數字
- 字元/文字如何被電腦儲存?
 - ASCII字元對照表
- 字元與數字在電腦的眼中是不一樣的!!
 - 避免用錯誤的方式讀取資料

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

7

電腦記憶體

- 最小單位：位元 (**bit**)
- 二進位制 (**0 or 1, binary format**)
- 常用單位 **1 byte = 8 bits**
- **1 byte**可用不同進位制表示，例如：

二進位 binary (0,1)	00100110 ₍₂₎
十進位 decimal (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9)	$00100110_{(2)} = 1*2^5 + 1*2^2 + 1*2^1 = 037_{(10)}$
十六進位 hexadecimal (0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E,F)	$00100110_{(2)} = 37_{(10)} = 2*16^1 + 5*16^0 = 25_{(16)}$

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

6

ASCII字元編碼

- **America Standard Code for Information Interchange**，美國資訊交換標準碼
- 前 **32** 個字元 (**000**₍₁₀₎~**031**₍₁₀₎)，一般用於通訊或控制使用，大部分**Windows**系統無法顯示。
- 接下來 **96** 個字元 (**032**₍₁₀₎~**127**₍₁₀₎)，用於表示阿拉伯數字、英文字母大小寫和常用符號。

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

8

ASCII字元對照表

十六進位的 0D 0A 連續出現代表換行!!

ASCII 碼		十進位		十六進位		字元		控制字元		意義	
000	00					NULL				空字元	
001	01					SOH					
002	02					STX					
003	03					ETX					
004	04					EOT					
005	05					ENQ					
006	06					ACK					
007	07					BELL				鈴聲	
008	08					BS				倒退鍵	
009	09					HT				定位鍵	
010	0A					LF				line feed	
011	0B					VT				home	
012	0C					FF				form feed	
013	0D					CR				carriage return	
014	0E					SO				向上游標	
015	0F					SI				向下游標	
030	1E					RS				向上游標	
031	1F					US				向下游標	

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

9

ASCII字元對照表

ASCII 碼		字元		ASCII 碼		字元		ASCII 碼		字元		ASCII 碼		字元	
十進位	十六進位			十進位	十六進位			十進位	十六進位			十進位	十六進位		
032	20			056	38	8		080	50	P		104	68	h	
033	21	!		057	39	9		081	51	Q		105	69	i	
034	22	"		058	3A	:		082	52	R		106	6A	j	
035	23	#		059	3B	:		083	53	S		107	6B	k	
036	24	\$		060	3C	<		084	54	T		108	6C	l	
037	25	%		061	3D	=		085	55	U		109	6D	m	
038	26	&		062	3E	>		086	56	V		110	6E	n	
039	27	'		063	3F	?		087	57	W		111	6F	o	
040	28	(		064	40	@		088	58	X		112	70	p	
041	29	)		065	41	A		089	59	Y		113	71	q	
042	2A	*		066	42	B		090	5A	Z		114	72	r	
043	2B	+		067	43	C		091	5B	[		115	73	s	
044	2C	,		068	44	D		092	5C	\		116	74	t	
045	2D	-		069	45	E		093	5D	]		117	75	u	
046	2E	.		070	46	F		094	5E	^		118	76	v	
047	2F	/		071	47	G		095	5F	_		119	77	w	
048	30	0		072	48	H		096	60	`		120	78	x	
049	31	1		073	49	I		097	61	a		121	79	y	
050	32	2		074	4A	J		098	62	b		122	7A	z	
051	33	3		075	4B	K		099	63	c		123	7B	{	
052	34	4		076	4C	L		100	64	d		124	7C	|	
053	35	5		077	4D	M		101	65	e		125	7D	}	
054	36	6		078	4E	N		102	66	f		126	7E	~	
055	37	7		079	4F	O		103	67	g		127	7F	□	

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

10

ASCII字元對照表

Bits	b_4	b_3	b_2	b_1	Column →		Row ↓	0		1		2		3		4		5		6		7	
					0	0		0	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	
0	0	0	0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	~	p											
0	0	0	1	1	SOH	DC1	I	1	A	Q	a	q											
0	0	1	0	2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r											
0	0	1	1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s											
0	1	0	0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t											
0	1	0	1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u											
0	1	1	0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v											
0	1	1	1	7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w											
1	0	0	0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x										
1	0	0	1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y										
1	0	0	1	10	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z											
1	0	1	1	11	VT	ESC	+	:	K	[	k	{										
1	1	0	0	12	FF	FC	,	<	L	\	l	|											
1	1	0	1	13	CR	GS	-	=	M	]	m	}										
1	1	1	0	14	SO	RS	.	>	N	^	n	~											
1	1	1	1	15	SI	US	/	?	O	-	o	DEL											

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

11

在電腦語言中，字串與數字是不一樣的!!

