

Εισαγωγή στην Τεχνητή Νοημοσύνη

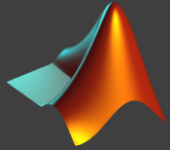
(ΜΠΔ 306)

Εργαστήριο

Εργαστηριακός βοηθός: Κατερίνα Γιαννακάκη
e-mail: agiannakaki1@isc.tuc.gr

Εισαγωγή στο MATLAB

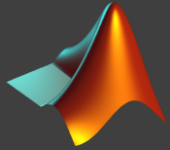
Εισαγωγή στο MATLAB



Τι είναι το MATLAB?

1. Προγραμματιστικό περιβάλλον
2. Γλώσσα προγραμματισμού

Εισαγωγή στο MATLAB



Τι είναι το MATLAB?

MATrix **LAB**oratory (εργαστήριο πινάκων)

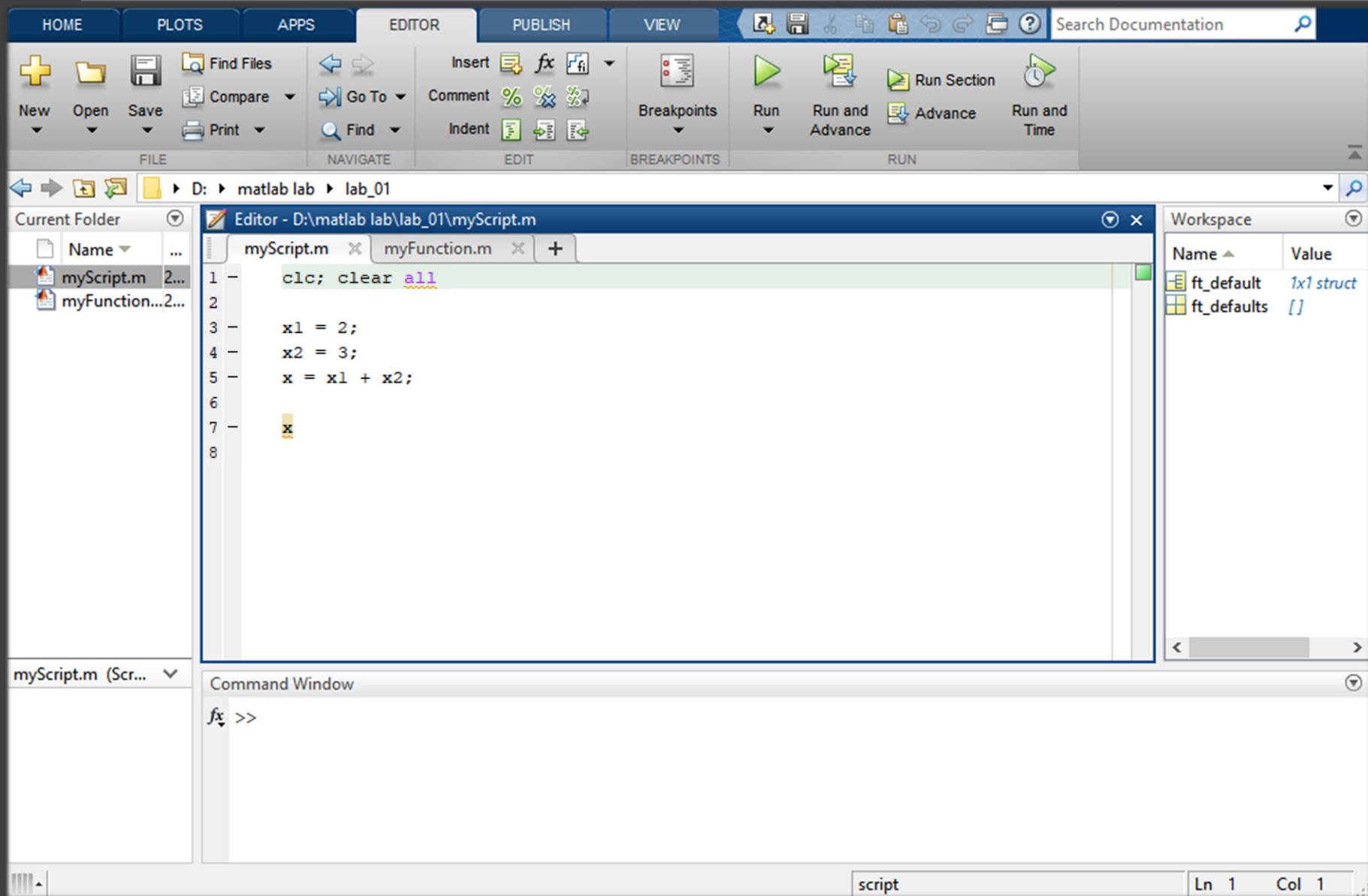
Cleve Moler, University of New Mexico, 1970s

