



Γλώσσες Προγραμματισμού

Ταχεία Εκμάθηση της γλώσσας Matlab

Χαρά Πρασσά, chprassa@gmail.com

Ένα μεγάλο μέρος αυτών των σημειώσεων έχει βασιστεί:

- Hanselman, D. & Littlefield, B. (2007), Μάθετε το Matlab 7, εκδόσεις Κλειδάριθμος.
- Γιαμουρίδης, Δ. (2004), Financial Modeling with Matlab, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις.
- Γεωργίου, Γ. & Ξενοφώντος, Χ. (2007), Εισαγωγή στη Matlab, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις.
- Ζαπράνης, Α. & Λιβάνης, Ε. (2009), Χρηματοοικονομικές εφαρμογές με το Matlab, εκδόσεις Κλειδάριθμος.

ο Βασικοί χώροι εργασίας

- Command Window: Παράθυρο εντολών για εισαγωγή μεταβλητών.
- Workspace/Current directory: Παρέχεται πληροφορία σχετική με τις μεταβλητές του προγράμματος.
- Command History: Παρουσιάζει τις εντολές που εισάγονται στο παράθυρο εντολών.
- Figure: Ανοίγει αυτόματα όταν εκτελείται εντολή γραφικών.
- Editor: Διορθωτής κειμένου για τη δημιουργία απλών αρχείων M (script) και αρχείων συνάρτησης (function).
- Start key: Παρέχει πρόσβαση σε εργαλειοθήκες, demos, τεκμηρίωση κάθε εντολής.

ο Εργασία στο παράθυρο εντολών

- , διαχωριστικό εντολών
- ... για να συνεχιστεί εντολή στην επόμενη γραμμή
- ; για να μην εμφανιστεί η εντολή στην οθόνη
- % εισαγωγή σχολίων
- Clear διαγραφή όλων των μεταβλητών από το χώρο εργασίας
- clc εκκαθάριση του παράθυρου εντολών
- clf διαγραφή ενός παράθυρου εικόνας
- Ctrl+c διακοπή προγράμματος που εκτελείται
- Ctrl+Break διακοπή προγράμματος που εκτελείται
- Help ακολουθείται από όνομα συνάρτησης προκειμένου να δοθούν πληροφορίες για τη συνάρτηση
- ↑ ↓ ανακαλεί μια εντολή που έχει ήδη εκτελεστεί

Στο Matlab ορίζονται τρία είδη αριθμών:

- ακέραιοι
- πραγματικοί
- μιγαδικοί

...καθώς και τρεις τύποι μεταβλητών:

- -Inf και Inf, $-\infty$ και ∞ αντιστοίχως
- NaN, όχι αριθμός, το αποτέλεσμα μιας μη καλά ορισμένης μαθηματικής πράξης π.χ. $0/0$, $-\infty + \infty$ κλπ.

Οι βασικές αριθμητικές πράξεις που υποστηρίζει το Matlab είναι οι ακόλουθες:

Αριθμητική πράξη	Σύμβολο Matlab	Παράδειγμα
Πρόσθεση	+	1+2
Αφαίρεση	-	3-1
Πολλαπλασιασμός	*	4*9
(Δεξιά) Διαίρεση	/	25/5
Αριστερή Διαίρεση	\	25\5=5/25
Ύψωση σε δύναμη	^	4^2

Βασικές μαθηματικές συναρτήσεις (built-in functions):

Συνάρτηση	Περιγραφή	Παράδειγμα
<code>sqrt(x)</code>	Τετραγωνική ρίζα	<code>>> sqrt(25)</code> <code>ans =</code> <code>5</code>
<code>exp(x)</code>	Εκθετική συνάρτηση	<code>>> exp(5)</code> <code>ans =</code> <code>148.4132</code>
<code>log(x)</code>	Φυσικός λογάριθμος	<code>>> log(exp(1))</code> <code>ans =</code> <code>1</code>
<code>log10(x)</code>	Δεκαδικός λογάριθμος	<code>>> log10(100)</code> <code>ans =</code> <code>2</code>
<code>abs(x)</code>	Απόλυτη τιμή	<code>>> abs(-25)</code> <code>ans =</code> <code>25</code>

Βασικές εντολές μορφοποίησης απεικόνισης μεταβλητών: Η προεπιλεγμένη μορφοποίηση είναι η εμφάνιση των αριθμών με 4 δεκαδικά ψηφία (short). Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την μορφοποίηση με την εντολή `format` ακολουθούμενη από ένα από τα ακόλουθα ορίσματα:

Όρισμα	Περιγραφή	Παράδειγμα
short	Εμφάνιση αριθμών με 4 δεκαδικά ψηφία.	>> 245/22 ans = 11.1364
long	Εμφάνιση αριθμών με 15 δεκαδικά ψηφία.	>> 245/22 ans = 11.136363636363637
short e	Εκθετική ή επιστημονική μορφή αριθμών με 4 δεκαδικά ψηφία.	>> 245/22 ans = 1.1136e+001
long e	Εκθετική ή επιστημονική μορφή αριθμών με 15 δεκαδικά ψηφία.	>> 245/22 ans = 1.113636363636364e+001
bank	Εμφάνιση αριθμών με 2 δεκαδικά ψηφία.	>> 245/22 ans = 11.14

- ❑ Πληκτρολογείτε `help format` στο παράθυρο εντολών για να δείτε λεπτομέρειες σε σχέση με τη μορφοποίηση.