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

12

試試看：

`abs('s')`

`char(115)`

%如 `input` 數值介於 127~65535 則按照 `unicode` 編碼

`abs('我很欣賞你')`

`char([25105 24456 27427 36062 20320])`

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

常用字元編碼

- **ASCII** 碼是使用最廣泛的標準碼，使用 7 個 bits 來記錄每個符號（標準為 128 個字元）
- **ANSI(American National Institute** 美國國家標準協會)，使用 8 個 bits，前 128 個符號和 **ASCII** 一樣，新增 128 個符號。用於表示框線、音標與非英語系歐洲字母。
- **UNICODE** 使用 2 或 4 個 bytes 來表示每一個符號，共可表示 65536 個或 1677 萬個字元符號，除英文外，還可以包含數量最多的中文、日文，及全世界各國的文字符號。
- **BIG5** 是中文系統下的編碼方式，**BIG5** 只能容納一萬三千多個漢字，相對於國字整理小組整理出的七萬多個字，不夠使用。

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

13

常用資料精準度 (PRECISION)

C or Fortran	Description
'unsigned char'	unsigned integer, 8 bits.
'signed char'	signed integer, 8 bits.
'integer*1'	integer, 8 bits.
'integer*2'	integer, 16 bits.
'integer*4'	integer, 32 bits.
'integer*8'	integer, 64 bits.
'integer*1'	unsigned integer, 8 bits.
'integer*2'	unsigned integer, 16 bits.
'integer*4'	unsigned integer, 32 bits.
'integer*8'	unsigned integer, 64 bits.
'real*4'	floating point, 32 bits.
'real*4'	floating point, 32 bits.
'real*8'	floating point, 64 bits.
'real*8'	floating point, 64 bits.

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

15

記憶體位置順序

• Little-Endian (Intel, AMD 等其他常見 CPU 廠牌使用)

- 儲存記憶體位置時，小位數的 byte 會寫在前面
- 所以在解讀編碼時，位置需要前後互換
- 例如： $15294_{(10)} = 00111011\ 10111110_{(2)}$ 但實際記憶體位置為
 $10111110\ 00111011$

• Big-Endian (Sun Sparc 使用)

- 儲存記憶體位置時，大位數的 byte 會寫在前面
- 所以在解讀編碼時，位置不需要調整
- 例如： $15294_{(10)} = 00111011\ 10111110_{(2)}$ 但實際記憶體位置仍為
 $00111011\ 10111110$

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

14

MATLAB 資料輸入實作

MATLAB	C or Fortran	Description
'char'	'char*1'	character.
'short'	'short'	integer, 16 bits.
'int'	'int'	integer, 32 bits.
'long'	'long'	integer, 32 or 64 bits.
'ushort'	'unsigned short'	unsigned integer, 16 bits.
'uint'	'unsigned int'	unsigned integer, 32 bits.
'ulong'	'unsigned long'	unsigned integer, 32 bits or 64 bits.
'float'	'float'	floating point, 32 bits.

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

16

常見原始資料格式

- ASCII純文字格式
 - Binary二進位資料
 - Excel活頁簿
 - 醫學影像與訊號通用協定 (**DICOM, MFER…**)
 - 其他廠牌自定義與未知格式

Binary Viewer !!

ASCII純文字格式→

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

Binary二進位資料→

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

醫學訊號必要資訊

- 取樣頻率 (Sampling rates)
 - 紀錄單位 (Physical units)
 - 數值範圍 (Dynamic ranges)
 - 資料長度 (Data length)
 - 事件紀錄 (Events, Annotations, Markers)
 - 其他資訊 (Scanning date, Subject ID/name, Demography, Manufacturer, Operator...)