Εισαγωγή στο MATLAB

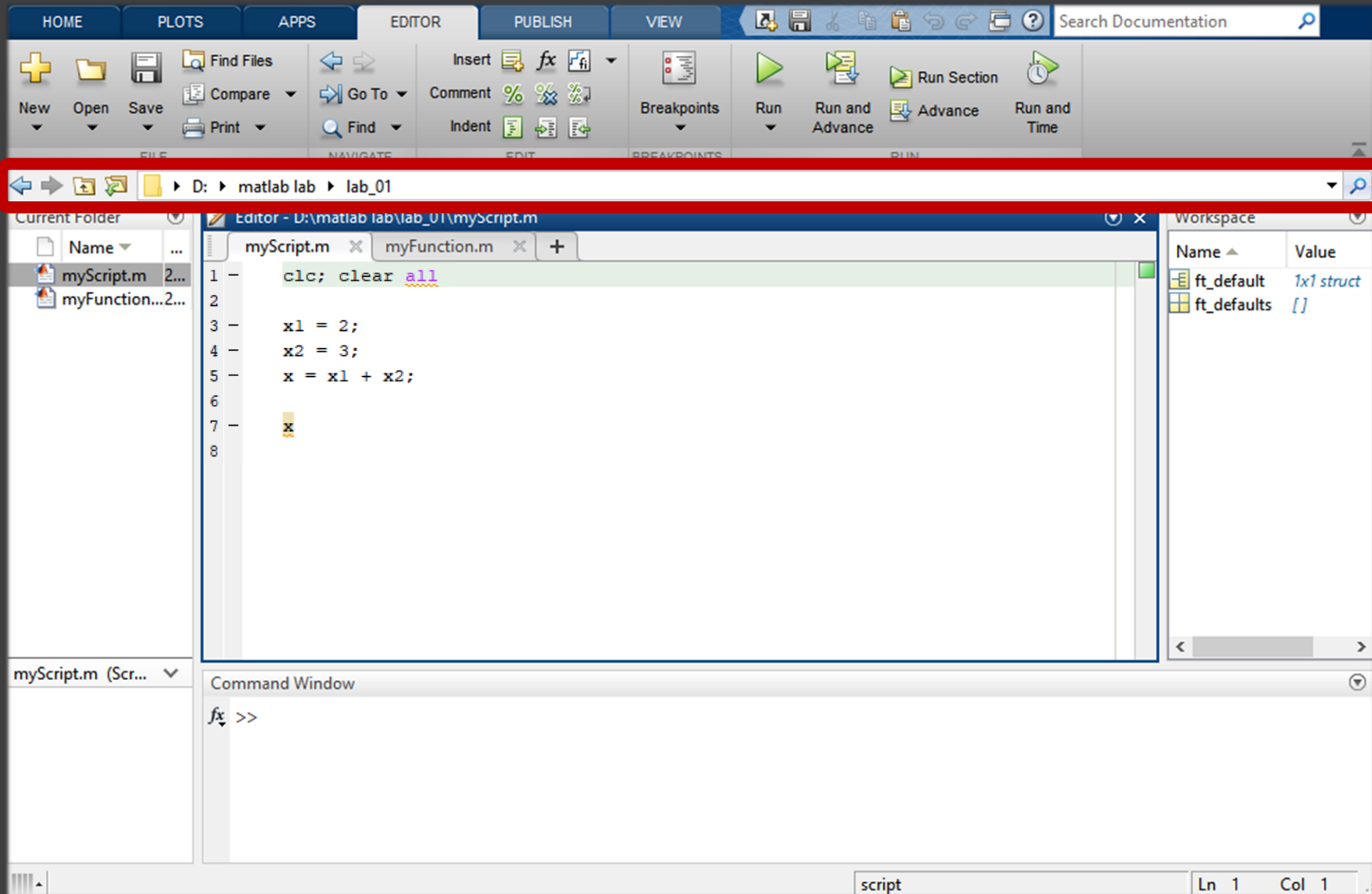
Δημοφιλές σε πανεπιστημιακά μαθήματα αλλά και στην έρευνα:

- περιβάλλον φιλικό προς τον χρήστη
- δυνατότητες άμεσης οπτικοποίησης δεδομένων και αποτελεσμάτων
- πάρα πολλές ενσωματωμένες συναρτήσεις
- δυνατότητα δημιουργίας πρόσθετων συναρτήσεων από τον χρήστη, προσαρμοσμένες ακριβώς στην ανάγκη του προβλήματος που έχει να λύσει
- μεγάλο πλήθος εργαλείων που καλύπτουν πολλές επιστημονικές περιοχές

Το περιβάλλον του MATLAB



Το περιβάλλον του MATLAB

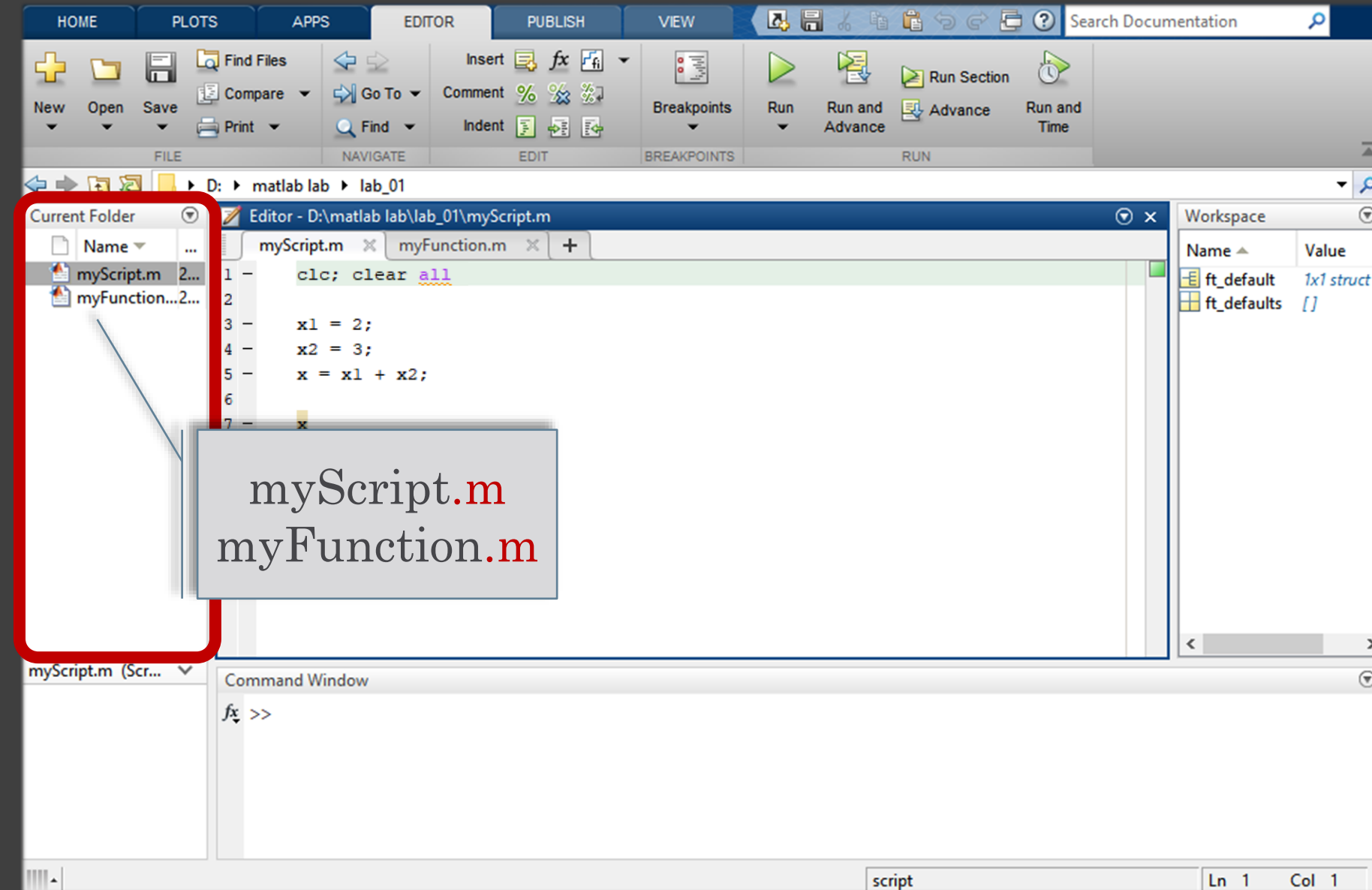


folder path

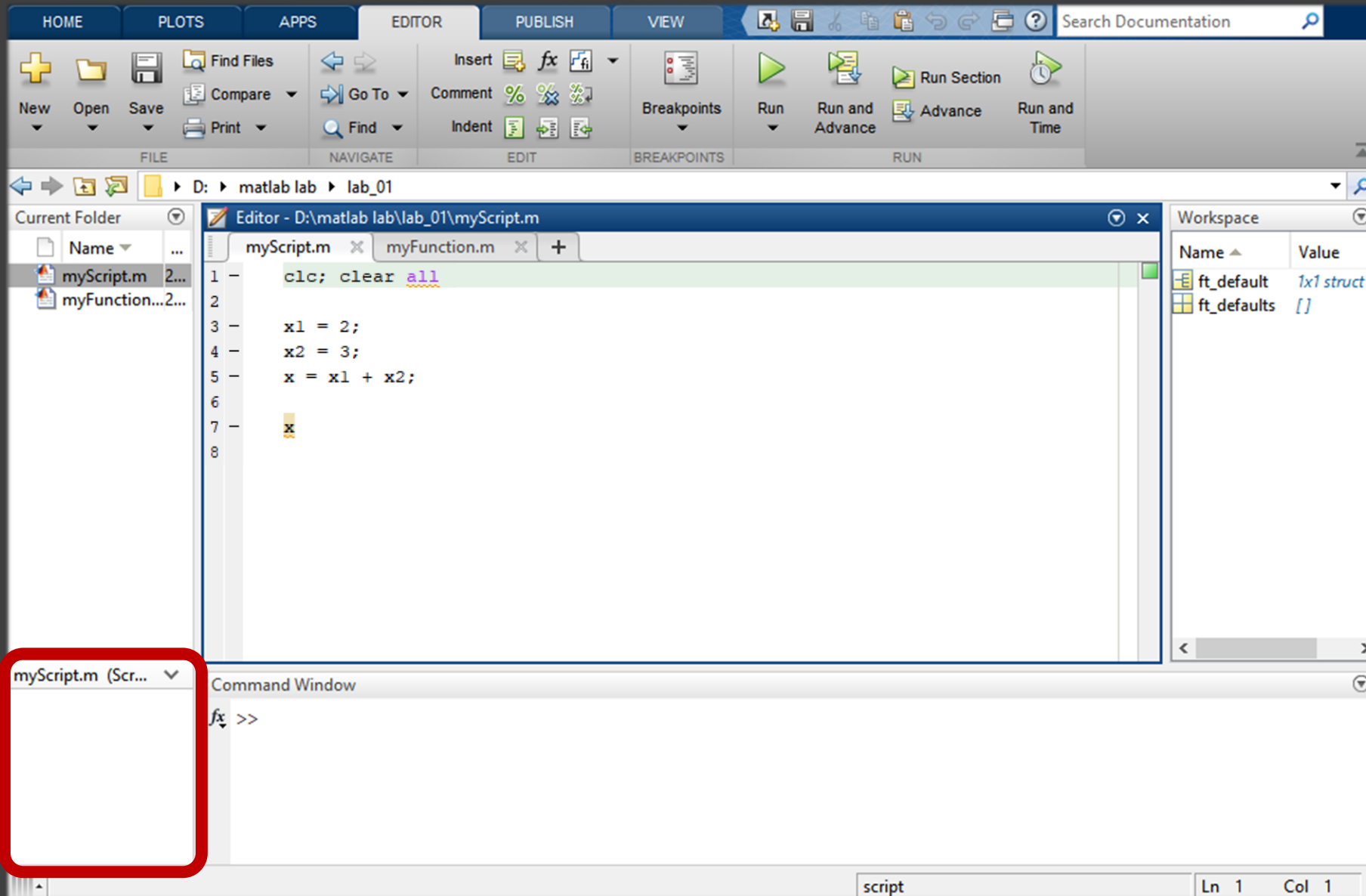
- scripts
- data
- functions
- etc

Το περιβάλλον του MATLAB

current folder

