

# MATLAB

## 程式設計實務入門

丁毓峰 編著

溫坤禮 校訂



### 本書特色

- 由淺入深，循序漸進  
適合各層次的讀者學習參考，特別是初學者
- 內容全面系統化  
配合大量的應用實例與技巧  
迅速提升學習效率

# MATLAB

## 程式設計實務入門

丁毓峰 編著

溫坤禮 校訂

### 本書特色

- 由淺入深，循序漸進

適合各層次的讀者學習參考，特別是初學者

- 內容全面系統化

配合大量的應用實例與技巧

迅速提升學習效率

國家圖書館出版品預行編目資料

MATLAB程式設計實務入門／丁毓峰編著。——

初版。——臺北市：五南，2012.06

面：公分

ISBN 978-957-11-6697-1 (平裝)

1. MATLAB (電腦程式)

312.49

101009213



5DE7

## MATLAB程式設計實務入門

作 者 — 丁毓峰

校 訂 — 溫坤禮

發 行 人 — 楊榮川

總 編 輯 — 王翠華

主 編 — 穆文娟

責任編輯 — 楊景涵

圖文編輯 — 林秋芬

封面設計 — 簡愷立

出 版 者 — 五南圖書出版股份有限公司

地 址：106台北市大安區和平東路二段339號4樓

電 話：(02)2705-5066 傳 真：(02)2706-6100

網 址：<http://www.wunan.com.tw>

電子郵件：[wunan@wunan.com.tw](mailto:wunan@wunan.com.tw)

劃撥帳號：01068953

戶 名：五南圖書出版股份有限公司

台中市駐區辦公室/台中市中區中山路6號

電 話：(04)2223-0891 傳 真：(04)2223-3549

高雄市駐區辦公室/高雄市新興區中山一路290號

電 話：(07)2358-702 傳 真：(07)2350-236

法律顧問 元貞聯合法律事務所 張澤平律師

出版日期 2012年6月初版一刷

定 價 新臺幣520元

※本書繁體字版經由化學工業出版社授權台灣五南圖書出版股份有限公司獨家出版。未經許可，不得以任何形式複製、轉載。

※版權所有·欲利用本書內容，必須徵求本公司同意※

# 編者序



從 1984 年推出 MATLAB 的第一個版本，到 2010 年已經升級到 MATLAB 7.10，經過近三十年的發展，MATLAB 已經成為應用最為廣泛的科學處理工具套裝軟體。MATLAB 將矩陣計算、數值分析和資料視覺化等諸多強大功能整合在一個視窗環境中，為科學研究、工程設計等眾多科學領域提供了一種全方位的解決方案，並且大幅度地擺脫了傳統非互動式程式設計語言（如 C、Fortran）的編輯模式，已躍為現今最先進的計算軟體。MATLAB 可以進行矩陣運算、繪製函數和資料、演算法實現、創造使用者介面以及連接其他編程語言的程式等，主要應用於工程計算、控制系統設計、系統模擬、訊號處理、圖形與影像處理和金融建模等領域。另外，還可以經由所附加的工具箱擴展 MATLAB 環境和功能，解決該應用領域內特定類型的問題。

作者結合本身多年 MATLAB 的使用及開發經驗和心得，撰寫了本書，內容主要為 MATLAB 的基礎知識，而對象包括了 MATLAB 初學者、想全面學習 MATLAB 的工程技術人員，以及大學院校及研究所的工程類學生。

希望各位讀者能在本書的引領之下，跨入 MATLAB 領域，並成為 MATLAB 的應用及開發高手。由於本書結合了大量不同領域的實際案例，全面、系統、深入地介紹了 MATLAB 基礎知識，並且以大量的程式加諸於講解過程之中，在讀完本書後，相信讀者應該可以具備有使用 MATLAB 進行領域問題求解的能力。