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lin

18

[MATLAB RULE] 指定檔案完整路徑

- 方式一：
 - 手動輸入完整路徑字串
 - `full_filepath='C:\Users\Alvin\Desktop\demodata\ASCII\MAX80_TEST.txt';`
 - 方式二：
 - 呼叫檔案開啟視窗選取檔案路徑
 - `[filename filepath]=uigetfile('*.*');`
 - `full_filepath=[filepath filename];`

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

10/11/2013 Lesson 3 Chia-Feng Li

[MATLAB RULE] 變數名稱

- 變數名稱是由英文字母、數字或底線所組成，不能使用特殊符號
 - 開頭的第一個字元必須是英文字母，不能是數字
 - 名稱長度不能超過**32**個字元
 - 會區分變數的大小寫
 - 變數不必宣告便可直接使用

10/11/2013 Lesson 3 Chia-Feng Lin

20

訊號範例1：ASCII FORMAT

- 請開啟 demodata\ASCII\load_ASCII.m
- 數值排列以分隔符號儲存為矩陣模式
- load(full_filepath);



也可直接將ASCII檔案拖曳至 MATLAB workspace視窗！

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

原始訊號由周立偉老師實驗室提供

8條呼吸肌電訊號

32通道腦電波訊號+2通道眼動訊號+2通道TA肌電訊號+1通道事件訊號+3通道零訊
原始訊號由王瑞璣老師實驗室提供

訊號範例2：ASCII FORMAT

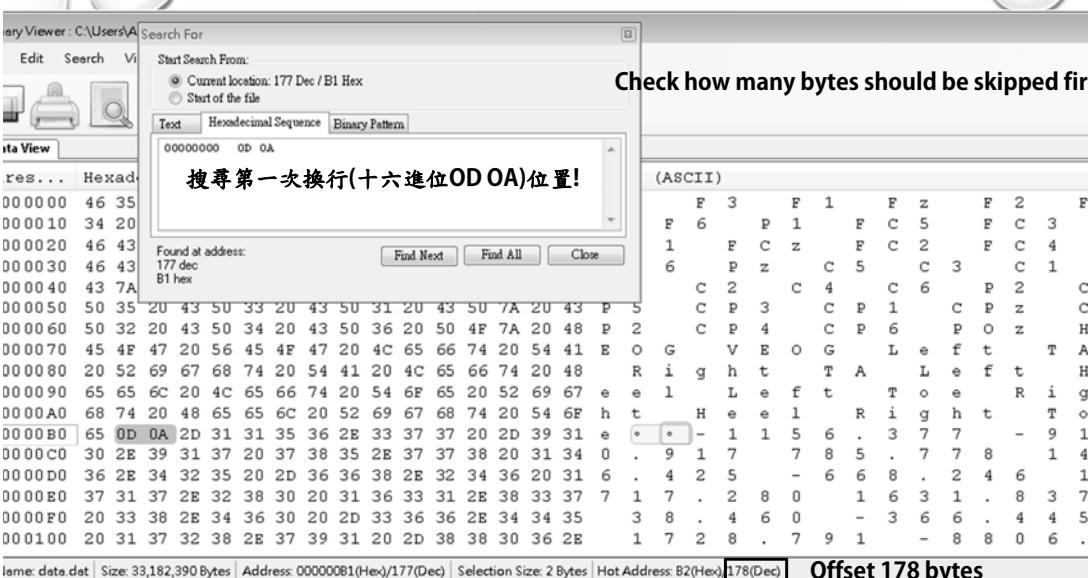
- 請開啟 demodata\ASCII_mix\load_ASCIImix.m
- 數值排列非矩陣模式 → 直接使用 load 會錯誤！
- fid=fopen(full_filepath,'r');
- fseek(fid,offset,'bof');
- data=fscanf(fid,'%f',[channelno datapoint]);
- fclose(fid);



