

Chapter 1

MATLAB 簡介

Hung-Yuan Fan (范洪源)

Department of Mathematics,
National Taiwan Normal University, Taiwan

Spring 2020



- L1 MATLAB 的優點
- L2 MATLAB 的缺點
- L3 MATLAB 的環境
- L4 把 MATLAB 當作簡易型計算機使用



Lecture 1

MATLAB 的優點



MATLAB 小傳 (1/2)

- 由 MathWorks 公司於 1984 年推出的數學軟體。
- 名稱是由「矩陣實驗室」(**MAT**rix **LAB**oratory) 所合成。



MATLAB 小傳 (1/2)

- 由 MathWorks 公司於 1984 年推出的數學軟體。
- 名稱是由「矩陣實驗室」(**MAT**rix **LAB**oratory) 所合成。
- MATLAB 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 (1/2)

- 由 MathWorks 公司於 1984 年推出的數學軟體。
- 名稱是由「矩陣實驗室」(**MAT**rix **LAB**oratory) 所合成。
- MATLAB 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 的許多的核心計算技術是源自於 LINPACK 及 EISPACK 。



MATLAB 小傳 (2/2)

- MATLAB 早在 1978 年已現身，是用 Fortran 撰寫的免費軟體，作者是當時任教於新墨西哥大學的 Cleve Moler 教授。



MATLAB 小傳 (2/2)

- MATLAB 早在 1978 年已現身，是用 Fortran 撰寫的免費軟體，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。



MATLAB 小傳 (2/2)

- MATLAB 早在 1978 年已現身，是用 Fortran 撰寫的免費軟體，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。
- MathWorks 在 Newsgroup 上進行對使用者的技術指導，在 WWW 興起之後，就提供各項技術支援與搜尋功能，並在內聯網 (Intranet) 方面，以 Web 與資料庫的整合來進行軟體 bug 的追蹤、修復與管理。



MATLAB 小傳 (2/2)

- MATLAB 早在 1978 年已現身，是用 Fortran 撰寫的免費軟體，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。
- MathWorks 在 Newsgroup 上進行對使用者的技術指導，在 WWW 興起之後，就提供各項技術支援與搜尋功能，並在內聯網 (Intranet) 方面，以 Web 與資料庫的整合來進行軟體 bug 的追蹤、修復與管理。
- MATLAB 是一個計算核心，圍繞著這個計算核心，有許多針對不同應用所開發的應用程式，稱為工具箱 (Toolboxes)。



MATLAB 的特色

- MATLAB 有自己專屬的程式語言。



MATLAB 的特色

- MATLAB 有自己專屬的程式語言。
- MATLAB 是一個包含極為多樣函式庫 (functions) 的龐大程式。



MATLAB 的特色

- MATLAB 有自己專屬的程式語言。
- MATLAB 是一個包含極為多樣函式庫 (functions) 的龐大程式。
- MATLAB 程式是一個程序式的程式語言與一個整合開發環境 (Integrated Development Environment, IDE) 的組合，IDE 包含程式編輯器與偵錯器 (Editor and Debugger) 以及可用來進行多種型態科學計算的豐富函式集。



- 容易使用: 直譯式語言。
- 平台獨立性: 跨作業系統的程式語言。



MATLAB 的優點

- 容易使用: 直譯式語言。
- 平台獨立性: 跨作業系統的程式語言。
- 預設函式: 提供大量的預設函式庫、科學計算問題所需的基本解決方案和特別功能的工具箱。



MATLAB 的優點

- **容易使用:** 直譯式語言。
- **平台獨立性:** 跨作業系統的程式語言。
- **預設函式:** 提供大量的預設函式庫、科學計算問題所需的基本解決方案和特別功能的工具箱。
- **與裝置無關的繪圖:** 直接顯示在任何執行 MATLAB 電腦的圖形輸出裝置上