# 目錄

## 編者序

# 1

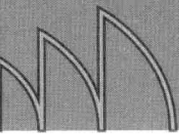
## MATLAB 整體環境基礎知識導論 1

- 1.1 MATLAB 概述 2
- 1.2 MATLAB 的安裝 2
- 1.3 MATLAB 整體環境簡介 6
  - 1.3.1 MATLAB 的執行 6
  - 1.3.2 MATLAB 的介面 7
  - 1.3.3 MATLAB 的通用指令 13
  - 1.3.4 MATLAB 輔助系統 14
  - 1.3.5 如何學習 MATLAB 20

# 2

## MATLAB 的資料類型 21

- 2.1 數值、變數和運算式 22
  - 2.1.1 數值型 22
  - 2.1.2 變數和運算式 26
- 2.2 邏輯型 28
  - 2.2.1 邏輯型資料概述 28
  - 2.2.2 返回邏輯結果的函數 29
  - 2.2.3 運算符號的優先順序 30
- 2.3 字元和字串 33
  - 2.3.1 函數 33
  - 2.3.2 創造字串函數 33



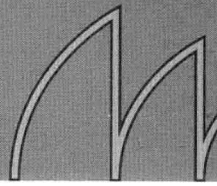
2.3.3 字串比較函數	35
2.3.4 字串尋找與替換函數	36
2.3.5 類型轉換函數	40
2.4 函數控制碼	45
2.4.1 函數控制碼的創造	46
2.4.2 函數控制碼的基本用法	47
2.5 架構陣列	48
2.5.1 架構陣列的創造	48
2.5.2 架構陣列的查尋	53
2.5.3 架構陣列域的基本操作	54
2.5.4 架構陣列的操作	58
2.6 蜂巢式陣列	61
2.6.1 蜂巢式陣列的創造	62
2.6.2 蜂巢式陣列的查尋	65
2.6.3 蜂巢式陣列的基本操作	67
2.6.4 蜂巢式陣列操作函數	71

# 3

## 數學運算

73

3.1 常用的數學函數	74
3.1.1 三角函數	74
3.1.2 雙曲線函數	75
3.1.3 複數函數	76
3.1.4 求和、乘積和差分	78
3.1.5 最大值和最小值	81
3.1.6 簡單統計指令	83
3.1.7 排序	84
3.2 關係和邏輯運算及多項式運算	85



3.2.1 關係操作符號	86
3.2.2 邏輯操作符號	87
3.2.3 關係與邏輯函數	89
3.2.4 多項式運算	90

# 4

## 陣列和矩陣 93

4.1 MATLAB 中陣列和矩陣的關係	94
4.2 一維陣列的創造和查尋	95
4.2.1 一維陣列的創造	95
4.2.2 一維陣列子陣列的查尋和給定值	100
4.3 二維陣列的創造和查尋	103
4.3.1 直接輸入法	103
4.3.2 利用M檔創造和保存陣列	104
4.3.3 二維陣列子陣列的查尋和給定值	105
4.4 執行陣列運算的常用函數	107
4.4.1 隨機構建陣列函數rand()	107
4.4.2 取得陣列長度函數size()	108
4.4.3 取得陣列元素總數函數numel()	109
4.4.4 取得陣列指定維度的長度的函數length()	109
4.4.5 取得陣列平均值函數mean()	110
4.4.6 reshape() 函數	111
4.5 創造新矩陣	112
4.5.1 建立新矩陣	112
4.5.2 向量和子矩陣的生成	113
4.5.3 MATLAB中的特殊矩陣	114
4.5.4 構建高維陣列	119
4.5.5 高維陣列的操作	125

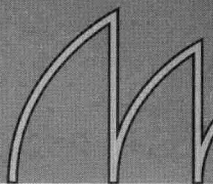
4.5.6 「非數」和「空」矩陣	129
4.6 矩陣運算	131
4.6.1 加法和減法	131
4.6.2 乘法	132
4.6.3 除法	135
4.6.4 轉置和共軛	137
4.6.5 元素操作函數	139
4.6.6 矩陣的幕次與函數	141