也可直接將ASCII檔案拖曳至 MATLAB workspace視窗！

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

data.vhdr - 記事本
檔案(F) 儲存(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
Brain Vision Data Exchange Header File Version 1.0
Data created from history path: 20130723TU/Raw Data
[Common Infos]
CodeType=HDF-5
DataFile=data.dat
DataFormat=ASCII
; Data orientation: VECTORIZED=chl.pt1, chl.pt2..., MULTIPLEXED=chl.pt1,
DataOrientation=MULTIPLEXED
DataType=TIME DOMAIN
NumberOfChannels=40
DataPoints=93040
; Sampling interval in microseconds if time domain (convert to Hertz:
; 1000000 / SamplingInterval) or in Hertz if frequency domain:
; SamplingInterval=1000
[ASCII Infos]
; Decimal symbol for floating point numbers: the header file always uses
; however, the data file might have a different one.
Decima ; Skip
data.dat - 記事本
檔案(F) 優化(E) 格式(O) 檢視(V) 說明(H)
F5 F3 F1 F2 F4 F6 P1 PC5 PC3 PC1 PC2 PC4 PC6 P2 C5
-1156.377 -910.917 785.778 146.425 -668.246 1717.280 1631.
-1161.323 -913.790 781.403 143.051 -670.976 1714.264 1630.
-1166.124 -918.091 778.247 140.753 -671.201 1719.401 1631.
-1166.974 -919.298 776.825 136.685 -673.982 1720.982 1634.
-1167.358 -919.753 776.942 138.089 -674.294 1719.669 1633.
-1163.332 -919.445 778.680 137.968 -676.202 1716.188 1630.
-1167.680 -923.507 772.401 128.258 -685.412 1717.486 1633.
-1169.097 -925.425 770.627 126.770 -686.615 1716.358 1631.
-1168.989 -923.530 770.305 127.735 -687.794 1709.956 1622.
-1169.271 -923.168 769.595 125.451 -688.433 1703.170 1616.
-1165.026 -919.424 773.267 132.413 -679.184 1704.841 1620.
-1160.396 -918.226 777.254 140.332 -670.907 1714.690 1629.
-1156.558 -912.529 783.880 154.251 -659.276 1731.184 1646.
-1155.571 -908.967 788.371 154.953 -658.217 1737.820 1651.
-1157.557 -909.595 787.100 153.967 -660.632 1738.979 1653.
-1157.319 -911.216 785.908 152.990 -661.395 1739.646 1655.
-1157.943 -913.055 785.285 148.649 -666.523 1728.656 1643.
-1161.533 -916.717 779.978 141.340 -673.117 1717.414 1630.
-1159.232 -914.559 781.564 142.855 -671.816 1710.564 1622.



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

Offset 178 bytes

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

23

[MATLAB RULE] 向量/矩陣轉置（行列互換）

• 單一單引號放在向量/矩陣變數後，可以達到行列互換的效果

>> A=[1 2 3;4 5 6]

A =

```
1 2 3
4 5 6
```

>> A=A'

A =

```
1 4
2 5
3 6
```

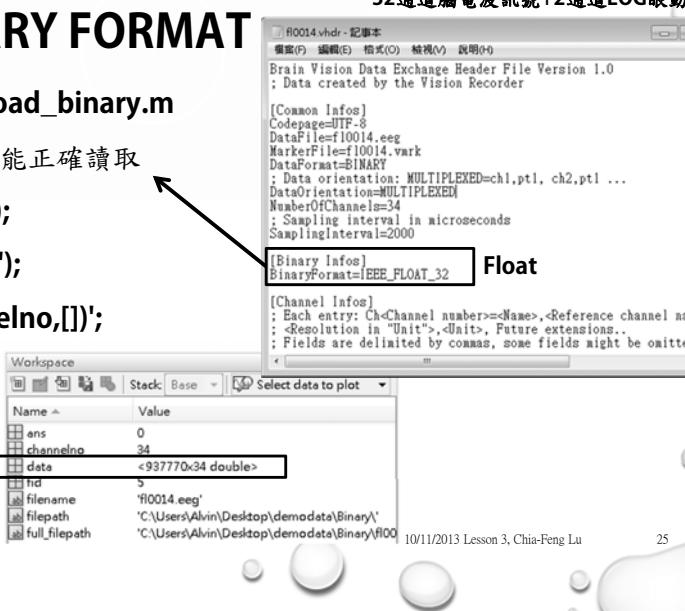
10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

24

訊號範例3：BINARY FORMAT

- 請開啟 demodata\Binary\load_binary.m
- 必須先知道資料的精準度方能正確讀取
- `fid=fopen(full_filepath,'r');`
- `data=fread(fid,inf,'float32');`
- `data=reshape(data,channelno,[]);`
- `fclose(fid);`