MATLAB 的優點

- **容易使用:** 直譯式語言。
- **平台獨立性:** 跨作業系統的程式語言。
- **預設函式:** 提供大量的預設函式庫、科學計算問題所需的基本解決方案和特別功能的工具箱。
- **與裝置無關的繪圖:** 直接顯示在任何執行 MATLAB 電腦的圖形輸出裝置上
- **使用者圖形介面 (GUI):** 輕鬆建立互動式程式介面。
- **MATLAB 編譯器:** 將使用者所寫的 MATLAB 函式轉換成 C 語言程式碼。



Lecture 2

MATLAB 的缺點



- 執行速度較慢:
 - MATLAB 是直譯式語言，故其執行速度比編譯式語言慢。
 - 可結構化 MATLAB 程式設計以獲取向量化程式碼的最大效能，或是利用動態編譯器獲得舒緩。



- 執行速度較慢:

- MATLAB 是直譯式語言，故其執行速度比編譯式語言慢。
- 可結構化 MATLAB 程式設計以獲取**向量化程式碼**的最大效能，或是利用**動態編譯器**獲得舒緩。

- 價格昂貴:

- 完整版的 MATLAB 比一般的 C 或 Fortran 程式編譯器貴約五至十倍。
- 對企業或是學術研究單位而言，MATLAB 仍具有其經濟效益，但對個人使用者來說，售價還是太貴了。



Lecture 3

MATLAB 的環境

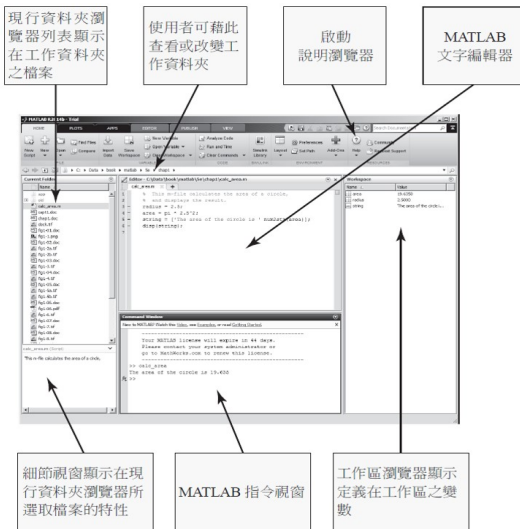


MATLAB 工作桌面的工具及視窗

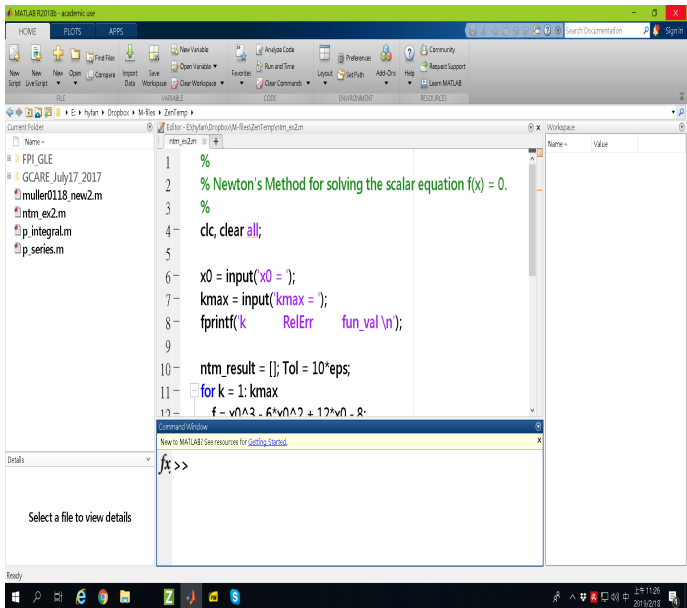
工具	敘述
指令視窗	使用者可以鍵入指令並立即觀看執行結果的視窗
工具帶	橫跨工作桌面頂端的應用工具帶，用來選取 MATLAB 的函式及工具，其分類是藉由指令功能區分，先是欄標（tabs）然後是群組（groups）
指令歷史視窗	顯示最近使用過指令的視窗中，只要在指令視窗內按下向上箭頭鍵，即可顯示指令歷史視窗
檔案視窗	用來顯示 MATLAB 檔案的視窗，並允許使用者修改或偵錯檔案
圖形視窗	用來顯示 MATLAB 繪圖結果的視窗
工作區瀏覽器	用來顯示儲存在工作區裡變數的名稱及其值的視窗
現行資料夾瀏覽器	顯示現行資料夾裡檔案名稱的視窗，如果其中一個檔案被選取的話，其檔案詳情會顯示在細節視窗
說明瀏覽器	尋求 MATLAB 函式協助的工具，可從工具列中選取“Help”鍵啟動
路徑瀏覽器	顯示 MATLAB 搜尋路徑的工具，可從工具列中選取“Set Path”鍵啟動