- Το Matlab είναι ένα λογισμικό με περιβάλλον εργασίας που λειτουργεί με διανύσματα και πίνακες. Τα δεδομένα αποθηκεύονται και επεξεργάζονται με τη μορφή μητρώων πινάκων. Για να οριστεί μια μεταβλητή – σε μορφή μητρώου – είναι απαραίτητο να:
 - ορίσουμε ένα κατάλληλο όνομα για τη μεταβλητή. Το όνομα μπορεί να είναι ένα μοναδικό γράμμα ή ένας συνδυασμός γραμμάτων, ψηφίων, και χαρακτήρα υπογράμμισης (`_`) που δεν θα πρέπει να ξεπερνούν τις 63 θέσεις. Το Matlab διακρίνει κεφαλαία και πεζά γράμματα οπότε π.χ. AA είναι διαφορετικό από aa κλπ. Τέλος, μερικά ονόματα θα πρέπει να τα αποφεύγουμε καθώς αφορούν σε μεταβλητές που έχουν ήδη οριστεί στο Matlab όπως, ans, pi, eps, NaN, κλπ.
 - αποδώσουμε μια αριθμητική τιμή ή μια υπολογιστική έκφραση στο όνομα της μεταβλητής. Για να αποδώσουμε μια τιμή σε μια μεταβλητή χρησιμοποιούμε το σύμβολο '='.
- Ορισμός (βαθμωτής) μεταβλητής

```
>> x=15
x =
    15
>> x=2*x-12
x =
    18
```

➤ Ορισμός διανυσμάτων γραμμής και στήλης

Οι τρόποι δημιουργίας διανυσμάτων είναι οι ακόλουθοι:

- Διάνυσμα αποτελούμενο από μια γνωστή λίστα αριθμών. Τα στοιχεία του διανύσματος γράφονται ανάμεσα σε αγκύλες []. Για τη δημιουργία ενός διανύσματος γραμμής τα στοιχεία χωρίζονται με κενό. Για τη δημιουργία ενός διανύσματος στήλης τα στοιχεία χωρίζονται με ελληνικό ερωτηματικό ';' .

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

```
a =
```

```
1    2    3
```

```
>> a=[1;2;3]
```

```
a =
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

- Διάνυσμα με γνωστά την απόσταση μεταξύ των στοιχείων , το πρώτο και το τελευταίο στοιχείο. Για τη δημιουργία του διανύσματος πληκτρολογείτε τον πρώτο όρο, το διάστημα μεταξύ των στοιχείων και τον τελευταίο όρο χωρισμένα με το σύμβολο ':' μέσα σε (προαιρετικές) αγκύλες [].

```
>> b=1:1:5
```

```
b =
```

```
1    2    3    4    5
```

- Διάνυσμα με γνωστά το πρώτο και το τελευταίο στοιχείο, τον αριθμό των στοιχείων και άγνωστη την απόσταση μεταξύ των στοιχείων. Για τη δημιουργία του διανύσματος χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση `linspace` με ορίσματα το πρώτο στοιχείο, το τελευταίο στοιχείο, και τον αριθμό των στοιχείων.

```
>> c=linspace(1,6,5)
```

```
c =
```

```
1.0000  2.2500  3.5000  4.7500  6.0000
```

➤ Ορισμός δισδιάστατων πινάκων

Η δημιουργία δισδιάστατων πινάκων ακολουθεί τους κανόνες δημιουργίας διανυσμάτων. Ο χρήστης πρέπει να λάβει υπόψη ότι τα στοιχεία της 1^{ης} γραμμής του πίνακα εισάγονται με τον γνωστό τρόπο εισαγωγής διανύσματος γραμμής, ενώ τα στοιχεία των λοιπών γραμμών εισάγονται μετά το ελληνικό ερωτηματικό ';' .

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

```
D =
```

```
1    2    3
```

```
4    5    6
```

```
7    8    9
```

- Τα στοιχεία των πινάκων μπορεί να είναι αριθμοί ή υπολογιστικές εκφράσεις.

```
>> x=2;
```

```
>> E=[2*x x/4; x-3*x x^2]
```

```
E =
```

```
4.0000  0.5000
```

```
-4.0000  4.0000
```

- Αποδεικνύονται χρήσιμοι στην επίλυση πληθώρας χρηματοοικονομικών προβλημάτων οι τρεις ακόλουθοι ειδικοί πίνακες: ο μηδενικός πίνακας (όλα τα στοιχεία μηδέν), ο πίνακας με στοιχεία μονάδα και ο μοναδιαίος πίνακας (τα στοιχεία της διαγωνίου μονάδα).