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



10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu 25

FILE INPUT 常用函式列表

- `uigetfile` % 呼叫開啟檔案對話視窗選取檔案路徑
- `load` % 讀取ASCII或*.mat檔案(MATLAB專用檔案格式)
- `fopen` % 指派檔案ID(以正整數代表)給所選路徑檔案
- `fread` % 以特定precision讀取binary格式檔案
- `fscanf` % 讀取ASCII檔案內容
- `fseek` % 移動檔案游標位置
- `fclose` % 釋放檔案ID與所選路徑檔案
- `reshape` % 將向量/矩陣大小重新調整
- `xlsread` % 讀取*.xls或*.csv等試算表或分隔符號檔案

請在 command window 中 help 各函式並學會其用法!!

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu 27

訊號範例4：EXCEL格式

- 請開啟 demodata\Excel\load_excel.m
- 可以讀取指定活頁簿及指定欄位的資料
- [NUMERIC,TXT,RAW]=xlsread(full_filepath,1,'H11887:J23746');

原始訊號由楊世偉老師實驗室提供
僅需讀取取力板的x,y,z三軸的數值

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled 'Take06.csv'. The data is organized into columns E through M. The first row contains column headers: H, I, J, K, L, M. The subsequent rows contain numerical data. A callout arrow points from the 'NUMERIC' entry in the workspace to this table. The table has 18 rows of data, starting with row 11887 and ending with row 11905.

H	I	J	K	L	M
11887	254	232	0	4.13259	20.42184
11888	254	232	0	4.37233	20.68468
11889	254	232	0	4.20109	20.90181
11890	254	232	0	3.97277	20.68468
11891	254	232	0	4.16668	20.43327
11892	254	232	0	4.14401	20.25042
11893	254	232	0	4.26998	20.45612
11894	254	232	0	4.33809	20.74182
11895	254	232	0	4.05268	20.70754
11896	254	232	0	3.96135	20.59326
11897	254	232	0	4.07551	20.31699
11898	254	232	0	4.44068	20.46755
11899	254	232	0	4.53215	20.70754
11900	254	232	0	4.281	20.59206

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

26

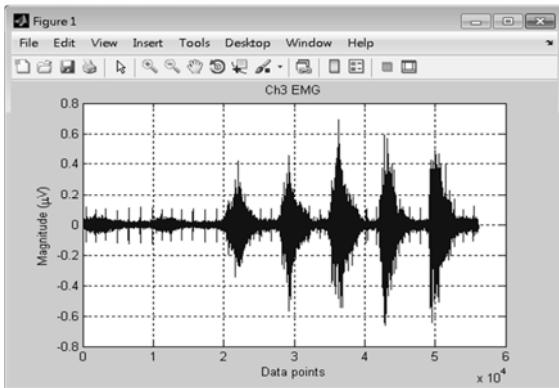
MATLAB 訊號繪製與確認

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

28

繪製曲線

- 請執行 `demodata\ASCII\load_ASCII.m` 讀取呼吸肌肌電訊號
- 請執行 `demodata\ASCII\plot_EMG.m` 繪製呼吸肌肌電訊號



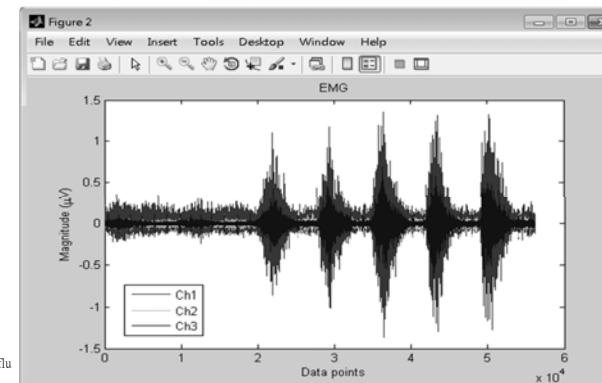
←單一視窗單一圖軸單一訊號

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

29

繪製曲線

- 請執行 `demodata\ASCII\load_ASCII.m` 讀取呼吸肌肌電訊號
- 請執行 `demodata\ASCII\plot_EMG.m` 繪製呼吸肌肌電訊號



