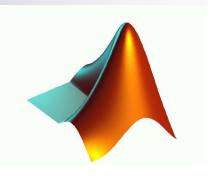
MATLAB簡介與基本操作

- 基本數學運算
- 向量與矩陣之處理
- 數據處理與列印輸出

(參考資料:MATLAB基礎學習與應用 陳奇中著)

MATLAB 是什麽?



- MATLAB為美國Mathworks公司於1984年所推出的數學運算軟體。
- 其名稱是由「矩陣實驗室」(MATrix LABoratory)所合成。
- 特長於矩陣相關運算及各領域數值問題。
- 提供科學計算、數值分析、圖形繪製、系統模 擬、訊號處理等功能
- 為各種動態系統模擬、數位訊號處理、科學計算、科學目視等領域的標準程式語言。

MATLAB 小傳

- MATLAB早在 1978 年即已現身,是用 Fortran 撰寫的免費軟體,其作者是當時任教於新墨西哥大學的 Cleve Moler 教授。
- Jack Little (又稱為 John Little) 將 MATLAB 以C語言重寫,並於 1984 年成立 MathWorks公司,首次推出 MATLAB 商用版。(DOS 版)
- 1993年進入Windows作業系統,推出Simulink互動 式動態模擬環境以及符號數學運算功能。
- 之後不斷改版、改版、再改版,目前最新版本為 R2015a,其網站為http://www.mathworks.com

為什麼要用 MATLAB?

- MATLAB是個直譯式高階語言,和其他常見的 C/C++、JAVA及VB等高階語言比較起來, MATLAB 在程式撰寫及資訊視覺化視窗這兩方面相當方便,初學者可說是一學就會、入門輕鬆。
- MATLAB省略許多複雜的語法,採取接近人類思維的語法,同時提供許多指令處理複雜運算。
- MATLAB目前已被廣泛應用於數學、工程、物理、 化學、醫學、金融、生物資訊等領域有關數值計 算問題。
- 許多國內外大學教科書將納為問題求解模擬示範的工具軟體。

使用 MATLAB 的好處

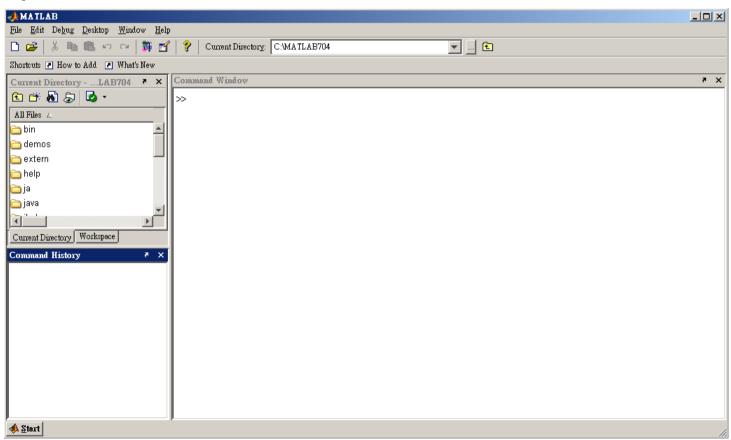
- MATLAB是一種可以提供便利的環境用以進行各 種數學運算的電腦程式
 - □直譯式的數學程式語言,不需編譯(compile)或連 結(link)即可直接執行
 - □將所有變數均存成double的形式,所以不需經過 變數宣告,亦不需要陣列宣告
 - □包含了非常豐富的內建函數,同時亦提供完整的 線上輔助說明

MATLAB 特色

- 在矩陣及線性代數上,提供各種先進的演算法則來做數值運算。
- 簡單好學,語法簡單。
- 程式重複使用方便且快速。
- 提供非常完備的數學函數,且能讓使用者定義自己的函數。
- 二、三維的繪圖功能強大,完整的資料視覺化顯示功能,幫助使用者分析資料。
- 提供超過80種以上的工具箱(ToolBox),可以幫助使用者處理相關領域問題。

如何進入 MATLAB?