MATLAB 工作桌面的外觀 (R2014b)



MATLAB 工作桌面的外觀 (R2018b)



MATLAB 的版本

- MATLAB 一年推出兩個版本。
- 版本編號是以年份加上字母 a 與 b 來區分。



MATLAB 的版本

- MATLAB 一年推出兩個版本。
- 版本編號是以年份加上字母 a 與 b 來區分。
- 例如 2012b 是 2012 年的後半年所推出。
- 2012b 對應的 MATLAB 版本是 8.0。
- 在指令視窗的提示符號 `>>` 後輸入
`>> ver matlab`



指令視窗 (Command Window)

- 當按下鍵盤上的 Enter 鍵後，MATLAB 就能計算答案，並且把答案儲存在一個名為 `area` 的變數中。

```
>> area = pi * 2.5^2
```



指令視窗 (Command Window)

- 當按下鍵盤上的 Enter 鍵後，MATLAB 就能計算答案，並且把答案儲存在一個名為 `area` 的變數中。

```
>> area = pi * 2.5^2
```

```
area =
```

```
19.6350
```



指令視窗 (Command Window)

- 當按下鍵盤上的 Enter 鍵後，MATLAB 就能計算答案，並且把答案儲存在一個名為 `area` 的變數中。

```
>> area = pi * 2.5^2
```

```
area =
```

```
19.6350
```

- 如果宣告式太長，以致無法利用一行文字完整輸入，我們可以在行尾加上省略符號(`...`)。

```
>> x1 = 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6;
```



指令視窗 (Command Window)

- 當按下鍵盤上的 Enter 鍵後，MATLAB 就能計算答案，並且把答案儲存在一個名為 `area` 的變數中。

```
>> area = pi * 2.5^2
```

```
area =
```

```
19.6350
```

- 如果宣告式太長，以致無法利用一行文字完整輸入，我們可以在行尾加上省略符號(`...`)。

```
>> x1 = 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4 + 1/5 + 1/6;
```

```
>> x1 = 1 + 1/2 + 1/3 + 1/4...  
      + 1/5 + 1/6;
```



在指令視窗輸入宣告式

The image shows the MATLAB R2014b interface. The Editor window displays a script file named `calc_area.m` with the following code:

```
1 % This m-file calculates the area of a circle,  
2 % and displays the result.  
3 radius = 2.5;  
4 area = pi * 2.5^2;  
5 astring = ['The area of the circle is ' num2str(area)];  
6 disp(astring);  
7
```

The Command Window shows the execution of the script:

```
>> area = pi * 2.5^2  
area =  
19.6350  
fu >> |
```

The Workspace window shows the variable `area` with the value `19.6350`.

Annotations in the image indicate:

- 使用者輸入 (User Input) points to the input `area = pi * 2.5^2` in the Command Window.
- 計算結果 (Calculation Result) points to the output `19.6350` in the Command Window.
- 計算結果加入工作區 (Calculation result added to workspace) points to the variable `area` in the Workspace window.