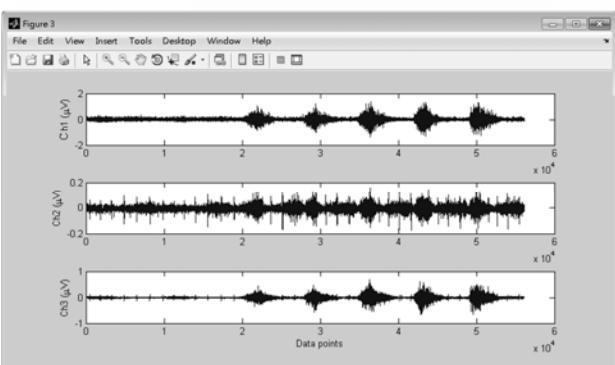
←單一視窗單一圖軸多訊號

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

30

繪製曲線

- 請執行 `demodata\ASCII\load_ASCII.m` 讀取呼吸肌肌電訊號
- 請執行 `demodata\ASCII\plot_EMG.m` 繪製呼吸肌肌電訊號



←單一視窗多圖軸單一訊號

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

31

訊號繪製常用函式列表

- | | |
|------------------------|--|
| • <code>figure</code> | % 開啟新視窗 |
| • <code>subplot</code> | % 指定子圖軸 |
| • <code>plot</code> | % 繪製資料點或曲線 |
| • <code>title</code> | % 圖軸標題 |
| • <code>xlabel</code> | % X軸標註 |
| • <code>ylabel</code> | % Y軸標註 |
| • <code>xlim</code> | % X軸呈現範圍 |
| • <code>ylim</code> | % Y軸呈現範圍 |
| • <code>grid</code> | % grid on 顯示網格線 |
| • <code>hold</code> | % hold on 可讓 <code>plot</code> 指令不會抹除已繪製曲線 |
| • <code>legend</code> | % 在圖軸中加上圖例 |

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

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

32

MATLAB檔案覆寫與儲存

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

33

儲存MATLAB專用檔案格式

- 請開啟**demodata/save_data.m**
- *.mat格式可以直接用**save**儲存，用**load**讀取
- **save(filename)**
- **save(filename,variable1, variable2,⋯)**
- **save(filename,variable1, variable2,⋯,format)**

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

34

ASCII資料覆寫

- 請開啟並執行**demodata/fprintf_ASCII.m**

- 認識**fprintf**

<code>fprintf(fid,'%15s','This is a test.')</code>	% 寫入15個字元的字串
<code>fprintf(fid,'\r\n')</code>	% 换行 即十六位元的0D 0A
<code>fprintf(fid,'%11s %8d','The date is',20131011)</code>	% 寫入11個字元的字串與8位數字的整數
<code>fprintf(fid,'\r\n')</code>	% 换行 即十六位元的0D 0A
<code>fprintf(fid,'%5.4f',12345.1234)</code>	% 寫入浮點數(5位整數、4位小數)

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

35

BINARY資料覆寫

- 請開啟並執行**demodata/fwrite_binary.m**

- 認識**fwrite**

- `data=[23.456 19.664 -14.123 27.548 -10.168];`
- `fwrite(fid,data,'double');`

切記：要讀取binary資料必須要先知道儲存格式
與他人做binary資料交換時必須一併告知格式!!

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

10/11/2013 Lesson 3, Chia-Feng Lu

36

EXCEL 資料覆寫

- 請開啟並執行 `demodata/xlswrite_excel.m`
- 認識 `xlswrite`
 - `xlswrite(fullfile,data,3,'B10');` % 將資料儲存在第3活頁簿的B10欄位

儲存成 EXCEL 相容格式可以方便使用其他軟體進行資料統計分析

FILE OUTPUT 常用函式列表

- `uiputfile` % 呼叫儲存檔案對話視窗選取檔案路徑
- `save` % 儲存 ASCII 或 *.mat 檔案 (MATLAB 專用檔案格式)
- `fopen` % 指派檔案 ID (以正整數代表) 給所選路徑檔案
- `fseek` % 移動檔案游標位置
- `fwrite` % 以特定 `precision` 覆寫 binary 格式檔案
- `fprintf` % 覆寫 ASCII 檔案內容
- `fclose` % 釋放檔案 ID 與所選路徑檔案
- `xlswrite` % 覆寫 *.xls 或 *.csv 等試算表或分隔符號檔案

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

THE END

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