```
>> Azeros=zeros(3,2)
```

```
Azeros =
```

```
0  0
0  0
0  0
```

```
>> Aones=ones(2,3)
```

```
Aones =
```

```
1  1  1
1  1  1
```

```
>> Ident=eye(3)
```

```
Ident =
```

```
1  0  0
0  1  0
0  0  1
```

- Τα ανωτέρω μητρώα είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στην χρηματοοικονομική ανάλυση. Ένα τυπικό παράδειγμα της χρήσης του μητρώου `eye` είναι στο πρόβλημα επιλογής βέλτιστου χαρτοφυλακίου, όπου τα βέλτιστα βάρη μπορούν να εκφραστούν με τη μορφή π.χ. $w = [w_1 w_2 \dots w_n]$ και χρειάζεται να ικανοποιείται ο περιορισμός, $\sum_{i=1}^n w_i = 1$. Ο εν λόγω περιορισμός μπορεί να γραφεί στο Matlab ως εξής:

$$w * \text{ones}(n,1) = 1$$

➤ Αναζήτηση στοιχείων διανύσματος και πίνακα

- Κάθε στοιχείο ενός μητρώου χαρακτηρίζεται από μια μοναδική 'διεύθυνση' η οποία προσδιορίζεται από τη γραμμή και τη στήλη στην οποία βρίσκεται. Συνεπώς, σε ένα διάνυσμα:

```
>> A=[2 8 10]
```

```
A =
```

```
    2    8   10
```

```
>> A(2)
```

```
ans =
```

```
    8
```

Αντιστοίχως, σε ένα πίνακα:

```
>> B=[2 3 4; 4 1 3; 7 5 9]
```

```
B =
```

```
    2    3    4
```

```
    4    1    3
```

```
    7    5    9
```

```
>> B(3,2)
```

```
ans =
```

```
    5
```

- Μια σειρά στοιχείων σε ένα διάνυσμα μπορεί να αναζητηθεί με τη χρήση του συμβόλου ':' .
- $A(:, n)$ όλα τα στοιχεία της στήλης n
- $A(n, :)$ όλα τα στοιχεία της γραμμής n
- $A(:, m:n)$ τα στοιχεία όλων των γραμμών μεταξύ των στηλών m και n
- $A(m:n, :)$ τα στοιχεία όλων των στηλών μεταξύ των γραμμών m και n
- $A(m:n, p:q)$ τα στοιχεία των γραμμών m έως n και στηλών p έως q

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

```
A =
```

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

```
>> A(:,2)
```

```
ans =
```

```
 3
 5
 8
```

```
>> A(3,:)
```

```
ans =
```

```
 7  8  9
```

```
>> A(:,2:3)
```

```
ans =
```

```
 3  4
 5  6
 8  9
```

➤ Προσθήκη στοιχείων σε πίνακα

```
>> B=[1 4 6;2 3 9]
```

```
B =
```

```
 1  4  6
 2  3  9
```

```
>> B(3,:)=1:3
```

```
B =
```

```
 1  4  6
 2  3  9
 1  2  3
```

Διανύσματα και πίνακες: δημιουργία και επεξεργασία

- Διαγραφή στοιχείων πίνακα με τη χρήση των αγκύλων []

Στο προηγούμενο παράδειγμα:

```
>> B(3,:)=[]
```

B =

```
1  4  6
2  3  9
```

- Επεξεργασία διανυσμάτων με τη χρήση των 'έτοιμων' (built-in) συναρτήσεων

Μερικές από τις πιο σημαντικές 'έτοιμες' συναρτήσεις του Matlab οι οποίες χρησιμοποιούνται συχνά στην χρηματοοικονομική ανάλυση είναι οι ακόλουθες:

- length (A): Επιστρέφει τον αριθμό των στοιχείων ενός διανύσματος. Όταν πρόκειται για πίνακα επιστρέφει τον μέγιστο αριθμό των στηλών ή γραμμών.

-size(A): Δημιουργεί ένα διάνυσμα με στοιχεία m και n, όπου το m αντιστοιχεί στον αριθμό γραμμών και το n αντιστοιχεί στον αριθμό στηλών του πίνακα A.

- diag(A): Επιστρέφει τα διαγώνια στοιχεία του πίνακα A.

Τυπικές ενέργειες, όπως ο προσδιορισμός του κινδύνου χαρτοφυλακίου περιουσιακών στοιχείων, απαιτεί τον υπολογισμό του ανάστροφου πίνακα. Αυτό στο Matlab γίνεται πολύ εύκολα με τη χρήση του συμβόλου "'

```
>> B=[5 4 3; 5 2 1]
```

B =

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

```
>> B'
```

ans =

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

Εναλλακτικά, είναι δυνατή η χρήση της εντολής transpose(B).

- Μια πληθώρα μαθηματικών πράξεων με τη χρήση μητρώων είναι διαθέσιμες στο Matlab. Αυτές περιλαμβάνουν απλές πράξεις με μητρώα π.χ. πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός κλπ., όπως επίσης και πράξεις στοιχείο με στοιχείο.

Οι πράξεις πινάκων είναι οι ακόλουθες:

- Πρόσθεση: μόνο για πίνακες ίδιων διαστάσεων, με την έκφραση $A+B$
- Αφαίρεση: μόνο για πίνακες ίδιων διαστάσεων, με την έκφραση $A-B$
- Πολλαπλασιασμός: με την προϋπόθεση ότι η εσωτερική διάσταση των A και B συμφωνούν
- Ύψωση σε δύναμη: A^k
- Εύρεση του αντίστροφου πίνακα A^{-1} ή $\text{inv}(A)$: με την προϋπόθεση ότι ο A είναι τετραγωνικός με ορίζουσα διάφορη του μηδενός
- Διαίρεση: $/$ ή $\backslash$, προκειμένου να επιλυθούν συστήματα εξισώσεων της μορφής $AX=B$ και $XC=D$, αντιστοίχως.

Οι πράξεις στοιχείο-με-στοιχείο (μόνο για μητρώα ίδιων διαστάσεων) είναι οι ακόλουθες:

- Πρόσθεση και αφαίρεση: εξ ορισμού στοιχείο-με-στοιχείο πράξεις
- Πολλαπλασιασμός: $A.*B$
- Ύψωση σε δύναμη: $A.^k$
- Διαίρεση: $./$ ή $.\backslash$

Παραδείγματα πράξεων στοιχείο-με-στοιχείο:

```
>> A=[1 3 4; 2 5 8]
```

```
A =
```

```
1   3   4
2   5   8
```

```
>> B=[2 6 9;1 3 4]
```

```
B =
```

```
2   6   9
1   3   4
```

```
>> A.*B
```

```
ans =
```

```
2  18  36
2  15  32
```

```
>> A./B
```

```
ans =
```

```
0.5000  0.5000  0.4444
2.0000  1.6667  2.0000
```

```
>> A.\B
```

```
ans =
```

```
2.0000  2.0000  2.2500
0.5000  0.6000  0.5000
```

```
>> A.^3
```

```
ans =
```

```
1  27  64
8 125 512
```

- Όλες οι built in συναρτήσεις του Matlab έχουν συνταχθεί με τέτοιο τρόπο ώστε όταν το όρισμα της συνάρτησης είναι πίνακας, η εντολή να εκτελείται σε κάθε στοιχείο του πίνακα. Για παράδειγμα:

- >> B=[2 6 9;1 3 4]

- B =

- 2 6 9
- 1 3 4

- >> sqrt(B)

- ans =

- 1.4142 2.4495 3.0000
- 1.0000 1.7321 2.0000

Επεξεργασία δεδομένων με το MATLAB

Τα χρηματοοικονομικά προβλήματα συνήθως απαιτούν την ανάλυση σειράς δεδομένων. Υπάρχουν πολλοί τρόποι εισόδου και εξόδου δεδομένων στο Matlab.

>> Είσοδος δεδομένων

- Συναρτήσεις εισόδου δεδομένων (load, xlsread, csvread κλπ.)
- Η σύνταξη της εντολής load είναι η ακόλουθη:

```
load eurodollar.dat;  
data=eurodollar;
```

Αυτές οι δυο γραμμές ανοίγουν το αρχείο eurodollar.dat και ορίζουν την μεταβλητή data. Τα στοιχεία της μεταβλητής data είναι οι τιμές που είναι αποθηκευμένες στο αρχείο eurodollar.dat.

- Η σύνταξη της εντολής xlsread είναι η ακόλουθη:

```
variable_name=xlsread('filename', 'sheet_name', 'range')
```

Η εντολή:

```
A=xlsread('EquityIndices.xls', 'Sheet1', 'a2:a62')
```

ορίζει τον πίνακα A με στοιχεία τους αριθμούς στα κελιά a2 έως a62 στο φύλλο εργασίας Sheet1 του αρχείου EquityIndices.xls.

- Import Wizard (πληκτρολογείτε Start, MATLAB, Import Wizard)
- Εναλλακτικά, πληκτρολογείτε File, Import Data

Αυτός είναι ο πιο εύκολος τρόπος να εισάγετε δεδομένα από όλους τους γνωστούς τύπους αρχείων (.xls, .csv, .txt, .dat, κλπ.)

- Datafeed toolbox (πληκτρολογείτε Start, Toolboxes, Datafeed, Datafeed Tool)

Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να εισάγει δεδομένα στο Matlab από κύριες χρηματοοικονομικές βάσεις δεδομένων όπως η Bloomberg.

>> Έξοδος δεδομένων

- Συναρτήσεις εξόδου δεδομένων (xlswrite, csvwrite, dlmwrite κλπ.)

Για να εξάγετε δεδομένα σε ένα αρχείο Excel, η εντολή `xlswrite` μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξής:

`xlswrite ('filename', variable_name, 'sheet', 'range')`

Δισδιάστατα (2D) γραφικά δημιουργούνται με την εντολή `plot`. Οι τιμές των ορισμάτων καθορίζουν το χρώμα και το στυλ της γραμμής, το πάχος της γραμμής κλπ. Η σύνταξη της εντολής `plot` είναι η ακόλουθη:

`plot(x, y, 'linespecifiers', 'PropertyName', PropertyValue)`

όπου `x` και `y` είναι τα διανύσματα στοιχείων, `linespecifiers` ορίζουν το στυλ και το χρώμα της γραμμής και τον τύπο των `markers`, και `PropertyName`, `PropertyValue` καθορίζουν τις λοιπές ιδιότητες της γραμμής του γραφήματος, π.χ. το πάχος, το μέγεθος των `markers` κλπ.

❑ Πολλαπλά γραφήματα σε ένα διάγραμμα και μορφοποίηση

Για να δημιουργήσουμε πολλαπλά γραφήματα σε ένα γράφημα τα ορίσματα της εντολής `plot` δίνονται σε ζεύγη `plot(x, y, 'linespecifiers', 'PropertyName', PropertyValue, u, v, 'linespecifiers', 'PropertyName', t, h, 'linespecifiers', 'PropertyName')`

- Το ακόλουθο πρόγραμμα δημιουργεί τη γραφική παράσταση της συνάρτησης $y = 3x^3 - 26x + 10$ καθώς και της πρώτης και δεύτερης παραγώγου της για $-2 \leq x \leq 4$, στο ίδιο γράφημα.

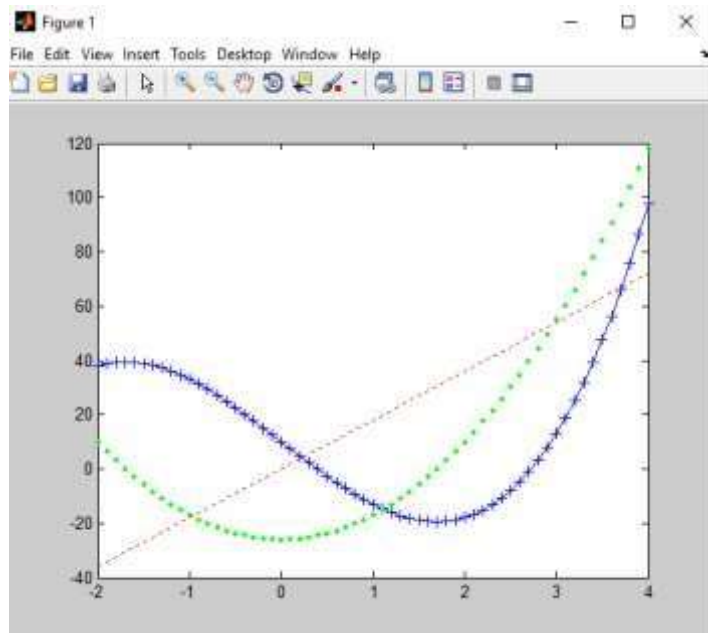
```
>> x=[-2:0.1:4];
```