# 5

## 數值計算 145

5.1 數值計算概述	146
5.2 函數極值點	146
5.2.1 一元函數的極小值點	146
5.2.2 多元函數的極小值點	148
5.3 函數積分	149
5.3.1 一元函數的數值積分	149
5.3.2 多重數值積分	151
5.4 函數微分	153
5.5 常微分方程	155
5.5.1 常微分方程介紹	155
5.5.2 常微分方程求解	156
5.5.3 常微分方程的邊界問題	158
5.6 曲線擬合	160
5.7 函數插值	163
5.7.1 一維插值	164
5.7.2 二維插值	167



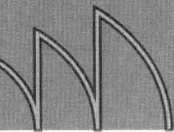


5.8 多項式	169
5.8.1 多項式的表達和創造	169
5.8.2 多項式的根	170
5.8.3 導數	172
5.8.4 求值	173
5.8.5 有理多項式	174

# 6

## 符號計算 177

6.1 符號常數和符號變數	178
6.1.1 定義符號常數	178
6.1.2 定義符號變數	179
6.1.3 預設之符號變數	181
6.2 符號運算式	182
6.3 符號運算式運算	183
6.3.1 提取分子和分母	183
6.3.2 標準代數運算	183
6.3.3 高級運算	185
6.3.4 變換函數	189
6.3.5 變數替換	191
6.3.6 符號微分和積分	192
6.3.7 符號積分變換	197
6.4 符號運算式簡化和格式化	201
6.5 方程求解	206
6.5.1 求解代數方程組	206
6.5.2 單個微分方程	208
6.5.3 微分方程組	209
6.6 線性代數和矩陣	210

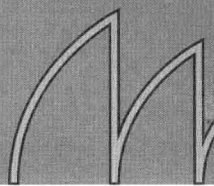


6.6.1 符號矩陣的創造	210
6.6.2 符號矩陣相關函數	213
6.6.3 線性代數運算	215
6.7 符號工具箱函數	218

# 7

## MATLAB 繪圖基礎 223

7.1 二維圖形繪製	224
7.1.1 plot()函數	224
7.1.2 線型、標記和顏色	228
7.1.3 多個圖形疊繪及多個圖形視窗	230
7.1.4 子圖繪製	232
7.1.5 互動式繪圖和螢幕刷新	233
7.1.6 使用plotyy()函數繪製雙坐標軸	236
7.1.7 Easy繪圖指令	239
7.2 三維圖形繪製	242
7.2.1 曲線圖繪製	242
7.2.2 網格圖繪製	243
7.2.3 曲面圖的繪製	245
7.2.4 繪製等值線圖	247
7.3 特殊圖形繪製	248
7.3.1 區域圖繪製	248
7.3.2 圓餅圖繪製	249
7.3.3 長條圖和梯形圖	251
7.3.4 向量分佈圖繪製	252
7.3.5 誤差線圖形繪製	253
7.3.6 離散資料圖繪製	254
7.3.7 虛擬彩色圖繪製	255
7.3.8 極坐標圖形繪製	256



7.4 圖形處理	257
7.4.1 圖形標註	257
7.4.2 坐標軸的控制	258
7.4.3 圖形的列印和輸出	260
7.5 圖形視窗	261
7.5.1 圖形視窗的創建與控制	261
7.5.2 圖形視窗的功能表操作	262
7.5.3 圖形視窗的工具欄	263

# 8

## MATLAB 程式設計基礎 265

8.1 程式結構	266
8.1.1 順序結構	266
8.1.2 選擇結構	269
8.1.3 迴圈結構	273
8.2 控制指令	277
8.2.1 continue 指令	277
8.2.2 break 指令	278
8.2.3 return 指令	279
8.2.4 keyboard 指令	279
8.2.5 error() 函數和 warning() 函數	281
8.3 程式的偵錯	281
8.3.1 直接偵錯法	281
8.3.2 工具偵錯法	282
8.3.3 常見的程式偵錯錯誤	286

# 9

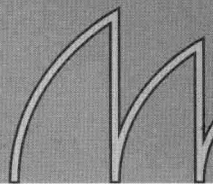
## M 檔案處理和輸入輸出操作 287

- 9.1 M 檔案的編寫 288
  - 9.1.1 M 檔案簡介 288
  - 9.1.2 M 檔案的兩種形式 290
  - 9.1.3 總體變數和局部變數 296
  - 9.1.4 子函數 298
  - 9.1.5 檔案操作與基本的輸入輸出 300
- 9.2 工作空間資料的讀取 308
  - 9.2.1 局部工作空間 308
  - 9.2.2 基本工作空間 308