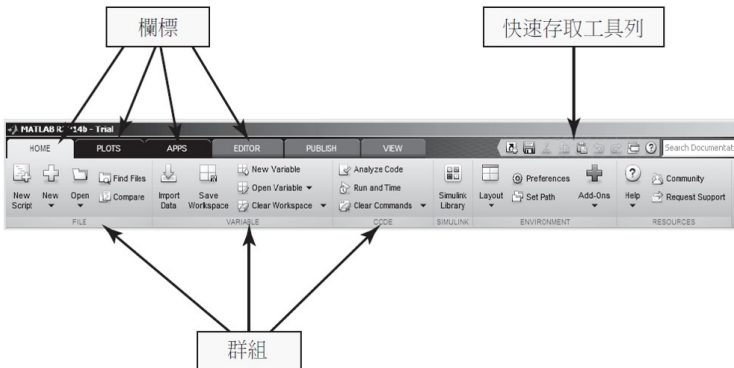
- 工具帶是一序列橫跨工作桌面頂端的應用工具，其控制欄是藉由指令功能分類，先是欄標 (tabs) 然後是群組 (groups)。



- 工具帶是一序列橫跨工作桌面頂端的應用工具，其控制欄是藉由指令功能分類，先是欄標 (tabs) 然後是群組 (groups)。
- 圖 1.3 的欄標有 Home (首頁)、Plots (繪圖)、Apps (應用程式)、Editor (編輯器) 等。當其中一個欄標被選取時，就會呈現不同群組的控制欄。在 Home 欄標裡，包括 File (檔案)、Variable (變數)、Code (程式碼) 等群組。



圖 1.3 工具帶



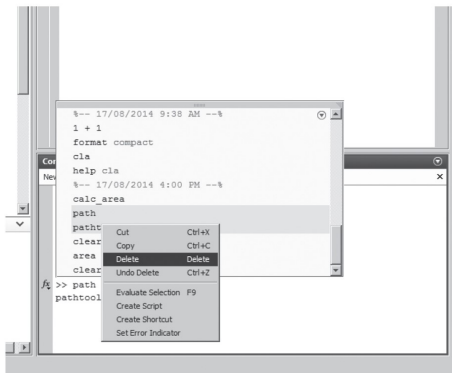
指令歷史視窗 (Command History Window)

- 顯示一連串使用者曾經在指令視窗中輸入過的指令。



指令歷史視窗 (Command History Window)

- 顯示一連串使用者曾經在指令視窗中輸入過的指令。
- 若想在指令歷史視窗內刪除某個指令，可使用滑鼠右鍵點擊想要刪除的指令，此時快顯功能表會提供 **Delete** 選項。



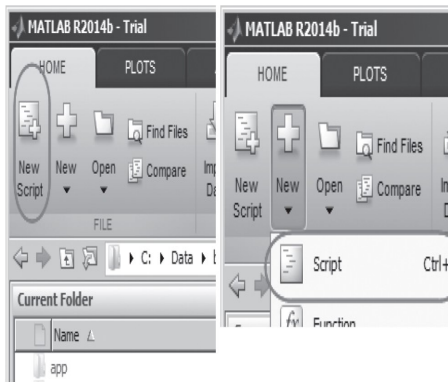
檔案視窗 (Document Window)

- 檔案視窗亦稱為編輯 / 偵錯視窗 (**Edit/Debug Window**) 。



檔案視窗 (Document Window)