```
>> y=3*x.^3-26*x+10;
```

```
>> yy=9*x.^2-26;
```

```
>> yyy=18*x;
```

```
>> plot(x,y,'b-+',x,yy,'g.',x,yyy,'r:')
```



Εναλλακτικά, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις εντολές `hold on` και `hold off` ως εξής:

```
>> x=[-2:0.1:4];  
>> y=3*x.^3-26*x+10;  
>> yy=9*x.^2-26;  
>> yyy=18*x;  
>> plot(x,y,'b-+')  
>> hold on  
>> plot(x,yy,'g.')  
>> plot(x,yyy,'r:')  
>> hold off
```

Η εμφάνιση των γραφημάτων μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την εισαγωγή ετικετών στους x και y άξονες, τίτλου κλπ. Οι σημαντικότερες εντολές μορφοποίησης γραφικών βρίσκονται στον ακόλουθο πίνακα:

Εντολή	Λειτουργία
<code>xlabel('text as string')</code>	Εισάγει τίτλο στον οριζόντιο άξονα
<code>ylabel('text as string')</code>	Εισάγει τίτλο στον κατακόρυφο άξονα
<code>title('text as string')</code>	Εισάγει τίτλο στο γράφημα
<code>text(x, y, 'text as string')</code>	Εισάγει κείμενο στο γράφημα έτσι ώστε ο πρώτος χαρακτήρας να βρίσκεται στη θέση με συντεταγμένες x, y
<code>legend('string1', 'string2', ..., pos)</code>	Εισάγει υπόμνημα για την επεξήγηση πολλαπλών καμπύλων, pos ορίζει τη θέση του υπομνήματος
<code>axis([xmin, xmax, ymin, ymax])</code>	Θέτει τα όρια των αξόνων
<code>axis tight</code>	Θέτει τα όρια των αξόνων σύμφωνα με το εύρος των δεδομένων
<code>grid on</code>	Εμφάνιση γραμμών πλέγματος
<code>grid off</code>	Απόκρυψη γραμμών πλέγματος

- Η επεξεργασία γραφημάτων μπορεί εναλλακτικά να γίνει μέσω του περιβάλλοντος γραφικών Plot Tools (πληκτρολογείτε Start, MATLAB, Plot Tools).

Η εικόνα μπορεί να τοποθετηθεί μέσα σ' ένα αρχείο *WORD* επιλέγοντας από το μενού *Edit* του παραθύρου γραφικών *Copy Figure* και στη συνέχεια κάνοντας *paste* στο *WORD* αρχείο. Αν θέλουμε να αποθηκεύσουμε την εικόνα σε δυαδική μορφή ώστε να εμφανίζεται μέσα στο *MATLAB* χρησιμοποιούμε την εντολή *save as* από το μενού *File* του παραθύρου γραφικών. Τότε εμφανίζεται ο πλοηγός των *Windows* για την επιλογή του καταλόγου. Αν το αρχείο αποθηκευτεί σε κατάλογο που βρίσκεται στους δρόμους έρευνας του *MATLAB*, τότε διπλό κλικ του ποντικιού πάνω στο όνομα του αρχείου ανοίγει το παράθυρο γραφικών και εμφανίζεται η εικόνα.

Τα αρχεία Μ μπορεί να είναι αρχεία εντολών τα οποία εκτελούν μια σειρά από εντολές του MATLAB, ή αρχεία συναρτήσεων τα οποία δέχονται συγκεκριμένα ορίσματα εισόδου και επιστρέφουν μεταβλητές εξόδου.

- Αρχεία εντολών (Script files): Είναι χρήσιμα για την αυτοματοποίηση μιας σειράς βημάτων που χρειάζεται να εκτελεστούν πολλές φορές. Δεν δέχονται ορίσματα εισόδου και δεν επιστρέφουν μεταβλητές εξόδου. Οι μεταβλητές αποθηκεύονται στο χώρο εργασίας και είναι διαθέσιμες για επεξεργασία από άλλα αρχεία εντολών.
- Αρχεία συναρτήσεων (Function files): Είναι χρήσιμα για την επέκταση των διαθέσιμων εργαλειοθηκών του MATLAB ανάλογα με το αντικείμενο εργασίας μας. Δέχονται ορίσματα εισόδου και επιστρέφουν μεταβλητές εξόδου. Οι μεταβλητές αποθηκεύονται σε ένα χώρο εργασίας προσβάσιμο μόνο από τη συνάρτηση.

Ένα αρχείο Μ δημιουργείται σε οποιοδήποτε πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου, προτείνεται όμως ο διορθωτής κειμένου (editor) του MATLAB.

- Για την εμφάνιση του editor επιλέγετε File=>New=>Script
- Όταν ολοκληρωθεί η επεξεργασία του αρχείου επιλέγετε File=>Save as και στη συνέχεια ένα όνομα και ένα χώρο (directory) όπου το αρχείο θα αποθηκευθεί.

➤ Αρχεία Εντολών

- Είσοδος δεδομένων

Οι μεταβλητές που ορίζονται στα αρχεία εντολών εισάγονται με έναν από τους ακόλουθους τρόπους:

- Εντός του αρχείου εντολών: Η απόδοση μιας τιμής σε μεταβλητή είναι μέρος του αρχείου εντολών. Αν οι εντολές του αρχείου πρόκειται να εκτελεστούν για άλλη τιμή μεταβλητής τότε το αρχείο πρέπει να διορθωθεί.