# 10

## 圖形使用者介面 GUI 的設計製作 309

- 10.1 創造圖形介面 GUI 的目的 310
- 10.2 GUI 物件層次結構 310
  - 10.2.1 創造圖形視窗 311
  - 10.2.2 其他相關操作函數 313
- 10.3 功能表的設計製作 314
  - 10.3.1 功能表的佈置 314
  - 10.3.2 建立功能表和子功能表 315
  - 10.3.3 功能表屬性 316
  - 10.3.4 功能表快捷鍵 319
  - 10.3.5 功能表的外觀與顏色控制 320
  - 10.3.6 綜合實例 320
- 10.4 控制框的設計和佈局 322
  - 10.4.1 建立不同類型的控制框 322



10.4.2 控制框屬性	327
10.4.3 控制框佈置的考慮	331
10.5 圖形介面創造工具 GUIDE	334
10.5.1 使用 GUIDE 工具	334
10.5.2 使用 GUIDE 進行 GUI 的設計	336

# 11

## Simulink 模擬整體環境 343

11.1 Simulink 概述	344
11.2 Simulink 模型操作	346
11.2.1 Simulink 模型原理	346
11.2.2 模組的操作	347
11.2.3 訊號線的操作	350
11.3 Simulink 模組庫簡介	353
11.3.1 Source 庫中的訊號源	354
11.3.2 Sinks 庫中的訊號源	358
11.3.3 其他常用模組	359
11.4 Simulink 子系統的定義和應用	360
11.4.1 子系統的創造	360
11.4.2 封裝子系統	361
11.4.3 條件執行子系統	367
11.5 Simulink 模擬系統的環境設置	371
11.5.1 解算器的設置	372
11.5.2 模擬資料的輸入與輸出設定	373
11.6 Simulink S-() 函數的應用	376
11.6.1 S-() 函數的作用和原理	376
11.6.2 用 M 檔創造 S-() 函數	378



11.7 Simulink 動態系統模擬	384
11.7.1 使用積分器求解微分方程	384
11.7.2 使用傳遞函數進行模擬	386
11.7.3 使用狀態空間方法進行系統模擬	387

# 12

## MATLAB 工具箱概述 389

12.1 MATLAB 工具箱分類	390
12.1.1 功能型工具箱	390
12.1.2 領域型工具箱	391
12.2 MATLAB 工具箱操作	393
12.2.1 工具箱的載入	393
12.2.2 工具箱的卸載	395
12.3 MATLAB 工具箱編寫技巧	396

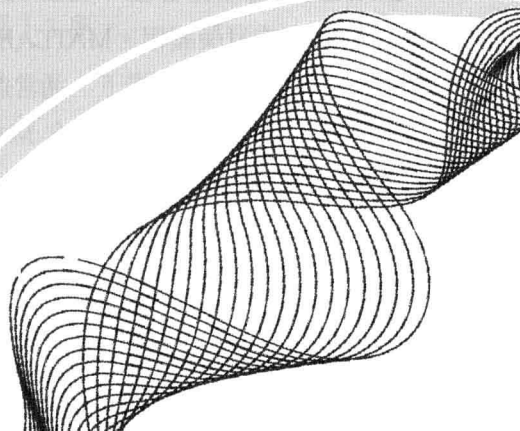
參考文獻	399
------	-----

# MATLAB 整體環境

MATLAB 整體環境是對 MATLAB 進行整體的介紹，包括 MATLAB 的發展歷程、MATLAB 的執行環境及 MATLAB 的安裝方法等。對於每一位初學者來說，首先應該了解 MATLAB 整體環境，本章主要向讀者介紹 MATLAB 的安裝過程和一些主要視窗的使用方法。