- step 1 進入Windows
- step 2 載入Matlab



MATLAB 環境

- MATLAB有三個主要視窗:
 - □命令視窗。用來輸入指令和資料。
 - □圖形視窗。用來顯示繪圖與圖形。
 - □編輯視窗。用來建立與編輯M檔。
- ■根據計算機平台和MATLAB的版本,這些視窗 可能有不同的外觀和感覺。

計算機模式

- MATLAB的命令模式是循序的,正如同一行一行地 輸入指令。對於每一個指令,立刻得到一個結 果。因此,你可以想像成正在操作一台很奇幻的 計算機一樣。
- 例如,你可以輸入 >> 55 - 16 ans = 39

如何做簡單數學運算?

□在MATLAB命令視窗(Command Window) 內的提示符號(>>)之後輸入運算式,並按入 Enter 鍵即可。例如:

$$>> (5*2+3.5)/5$$
 ans = 2.7000

□若不想讓 MATLAB 每次都顯示運算結果,只需在運算式最後加上分號(;)即可,例如: >> (5*2+3.5)/5;

MATLAB 變數

- 若沒有指定變數名稱,MATLAB會自動地將答案指派給一個變數,稱為ans。因此,你可以使用ans來進行下一步的計算。
- ■指派的意思是將值分配到各個變數名稱,亦即將 計算結果儲存到對應於變數名稱的記憶體當中。
- Ex 1: 五隻雞和二隻兔,共幾隻腳?

```
>>chicken=5;
```

>>rabbit=2;

>>legs=chicken*2+rabbit*4

執行結果

legs =

18

Ex 2:
$$\Re e^{-3} \cdot \cos(3) / \sin^{-1}(0.5)$$

>>exp(-3)*cos(3)/asin(0.5)

ans =
$$-0.0941$$

```
■ Ex 4: 壓力單位換算 3 bar = ? psi
(1 \text{ bar} = 100000 \text{ pa} = 14.50377 \text{ psi} = 750 \text{ mm Hg})
>> 3*14.50377
ans =
  43.51131
■ Ex 5: 熱量單位換算 4 KJ(千焦) = ? Kcal (千卡)
(1 \text{ KJ} = 102 \text{ kg-m} = 0.2389 \text{ kcal} = 0.9478 \text{ Btu})
>>4*0.2389
ans =
   0.9556
```

變數名稱限制

- 變數名稱小於等於19字元
- 第一字元不能為數字
- 字元大小寫表示不同意義
- Ex1: c123 (o)
 4c123 (X)
 c_123 (o)
 c-123 (X)
- 註:MATLAB 在使用變數時,不需預先經過變數宣告 (Variable Declaration)的程序,而且所有數值變數均以 預設的 double 資料型式儲存。

特殊符號

- % 註解
- ; 不顯示執行結果
- ... 連續

格式命令

形式	結果	範例
short long short e long e short g long g short eng long eng	5 個數字之定點格式 15 個雙精密度數字及 7 個單精密度數字之定點格式 5 個數字之浮點格式 15 個雙精密度數字及 7 個單精密度數字之浮點格式 5 個數字定點或浮點之最佳格式 15 個雙精密度數字及 7 個單精密度數字定點或浮點之最佳格式 至少 5 個數字及 3 位冪次方之工程格式 至少 16 個數字及 3 位冪次方之工程格式 錢幣格式	3.1416 3.14159265358979 3.1416e+000 3.141592653589793e+000 3.1416 3.14159265358979 3.1416e+000 3.14159265358979e+000

```
>> format short; pi
ans =
          3.1416
>> format long; pi
ans =
          3.14159265358979
>> format short eng; pi
ans =
          3.1416e+000
>> pi*10000
ans =
          31.4159e+003
```



Getting workspace information

■ who %顯示變數名稱

■ whos %顯示變數名稱及其大小格式

■ dir %顯示所有檔案

■ what %顯示檔案 *. m或 *. mat

■ clc %清除螢幕

■ clear %清除變數

>>clear all %清除所有變數

>>clear a b %清除變數 a and b

常見數學函數

- 1. abs(x) % 取絕對值
- 2. $a\cos(x)$ % $\cos^{-1}(x)$
- 3. acosh(x) % $cosh^{-1}(x)$
- 4. angle(x) % 複數的角度
- 5. asin(x) % $sin^{-1}(x)$
- 6. atan(x) % $tan^{-1}(x)$
- 7. $\operatorname{atanh}(x)$ % $\tanh^{-1}(x)$