```
%This script file calculates the average mark in 3 courseworks
%The assignment of the values of the mark is part of the script

coursework1=75;
coursework2=50;
coursework3=25;

ave_mark=1/3*(coursework1+coursework2+coursework3)
```

Το αρχείο αποθηκεύεται με το όνομα ScrFilEx1.m και καλείται από το χρήστη στο παράθυρο εντολών ως εξής:

```
>> ScrFilEx1
ave_mark =
    50
```

- **Στο παράθυρο εντολών:** Αυτός ο τρόπος επιτρέπει όποια αλλαγή στις τιμές των μεταβλητών να γίνεται στο παράθυρο εντολών.

```
%This script file calculates the average mark in 3 course works
%The assignment of the values of the mark is done in the command window

ave_mark=1/3*(coursework1+coursework2+coursework3)
```

Το αρχείο αποθηκεύεται με το όνομα ScrFilEx2.m και καλείται από το χρήστη στο παράθυρο εντολών με δυο σετ τιμών για τις μεταβλητές ως εξής:

```
>> coursework1=75;
>> coursework2=50;
>> coursework3=25;
>> ScrFilEx2
```

```
ave_mark =
    50
```

```
>> coursework1=80;
>> coursework2=60;
>> coursework3=25;
>> ScrFilEx2
```

```
ave_mark =
    55
```

Θυμηθείτε ότι για να μπορέσει να τρέξει το αρχείο θα πρέπει αρχικά οι μεταβλητές του κώδικα να έχουν οριστεί στο παράθυρο εντολών.

- Στο παράθυρο εντολών με τη βοήθεια της εντολής `input`: Οι μεταβλητές ορίζονται εντός του αρχείου εντολών και στη συνέχεια μέσω της εντολής `input` ο χρήστης δίνει τιμές στις μεταβλητές στο παράθυρο εντολών.

```
%This script file calculates the average mark in 3 courseworks
%The assignment of the values of the mark is done in the command window using the input command
coursework1=input('Enter the mark of the first coursework: ');
coursework2=input('Enter the mark of the second coursework: ');
coursework3=input('Enter the mark of the third coursework: ');

ave_mark=1/3*(coursework1+coursework2+coursework3)
```

Το αρχείο αποθηκεύεται με το όνομα ScrFileEx3.m και καλείται από το χρήστη στο παράθυρο εντολών ως εξής:

```
>> ScrFileEx3
Enter the mark of the first coursework: 40
Enter the mark of the second coursework: 50
Enter the mark of the third coursework: 60
ave_mark =
    50
```

- Έξοδος δεδομένων

Η έξοδος δεδομένων είναι το αποτέλεσμα των ακόλουθων εντολών:

- disp (name of variables) ή disp ('text as string')
- disp(['text as string',num2str(variable_name)])
- sprintf ('text as string')
- sprintf ('text as string %5.2f additional text', variable_name)

Παράδειγμα

```
>> A1 = [9.9, 9900];
>> formatSpec = 'X is %4.2f meters or %8.3f mm';
>> disp(sprintf(formatSpec,A1))
X is 9.90 meters or 9900.000 mm
```

➤ Αρχεία Συναρτήσεων

Οι συναρτήσεις είναι m-files τα οποία περιέχουν εντολές MATLAB, όπως ακριβώς και τα αρχεία εντολών αλλά έχουν δυο βασικές διαφορές με αυτά:

1. δέχονται ορίσματα εισόδου και επιστρέφουν ορίσματα εξόδου
 2. οι μεταβλητές που ορίζονται στο εσωτερικό τους δεν είναι γνωστές στο χώρο εργασίας.
- Η κλήση μιας συνάρτησης που έχει δημιουργηθεί από το χρήστη γίνεται με τον ίδιο τρόπο που γίνεται η κλήση μιας ενσωματωμένης συνάρτησης του MATLAB.
 - Το όνομα της συνάρτησης πρέπει να είναι το ίδιο με το όνομα του m-file στο οποίο είναι αποθηκευμένη.

Ένα m-file το οποίο ορίζει μια συνάρτηση περιέχει υποχρεωτικά στην πρώτη γραμμή του την εντολή (στη γενική μορφή)