- 檔案視窗亦稱為編輯 / 偵錯視窗 (**Edit/Debug Window**) 。
- 用來產生新的 M 檔案，或者用來修改已經存在的檔案。

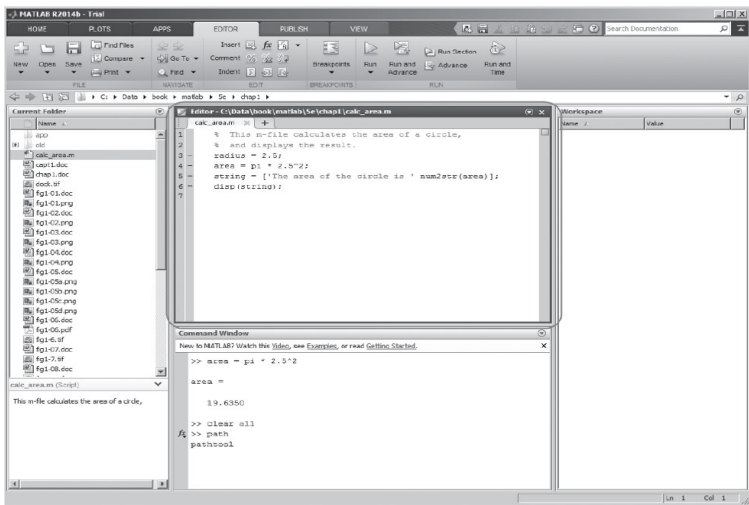


(a) 利用 New Script 指令建立一個新的 M 檔案

(b) 利用 New >> Script 彈出選單建立一個新的 M 檔案



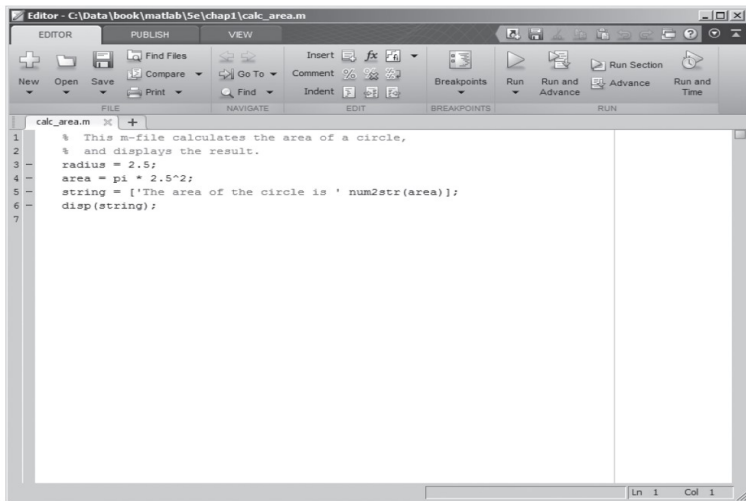
編輯 / 偵錯視窗 (1/2)



(c) 銜接在工作桌面內的 MATLAB 文字編輯器



編輯 / 偵錯視窗 (2/2)



(d) 獨立視窗顯示的 MATLAB 文字編輯器



圖形視窗 (Figure Window)

- 用來顯示 MATLAB 的繪圖結果。
- 它可以是二維或是三維的資料圖形、影像，或是使用者圖形介面 (GUI)。



圖形視窗 (Figure Window)

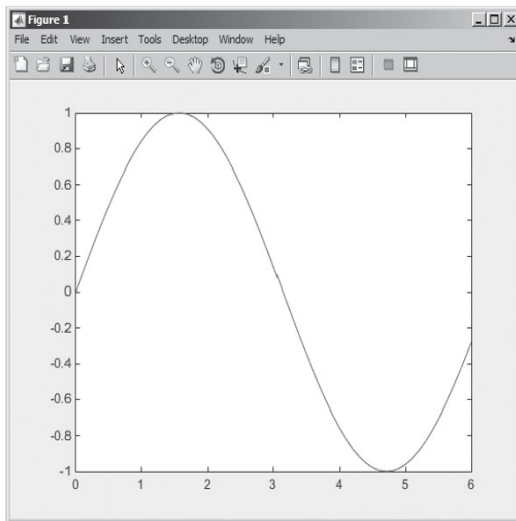
- 用來顯示 MATLAB 的繪圖結果。
- 它可以是二維或是三維的資料圖形、影像，或是使用者圖形介面 (GUI)。