常見數學函數

- 8. ceil(x) %取最接近且大於原數的整數 (無條件進入)
- 9. floor(x) %取最接近且小於原數的整數
- 10. round(x) % 四捨五入(取至整數為止)
- 11. fix(x) % 無條件捨去
- 12. conj(x) % 共軛複數
- 13. cosh(x) % cosine hyperbolic function
- 14. exp(x) % exponential : e^x
- 15. real(x) % 取實部 imag(x) 取虚部

常見數學函數

- 16. log(x)
- 17. $\log 10(x)$ % $\log_{10} x$
- 19. sign(x)
- $20. \sin(x)$
- 21. *sinh(x)*
- 22. *sqrt(x)*
- 23. tan(x)
- 24. *tanh(x)*

- $\log_e x = \ln x$
- 18. rem(x,y) % x/y的餘數
 - %取正負號

 $\% \sqrt{x}$

■ Ex1: x $= ax^2 + bx + c = 0$

>>分析
$$X_1, X_2 = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$

$$x1 = -1.0000 + 1.4142i$$

有關複數之種種

(1) 內定符號 i及 j

>>x=1+cos(2)*i

x = 1.0000 - 0.4161i

NOTE: 若 i 之前是數字則直接接 i,若不是數字則要用*號

(2) 複數大小及角度 abs(x), angle(x)

(3) 實部及虛部 real(x), imag(x)

(4) 複數之共軛複數 *conj(x)*

有何線上支援?

- help:用來查詢已知指令的用法。
- lookfor:用來尋找未知的指令。找到所需的指令 後,即可用 help 進一步找出其用法。
- helpwin 或 helpdesk:產生線上支援視窗,其效果和直接點選 MATLAB 命令視窗工作列的圖示是一樣的。
- doc:產生特定函數的線上支援。

陣列、向量和矩陣

- ■所謂陣列 (array) ,就是將一堆數值集合起來 用一個單一的變數名稱表示。一維的陣列稱為 向量 (vector),二維的陣列則稱為矩陣 (matrix)。
- 在命令模式下,中括號用來輸入陣列。

向量如何處理?

(1) 向量格式

Ex1:

>> x=[1 2 3]

X =1 2 3

 $>> x=[pi/2 \ sqrt(2) \ 2]$

X =

1.5708 1.4142 2.0000

 \blacksquare >> b = [2;4;6;8;10] b =

6

10

- ■用逗號或空白鍵區隔各元素
- 用分號換列

冒號運算子1

- ■如果冒號用來分開兩個數字,MATLAB會自動產生這兩個數字之間增量 (increment) 為1的所有數字。
- ■如果冒號用來隔開三個數字,則MATLAB會產生一個向量,此向量的元素介於第一個數字與第三個數字之間,第一個數字為此向量之第一個元素,其他元素則以第二個數字當作增量。

(2) 4 目 (2)

(2) 向量之給法

1.
$$x=[1 \ 2 \ 3]$$

2.
$$x=1:1:3$$
 or $x=1:3$

x=起始值:增量:終值

Ex1: 0~ π 取十點

>>x=0:pi/9:pi

X =

Columns 1 through 7

0 0.3491 0.6981 1.0472 1.3963 1.7453 2.0944

Columns 8 through 10

2.4435 2.7925 3.1416

linspace 與 logspace 函數

■ linspace函數可以產生固定間隔數值的列向 量。以下列形式:

linspace(x1, x2, n)

在x1和x2之間建立n個點。

■ logspace函數建立起以對數間隔的列向量。依下列形式:

logspace(x1, x2, n)

其中n代表在10^{x1}和10^{x2}之間等對數間隔地建立出n個點。



Ex2: 0~ π 取十點

>>x=linspace(0,pi,10)

X =

Columns 1 through 7

0 0.3491 0.6981 1.0472 1.3963 1.7453 2.0944

Columns 8 through 10

2.4435 2.7925 3.1416

NOTE: x=linspace(起始值,終值,點數)

i.e.,
$$x = \begin{bmatrix} 0 & \frac{\pi}{9} & \frac{2\pi}{9} & \frac{3\pi}{9} & \frac{4\pi}{9} & \frac{5\pi}{9} & \frac{6\pi}{9} & \frac{7\pi}{9} & \frac{8\pi}{9} & \pi \end{bmatrix}$$