## 學習重點

- 1.1 MATLAB 概述
- 1.2 MATLAB 的安裝
- 1.3 MATLAB 整體環境簡介





## 1.1 MATLAB 概述

MATLAB 是矩陣實驗室 (Matrix Laboratory) 的縮寫，它是由美國 Math-Works 公司開發的軟體，MATLAB 和 Mathematica 與 Maple 並稱三大數學軟體。

20 世紀 70 年代，美國新墨西哥大學的 Cleve Moler 使用 FORTRAN 編寫了最早的 MATLAB。1984 年由 Little、Moler、Steve Bangert 合作成立了 Math-Works 公司，正式把 MATLAB 推向市場，到了 20 世紀 90 年代，MATLAB 已成為國際控制界的標準計算軟體。

在數學類科技應用軟體中，MATLAB 在數值計算方面首屈一指。它可以進行數值和矩陣運算、符號運算、繪製圖形、實現演算法、創造用戶介面和其他程式語言整合等。也為使用者提供了一個具有視覺化功能、易於操作及運算能力強大的工具。MATLAB 主要應用於工程計算、控制設計、訊號處理與通訊、影像處理、故障診斷和檢測，以及系統模擬建模等領域。由於它的基本資料單位是矩陣，指令運算式與數學，和工程中常用的形式十分類似，所以使用起來相當方便。

目前在國內外的大學，MATLAB 已經成為線性代數、自動控制理論、動態系統模擬、訊號處理和測試技術等課程的基本教學工具。使用 MATLAB 進行工程計算和工程分析，已經成為大學生和相關工程研究人員必須掌握的基本技能。

## 1.2 MATLAB 的安裝

MATLAB 可以在各種 Windows 作業系統中運行，如表 1-1 所示為 MATLAB 主要版本的發展歷程。MATLAB 最新版本通常相容早期版本的功能。因此一般在電腦性能允許的前提下，通常選擇安裝最新版的 MATLAB。

本節以 MATLAB 的最新版本 MATLAB 7.10 為例，說明 MATLAB 在 Windows XP 作業系統中的安裝過程。

1. 快點二下，打開安裝套裝軟體，按下 setup.exe 檔案執行安裝嚮導，系統自動將安裝檔案複製到記憶體，準備進行安裝。複製完成後系統自動進入安裝介面，





表 1-1 MATLAB 主要版本

版本	版本編號	公開時間	版本	版本編號	公開時間
MATLAB 1.0		1984	MATLAB 7.3	R2006b	2006
MATALB 2.0		1986	MATLAB 7.4	R2007a	2007
MATLAB 4.2c	R7	1994	MATLAB 7.5	R2007b	2007
MATLAB 5.0	R8	1996	MATLAB 7.6	R2008a	2008
MATLAB 6.0	R12	2000	MATLAB 7.7	R2008b	2008
MATLAB 7.0	R14	2004	MATLAB 7.8	R2009a	2009
MATLAB 7.1	R14SP3	2005	MATLAB 7.9	R2009b	2009
MATLAB 7.2	R2006a	2006	MATLAB 7.10	R2010a	2010

如圖 1-1 所示。MATLAB 7.10 提供了兩種安裝方式：網路安裝和手動控制安裝。本書以手動安裝為例進行講解。

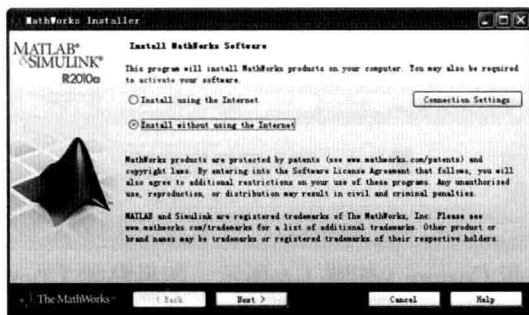


圖 1-1 安裝介面

- 點選【Install without using the Internet】按鈕。按下【Next】按鈕，系統進入閱讀軟體協定介面，如圖 1-2 所示。點選【Yes】按鈕，表示接受協定。然後按下【Next】按鈕，進入下一個介面，如圖 1-3 所示。