程式範例: `sin_x.m`

```
% sin_x.m: This m-file calculates and plots the  
% function sin(x) for  $0 \leq x \leq 6$ .  
x = 0:0.1:6;  
y = sin(x);  
plot(x,y)
```



圖形視窗的範例



MATLAB 工作區 (Workspace)

- 工作區是所有可以使用的變數與陣列的聚集區域。
- 所有指令視窗內執行的指令分享相同的工作區，它們會使用到裡面的共同變數。
- MATLAB 函式均有其各自專屬的工作區。



MATLAB 工作區 (Workspace)

- 工作區是所有可以使用的變數與陣列的聚集區域。
- 所有指令視窗內執行的指令分享相同的工作區，它們會使用到裡面的共同變數。
- MATLAB 函式均有其各自專屬的工作區。

程式範例: calc_area.m

```
% This m-file calculates the area of a circle,  
% and displays the result.  
radius = 2.5;  
area = pi * 2.5 ^ 2;  
string = ['The area of the circle is ' num2str(area)];  
disp(string);
```



工作區的變數有哪些?

在指令視窗中鍵入 `whos` 指令，可查閱目前 MATLAB 工作區內的變數狀態。

```
>> whos
```



工作區的變數有哪些？

在指令視窗中鍵入 `whos` 指令，可查閱目前 MATLAB 工作區內的變數狀態。

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class
area	1×1	8	double array
radius	1×1	8	double array
string	1×32	64	char array
x	1×61	488	double array
y	1×61	488	double array



一些重要的指令

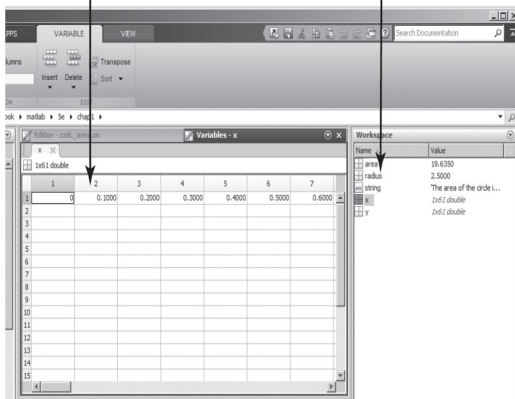
指令	說明
demo	執行 MATLAB 的內建程式示範
clc	清除指令視窗的內容
clf	清除圖形視窗的內容
clear all	清除工作區的所有變數
clear var1, var2,...	清除變數 var1, var2,...
CTRL+C	重新取回程式的控制權
diary 檔名	記錄使用 MATLAB 期間執行過的工作
diary on/off	開啟/關閉 diary 指令的功能
which 函式名	顯示函式所在的絕對路徑



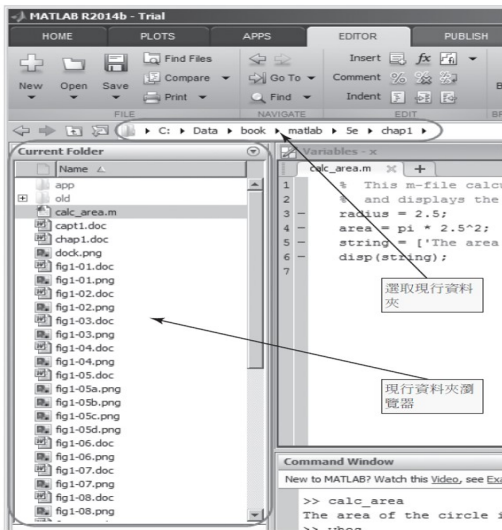
工作區瀏覽器 (Workspace Browser) 和 陣列編輯器 (Array Editor)

陣列編輯器允許使用者編輯在工作區瀏覽器選取的變數或陣列


工作區瀏覽器顯示定義在工作區的變數



現行資料夾瀏覽器 (Current Directory Browser)