Ex3: 100~10² 取11點

>>x=logspace(0,2,11)

```
X =
Columns 1 through 7
1.0000 1.5849 2.5119 3.9811 6.3096 10.0000 15.8489
Columns 8 through 11
25.1189 39.8107 63.0957 100.0000
```

i.e.,
$$X=[10^{0} \ 10^{0.2} \ 10^{0.4} \ 10^{0.6} \ 10^{0.8} \ 10^{1.0} \ \dots \ 10^{2}]$$

(3) 如何取出向量各位置之值

```
>>x=[1 2 sqrt(2)];
```

>>x(3)

ans =

1.4142

(4) 向量運算

$$>> x=[1 2 3];$$

y =

0.5403 -0.4161 -0.9900

• MATLAB內建函數有一個重要特性,就是它們也可以同樣用來對向量或矩陣進行運算。

Ex: 理想氣體已知溫度t及壓力p莫耳數n求體積。當實驗數據溫度、壓力。數具有很多組時,可以向量處理。

```
>> t=[100 200 300 400 500]; % temperature in K
>> p=[2 3 4 5 6]; % atm
>> n=1; % mole
>> r=8.314; % joule/K mol
>> v=n*r*t./p
```

V =

415,7000 554,2667 623,5500 665,1200 692,8333

NOTE: 除號/之前的點. 表示向量內各數值分別做除的計算

■ 如何將陣列A中的每一個元素取平方?你可以利用: >> A .^ 2

(5) roots 解多項式(向量的應用)

$$a_n x^n + a_{n-1} x^{n-1} + \dots + a_1 x^1 + a_0 = 0$$

Usage: roots([a_n a_{n-1} a_{n-2} ··· a_1 a_0])

EX:
$$2x^5 + 3x^4 + x^2 + 1 = 0$$

>>roots([2 3 0 1 0 1])

ans =

- -1.7246
- -0.3632 + 0.6597i
- -0.3632 0.6597i
- 0.4755 + 0.5339i
- 0.4755 0.5339i

100

(6) 向量合併

```
>> x=[1 2 3 3 2 1];
>>y=[4 5];
>>a=[x y]
a =
      2 3 3 2 1 4 5
>>b=[a(1:2:5) 1 0 1]
b =
```

1 3 2 1 0 1

b/A

向量之運算

(1) 向量之加減法

Ex:

```
>> x=[1 2 3]
```

>>a=x+1 %向量與純量之加法

```
a =
```

2 3 4

>>1-x

ans =

0 -1 -2

```
>>x=[1 2 3];
>>y=[4 5 6];
>>x+y %向量與向量之加法
ans =
5 7 9
```

??? Error using ==> +

Matrix dimensions must agree.

NOTE: x+z %向量大小不一致,無法計算

(2) 向量的乘法

```
>>x=[1 2 3];
>>pi*x %純量乘向量
ans =
3.1416 6.2832 9.4248
>>x=[1 2 3];
>>y=[4 5 6];
```

>>x.*y %向量乘向量

ans = 4 10 18

(3) 向量的除法

與乘法相同,其中x./y表 $\frac{x}{y}$,x.\y表示 $\frac{y}{x}$

>>x=[1 2 3];

>>y=[4 5 6];

>>x./y %向量除向量

ans =

0.2500 0.4000 0.5000

向量的轉置

Ex:

```
>>x=[1 2 3]; %列向量
>>y=x' %行向量
```

```
y = 1
2
```

ÞΑ

```
Ex: (123) 與(456) 內積=?
>> x=[1 2 3];
>>y=[4 5 6];
>>x*y' % 內積
ans =
   32
>>x.*y %向量
ans =
  4 10 18
```

No.

Ex:

$$>> x = [1+i \ 2 \ 3-i];$$

- 1.0000 1.0000i
- 2.0000
- 3.0000 + 1.0000i

>>x.'%轉置但不取共軛

ans =

- 1.0000 + 1.0000i
- 2.0000
- 3.0000 1.0000i

矩陣如何處理

(1) 如何輸入一個矩陣

Ex:

法一.



法二.