```
function [A1, A2, ..., An] = function_name (a1, a2, ..., am)
```

όπου [A1, A2, ..., An] είναι η λίστα των ορισμάτων εξόδου, function_name το όνομα της συνάρτησης και (a1, a2, ..., am) η λίστα των ορισμάτων εισόδου.

❑ Καθολικές Μεταβλητές

Στην περίπτωση όπου είναι αναγκαίο μια μεταβλητή να είναι γνωστή ταυτόχρονα σε περισσότερες από μια συναρτήσεις, αυτή δηλώνεται ως *καθολική (global)* σε κάθε μια από αυτές. Εάν είναι επιθυμητό η μεταβλητή αυτή να είναι γνωστή και στο χώρο εργασίας, ή σε αρχείο εντολών το οποίο καλεί τις εν λόγω συναρτήσεις, θα πρέπει να δηλωθεί και εκεί ως καθολική.

•Είθισται οι καθολικές μεταβλητές να έχουν ονόματα με κεφαλαία γράμματα ώστε να διακρίνονται από τις υπόλοιπες μεταβλητές, χωρίς αυτό να είναι δεσμευτικό.

Παράδειγμα

Να βρεθεί η περίοδος του απλού εκκρεμούς, T , από την επιτάχυνση της βαρύτητας g μέσω της σχέσης

$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$, όπου L το μήκος του εκκρεμούς. Να δημιουργήσετε ένα αρχείο συνάρτησης με όνομα PerEkr.m

και να υπολογίσετε την περίοδο του απλού εκκρεμούς για $L=0.3$ m. Η επιτάχυνση της βαρύτητας να οριστεί σαν καθολική μεταβλητή.

- Αρχείο συνάρτησης με όνομα PerEkr(L).m

```
function [T] = PerEkr(L)
%Συνάρτηση που υπολογίζει την περίοδο του απλού εκκρεμούς
% Καθολική μεταβλητή για την επιτάχυνση της βαρύτητας
global G;
G=9.81; % Επιτάχυνση βαρύτητας σε μονάδες, m/s^2
T=2*pi*sqrt(L/G);
end
```

Στο παράθυρο εντολών:

```
>> PerEkr(0.3)
```

```
ans =
```

```
1.0988
```

Αν καλέσω

```
>> G
```

```
??? Undefined function or variable 'G'.
```

αλλά

```
>> global G
```

```
>> G
```

```
G =
```

```
9.8100
```

```
>> clear global G
```

- Οι κυριότεροι συσχετιστικοί τελεστές του MATLAB είναι οι ακόλουθοι:
- Ισότητας: ==
- Ανισότητας: ~=
- Μικρότερο: <
- Μεγαλύτερο: >
- Μικρότερο ίσο: <=
- Μεγαλύτερο ίσο: >=

Οι συσχετιστικοί τελεστές μπορούν να δεχτούν ως τελεσταίους και διανύσματα ή παραστάσεις.

- Οι κυριότεροι λογικές τελεστές του MATLAB είναι οι ακόλουθοι:
- Λογικό AND: &
- Λογικό OR: |
- Λογικό NOT: ~

Παράδειγμα

```
function y=cal(a,b)
```

```
if (a>4) | (a<6)
```

```
y=2*b;
```

```
else
```

```
y=3+b;
```

```
end
```

Η εκτέλεση της συνάρτησης δίνει:

```
> cal1(10,1)
```

```
ans =
```

```
2
```

Η MATLAB διαθέτει πέντε δομές ελέγχου ροής:

- εντολές *if*
- εντολές *switch*
- βρόχους *for*
- βρόχους *while*
- εντολές *break*

Εντολές if

Το γενικό συντακτικό μιας δομής ελέγχου *if* έχει τη μορφή:

```
if λογική_συνθήκη_1
    μπλοκ_εντολών_1
elseif λογική_συνθήκη_2
    μπλοκ_εντολών_2
    .....
elseif λογική_συνθήκη_n-1
    μπλοκ_εντολών_n-1
else
    μπλοκ_εντολών_n
end
```

- Η δομή αυτή εξετάζει την ισχύ των λογικών συνθηκών που συνοδεύουν τις δεσμευμένες λέξεις *if* και *elseif*. Η πρώτη από τις λογικές συνθήκες που υπολογίζεται ως αληθής (*true*) συνεπάγεται την εκτέλεση του αντίστοιχου μπλοκ εντολών και την έξοδο από τη δομή *if*. Αν καμία λογική συνθήκη δεν είναι αληθής, εκτελείται το μπλοκ εντολών που ακολουθεί το *else*. Οι δομές *elseif* και *else* είναι προαιρετικές, αντίθετα με την ύπαρξη του *end* που σηματοδοτεί την ολοκλήρωση της δομής ελέγχου *if*.

Παράδειγμα εξάσκησης

Να γραφεί μια συνάρτηση με όνομα `testif_1`. Η συνάρτηση να δέχεται δύο μεταβλητές εισόδου, μια μεταβλητή α , η οποία να παίρνει ακέραιες τιμές και μια μεταβλητή β , η οποία να παίρνει οποιαδήποτε πραγματική τιμή. Η συνάρτηση να υπολογίζει αριθμητικές τιμές ορισμένων πολυωνύμων στην τιμή $x=\beta$ ως εξής.

- Αν είναι $\alpha=3$, να υπολογίζεται η τιμή του πολυωνύμου
$$3x^2 + 2x + 1$$

- Αν είναι $\alpha=4$, να υπολογίζεται η τιμή του πολυωνύμου
$$4x^3 + 3x^2 + 2x + 1$$

Σε κάθε άλλη περίπτωση να υπολογίζεται η τιμή του πολυωνύμου
$$2x + 1$$

Να επαληθευθεί το πρόγραμμα για $\alpha=0$ και $\beta=-1$.

Εντολές switch

Το γενικό συντακτικό μιας δομής ελέγχου switch έχει τη μορφή:

```
switch μαθηματική έκφραση
  case τιμή_1
    μπλοκ_εντολών_1
    .....
  case τιμή_n
    μπλοκ_εντολών_n
  otherwise
    μπλοκ_εντολών_n+1
end
```

- Η δομή ελέγχου *switch* έχει ως αποτέλεσμα την εκτέλεση μπλοκ εντολών ανάλογα με την τιμή της μαθηματικής έκφρασης. Συγκεκριμένα, εκτελείται μόνο το μπλοκ εντολών του πρώτου *case* για το οποίο η τιμή συμπίπτει με την τιμή της έκφρασης. Αν αυτό δεν συμβαίνει για κανένα *case*, εκτελείται το μπλοκ εντολών που ακολουθεί το *otherwise*.

Παράδειγμα εξάσκησης

Να γραφεί μια συνάρτηση με όνομα *testif_2*, η οποία να επιλύει το πρόβλημα της προηγούμενης διαφάνειας με τη χρήση της εντολής *switch*.

Βρόχοι for

Ένας βρόχος *for* εκτελεί ένα μπλοκ εντολών για ένα καθορισμένο αριθμό επαναλήψεων. Το γενικό συντακτικό μιας δομής ελέγχου *for* έχει τη μορφή:

```
for μετρητής = n1:step:n2
    μπλοκ εντολών
end
```

Ως μετρητής χρησιμοποιείται μια μεταβλητή η οποία παίρνει τιμές από $n1$ ως $n2$ με βήμα $step$. Οι τιμές των $n1$, $n2$ και $step$ καθορίζουν και το πλήθος των εκτελούμενων επαναλήψεων. Αν η $step$ παραληφθεί, θεωρείται ότι έχει την τιμή 1 (σύνθητες). Συνήθως η μεταβλητή μετρητής παίρνει ακέραιες τιμές και χρησιμοποιείται εντός του μπλοκ εντολών (π.χ. ως δείκτης γραμμών/στηλών κάποιου πίνακα). Είναι δυνατή η ύπαρξη φωλιασμένων (nested) βρόχων *for*:

```
for μετρητής_α = n1_α:step_α:n2_α
    for μετρητής_β = n1_β:step_β:n2_β
        μπλοκ εντολών
    end
end
```

Παράδειγμα εξάσκησης

Να γραφεί μια συνάρτηση με όνομα `parag_1` η οποία να υπολογίζει το άθροισμα των τετραγώνων ενός ορισμένου πλήθους αριθμών. Το πλήθος των αριθμών συμβολίζεται με το γράμμα a και δίνεται από το χρήστη.

Βρόχοι while

Ένας βρόχος *while* επαναλαμβάνει το μπλοκ_εντολών για ένα ακαθόριστο αριθμό επαναλήψεων εφ' όσον η λογική_συνθήκη είναι αληθής. Το γενικό συντακτικό ενός βρόχου *while* έχει τη μορφή:

```
while λογική_συνθήκη  
    μπλοκ εντολών  
end
```

Εντός του μπλοκ εντολών θα πρέπει να υπάρχει απαραίτητα μια εντολή η οποία επιδρά στην τιμή της λογικής συνθήκης έτσι ώστε αυτή κάποτε να γίνει ψευδής, διαφορετικά ο βρόχος θα γίνει ατέρμονας. Η λογική συνθήκη θα πρέπει να έχει αληθή τιμή πριν την είσοδο του προγράμματος στο βρόχο *while*.

Παράδειγμα εξάσκησης

Να γραφεί συνάρτηση η οποία να διαιρεί ένα θετικό αριθμό α με ένα άλλο θετικό αριθμό β κάνοντας μόνο προσθέσεις και αφαιρέσεις. Ονομάστε τη συνάρτηση *division*. Η συνάρτηση να υπολογίζει το πηλίκο και το υπόλοιπο.

Εντολές break

Η εντολή *break* προκαλεί τον πρόωρο τερματισμό ενός βρόχου *for* ή *while* και την έξοδο της ροής του προγράμματος από αυτόν. Σε φωλιασμένους βρόχους, η *break* προκαλεί την έξοδο μόνο από τον πλέον εσωτερικό βρόχο. Συνήθως η εντολή *break* περιλαμβάνεται στο μπλοκ εντολών κάποιας δομής ελέγχου *if* εντός βρόχου ανακύκλωσης, ώστε αυτός να τερματιστεί με την ικανοποίηση κάποιας λογικής συνθήκης.

Παράδειγμα εξάσκησης

Η μεταβλητή *eps* είναι ο μικρότερος θετικός αριθμός τέτοιος ώστε $1+eps \neq 1$. Γνωρίζοντας ότι $eps = \frac{1}{2^k}$ να γραφεί ένα αρχείο εντολών (m-file) που να υπολογίζει τον εκθέτη *k*.