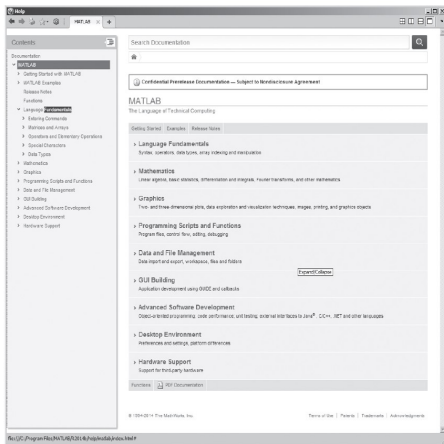
說明瀏覽器 (Help Browser)

- 從工具帶中選擇  鍵來啟動
- 在指令視窗鍵入 `helpdesk` 或是 `helpwin`



說明瀏覽器 (Help Browser)

- 從工具帶中選擇  鍵來啟動
- 在指令視窗鍵入 `helpdesk` 或是 `helpwin`

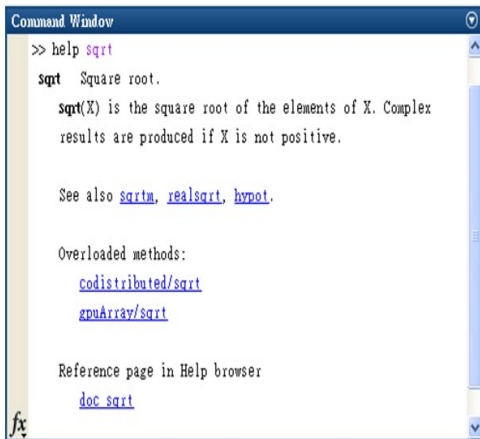


MATLAB 線上求助指令

- `lookfor` 指令跟 `help` 指令不太相同。
- `help` 函式名: 尋找完全符合特定名稱的函式。
- `doc` 函式名: 開啟該函式的說明文件視窗。
- `lookfor` 關鍵字: 尋找註解標頭包含該關鍵字的函式。



利用 `help` 指令來查詢 `sqrt()` 的用法：



```
Command Window
>> help sqrt
sqrt  Square root.

sqrt(X) is the square root of the elements of X. Complex
results are produced if X is not positive.

See also sqrtm, realsqrt, hypot.

Overloaded methods:
codistributed/sqrt
gpuArray/sqrt

Reference page in Help browser
doc sqrt
```

圖 1.5.1

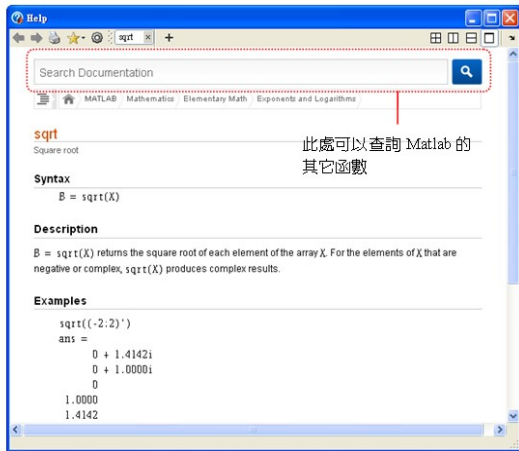
利用 `help` 指令查詢
`sqrt` 函數的用法



利用 doc 指令來查詢 sqrt() 的用法：

圖 1.5.2

利用 doc 查詢 sqrt
函數的用法



利用 `lookfor` 指令搜尋包含關鍵字 `Schur` 的函式:

```
>> lookfor Schur
```



利用 lookfor 指令搜尋包含關鍵字Schur的函式:

```
>> lookfor Schur
```

```
ordschur
```

- Reorder eigenvalues in Schur factorization.

```
schur
```

- Schur decomposition.

```
schord
```

- Ordered schur decomposition.

```
⋮
```

```
⋮
```

```
⋮
```

```
⋮
```

```
schbal
```