>>A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];

ÞΑ

(2) 矩陣的擴增

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

```
A =

1 2 3
4 5 6
7 8 9
```

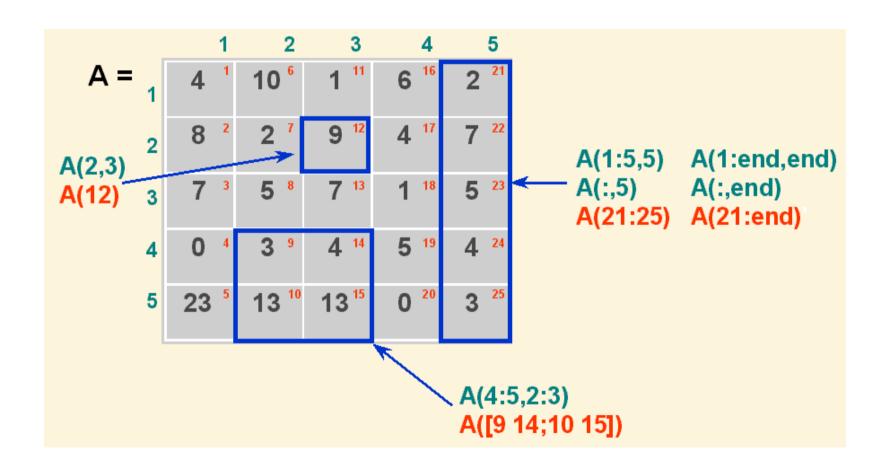


??? All rows in the bracketed expression must have the same number of columns.

(3) 矩陣的索引或下標

- 矩陣 A 中,位於第 i 横列、第 j 直行的元素可表示為 A(i, j)
 - ◆ i與j即是此元素的下標(Subscript)或索引(Index)
- MATLAB中,所有矩陣的內部表示法都是 以直行為主的一維向量
 - ◆ A(i, j) 和 A(i+(j-1)*m) 是完全一樣的~m為矩陣A的 列數
- 我們可以使用一維或二維下標來存取矩陣

(3) 矩陣的索引或下標





Ex:

```
>>a=[1 2;3 4];
>>a(3,3)=1; % a在(3,3)位置值是1
>>a
```

```
a =

1 2 0

3 4 0

0 0 1
```

冒號運算子2

- ■除了創造一系列的數字外,冒號還可以當作通配符 (wildcard) 使用,用來選取矩陣個別的列或行。
- 我們也可以利用冒號來選取陣列中一系列的元素。

ÞΑ

(3) 如何從矩陣中取值或舉出一個子矩陣

```
>>A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]
>> X=A(3,2) %X=A(row, column)
>>B=A(1:2,1:2)
>>C=A(:,1:2) %C=A(全取,第一行至第二行)
>>D=A(2:3, : )
>>E=A(1:2,[1 3])
A =
  4 5 6
      8
         9
```



X =

8

B =

1 2

5

1 2

4 5 7 8

4 5 6

7

8 9

1 3

6



(4)一些相關指令

flipud(a) %上下顛倒

flipIr(a) %左右顛倒

rot90(a) %旋轉90度(逆時針)

reshape(a,m,n) %重定矩陣行列數

diag(v) %取對角線元素所形成之向量

re.

(5) 矩陣轉置

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{bmatrix} \qquad A' = \begin{bmatrix} 1 & 3 \\ 2 & 4 \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 & 1+i \\ 1-i & 3i \end{bmatrix} \qquad \mathbf{B'} = \begin{bmatrix} 1 & 1+i \\ 1-i & -3i \end{bmatrix}$$

$$B.' = \begin{bmatrix} 1 & 1-i \\ i+i & 3i \end{bmatrix}$$

B'複數轉置爲共軛轉置, B.' 單純轉置

NOTE:取出矩陣大小維度

r=列數 c=行數

n=length(v)

顯示向量之長度或矩陣之行數

NOTE:將矩陣變為向量

```
>>A=[1 2;3 4];
```

1

3

2

4



NOTE: 將矩陣的某行、某列消除

Ex:
$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix} \qquad A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$$

將第二列全部空白(即取消)



矩陣運算相關指令

- 1. *det(A)*
- 2. *inv(A)*
- 3. *eig(A)*
- 4. *rank(A)*
- 5. *cond(A)*
- 6. *poly(A)*
- 7. polyvalm(v,A)
- 8. *expm(A)*
- 9. [r,c]=size(A)
- 10. n=length(v)

- %行列式值
- %反矩陣
- %特徵值
- %秩、階數
- %2-norm條件數
- %特徵多項式
- %矩陣多項式求值
- % e^{A}



一些特殊矩陣

- 1. eye(n,m)
- 2. *eye(n)*
- 3. ones(n,m)
- 4. ones(n)
- 5. *zeros(n,m)*
- 6. *zeros(n)*
- 7. *rand(n,m)*
- 8. *randn(n)*

- %單位矩陣nxm
- %單位矩陣nxn
- %常數矩陣nxm全部爲1
- %常數矩陣nxn全部爲1
- %常數矩陣nxm全部爲0
- %常數矩陣nxn全部爲0
- %亂數所形成nxm的矩陣
- %亂數所形成nxn的矩陣



找最大值

- >>[m, index]=max(data)
- data為向量: m為向量元素中之最大值, index為 最大值發生處(索引值)
- data為矩陣: m為每個column之最大值, index為最大值發生處(列索引值) data =

m=15 9 23 index=2 2 4

找最小值

>>[n, index]=min(data)

n=10 3 18

index=5 5 1

求平均值和 SUM

>>avg=mean(data)

avg= 12.8 6.4 20.4

>>s=sum(data)

s = 64 32 102

ķΑ

NOTE:數據分析相關指令

```
corrcoef(x)
COV(X)
cumprod(x)
diff(x)
hist(x)
median(x)
prod(x)
            %連乘
sort(x)
           %排序
std(x)
           %標準差
```

NA.

如何做文字、字串處理

```
t='national taipei university';
u=t(17:26)
v=t(26:-1:17)
U =
  university
  ytisrevinu
```

建立與存取檔案1

■ MATLAB能讀寫資料檔,最簡單的方法是一個稱為mat檔的二進位檔案,它能以save和load的指令在MATLAB中執行建立與存取檔案。

建立與存取檔案2

■ save指令被用來在工作或選擇的變數中產生MAT 檔。其語法為:

save filename var1 var2 ... varn 此指令建立一個包含var1到varn變數且名為 filename.mat的MAT檔案,假如變數被省略,所 有的工作變數都會被儲存。

■ load指令被用來擷取檔案載入變數:

load filename var1 var2 ... varn 此指令被用來由filename.mat的MAT檔案中擷取 var1到varn的變數,和save指令一樣,假如變數被 省略,所有的工作變數都會被儲存。

如何儲存變數?

■使用 save 保存變數

save:將所有變數以二進位格式存至『matlab.mat』中

save fname:將所有變數存至『fname.mat』中

save fname XY:將變數 X 與 Y 存至『fname.mat』中

save fname X -ascii:使用 8 位數文字格式將變數 X 存至

『fname』中

save fname X -ascii -double:使用 16 位數文字格式將變

數X存至『fname』中

註: ASCII 格式的文字檔能以附加指令-ascii在指令save的 MATLAB 環境產生。

>> A = [5 7 9 2;3 6 3 9]

>> save simpmatrix.txt -ascii

如何載入數據檔?

■使用 load 載入變數:

load:由『matlab.mat』中載入所有變數

load fname:由『fname.mat』中載入所有變數

load fname XY:由『fname.mat』中載入變數 X 與 Y

load fname -ascii:由文字檔『fname』中載入變數

load fname.ext:由文字檔『fname.ext』中載入變數

■變數命名方式:

- □ binary (.mat):恢復變數原始名稱
- □ ASCII:變數以檔名來命名,檔名中所有數字換成底線;若檔 名開頭第一個字元為數字或底線,則在之前加上一個'X'

輸入

■ input函數可以讓你從命令視窗中向使用者要求 一個值。語法如下:

n = input('promptstring') 此函數顯示出promptstring,並且等待從鍵盤 的輸入,並且從鍵盤傳回這個值。

■ 若要輸入一個字串 n = input('promptstring', 's')

輸出

■ disp函數提供一個可方便顯示值的方法。語 法如下:

disp(value)

其中value = 想要顯示的值。

它可以是一個常數或一個變數,

disp(x)

甚至是一個字串。 disp('x')

格式化輸出

■ fprintf函數提供顯示訊息的額外控制功能。關 於此語法的簡單例子如下:

fprintf('format', x, ...)

其中format是一個字串,用以指定希望如何顯示變數x的值。

□範例:

fprintf('Values of a and b are %.3f and %d\n', a, b)

格式控制符號

格式符號	描述
%d	整數格式
%e	以小寫 e 顯示的科學記號格式
%E	以大寫 E 顯示的科學記號格式
%f	小數格式
%g	更緊密的 %e 或 %f
控制符號	描述
\n	開始新的一行
\t	定位