- Schur balanced truncation (stable plant).

```
schmr
```

- Schur balanced truncation (unstable plant).

```
vschur
```

- function $[u,t] = \text{vschur}(\text{mat})$.

```
bdschur
```

- Block-diagonal Schur factorization.

```
>>
```



如果在命令提示列裡鍵入一個名稱，MATLAB 會使用下列方式來尋找這個名稱的位置：

❶ **這個名稱是否為一個變數？**

如果是，MATLAB 將會顯示這個變數目前的內容。



如果在命令提示列裡鍵入一個名稱，MATLAB 會使用下列方式來尋找這個名稱的位置：

① 這個名稱是否為一個變數？

如果是，MATLAB 將會顯示這個變數目前的內容。

② 這個名稱是否為存在於現行資料夾裡的 M 檔案？

如果是，MATLAB 將會執行這個函式或指令。



如果在命令提示列裡鍵入一個名稱，MATLAB 會使用下列方式來尋找這個名稱的位置：

① 這個名稱是否為一個變數？

如果是，MATLAB 將會顯示這個變數目前的內容。

② 這個名稱是否為存在於現行資料夾裡的 M 檔案？

如果是，MATLAB 將會執行這個函式或指令。

③ 這個名稱是否為存在於搜尋路徑中的 M 檔案？

如果是，MATLAB 將會執行這個函式或指令。



Remark

如果定義一個與 MATLAB 函式或指令相同名稱的變數，則該函式或指令會變成**不能使用!**



Remark

如果定義一個與 MATLAB 函式或指令相同名稱的變數，則該函式或指令會變成**不能使用!**



程式設計的陷阱

永遠不要產生一個和 MATLAB 函式或指令一樣名稱的 M 檔案。



Lecture 4

把 MATLAB 當作 簡易型計算機使用



MATLAB 的純量運算

- MATLAB 可當作一台簡易型計算機來執行數學運算。



MATLAB 的純量運算

- MATLAB 可當作一台簡易型計算機來執行數學運算。
- 利用 $+$ 、 $-$ 、 $*$ 、 $/$ 及 $^$ 符號分別代表加減乘除及次方運算。

運算	數學式	宣告式
加法	$a + b$	$a + b$
減法	$a - b$	$a - b$
乘法	$a \times b$	$a * b$
除法	$a \div b$	a / b
次方	a^b	$a ^ b$



MATLAB 的純量運算

- MATLAB 可當作一台簡易型計算機來執行數學運算。
- 利用 $+$ 、 $-$ 、 $*$ 、 $/$ 及 $^$ 符號分別代表加減乘除及次方運算。

運算	數學式	宣告式
加法	$a + b$	$a + b$
減法	$a - b$	$a - b$
乘法	$a \times b$	$a * b$
除法	$a \div b$	a / b
次方	a^b	$a ^ b$

- MATLAB 預設變數 `ans` 的值可以用在後續的計算，但要小心使用！因為每次一個沒有等號的宣告式被執行時，`ans` 的值將會被覆寫。



一個簡單的算例

假設圓柱的半徑是 0.1 公尺，且長度是 0.5 公尺。如何利用 MATLAB 宣告式來計算圓柱的體積？

```
>> A = pi * 0.1^2
```

```
A =
```

```
0.0314
```



一個簡單的算例

假設圓柱的半徑是 0.1 公尺，且長度是 0.5 公尺。如何利用 MATLAB 宣告式來計算圓柱的體積？

```
>> A = pi * 0.1^2
```

```
A =
```

```
0.0314
```

```
>> V = A * 0.5
```

```
V =
```

```
0.0157
```



程式設計的陷阱

如果你要在 MATLAB 裡重複使用某個計算結果，一定要使用一個變數名稱來儲存此結果。否則，這個計算結果將會在下次計算時被覆寫。



Thank you for your attention!