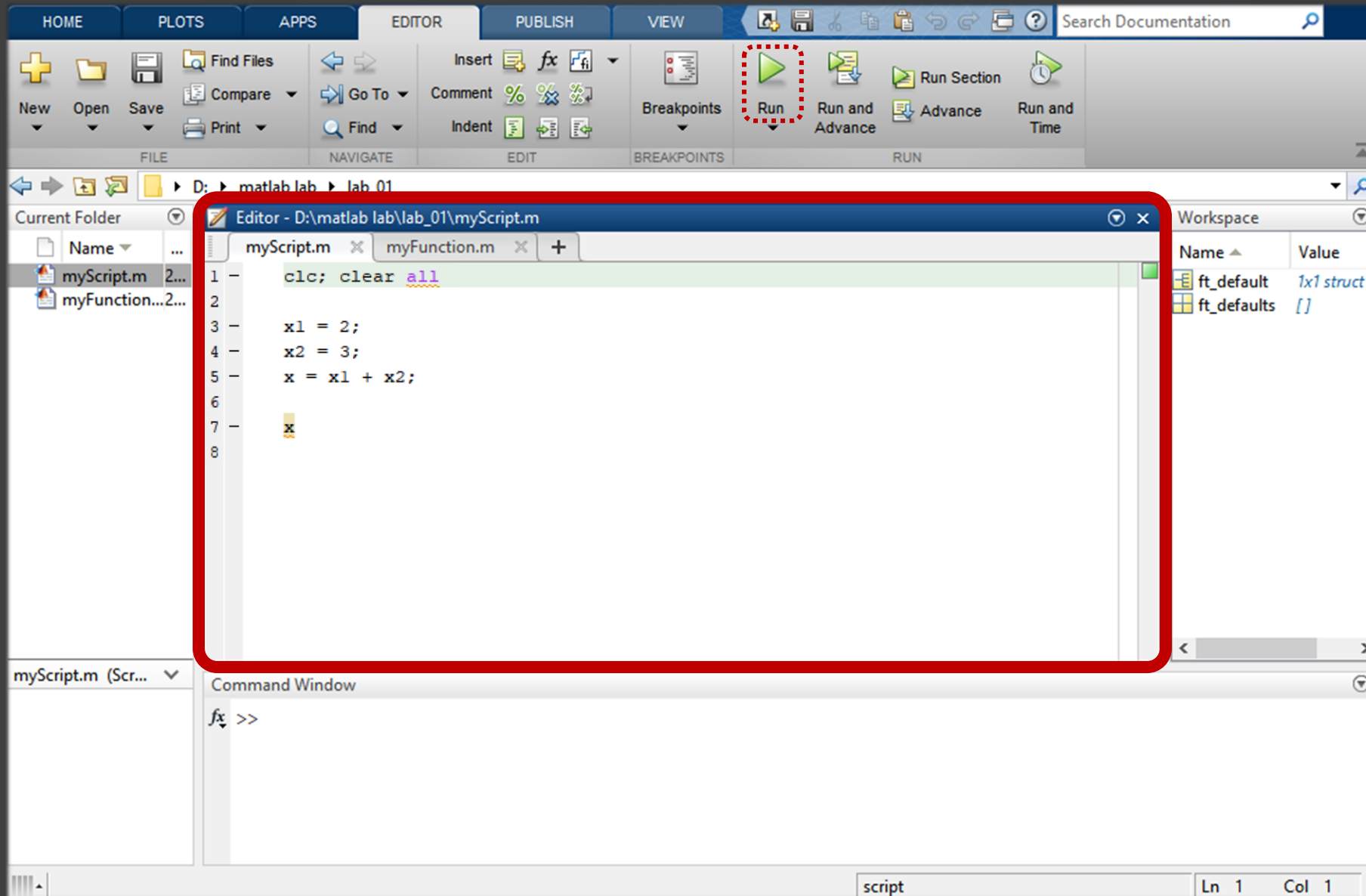


Το περιβάλλον του MATLAB



files information

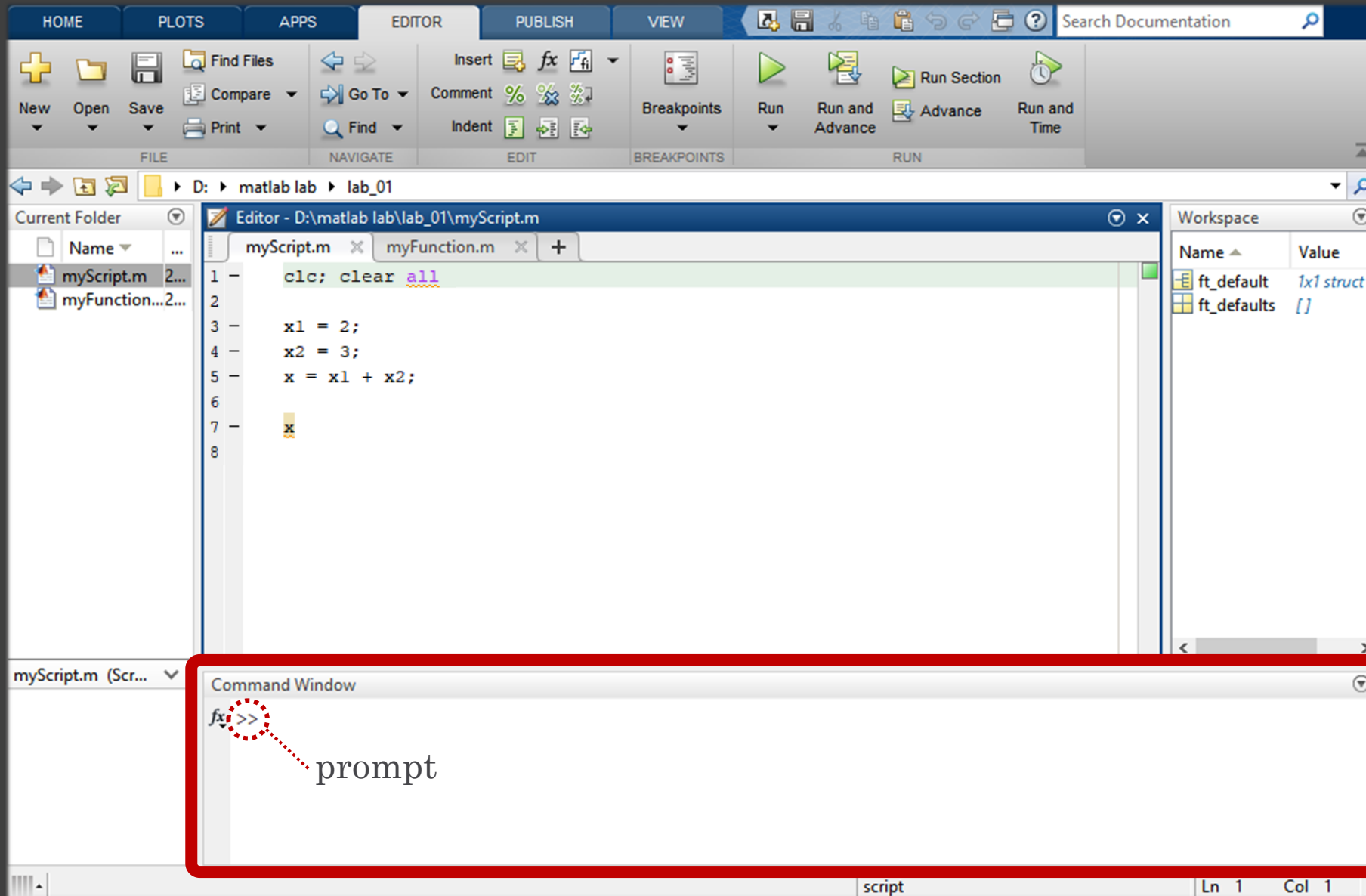
Το περιβάλλον του MATLAB



Editor

- το βασικό παράθυρο του MATLAB
- εδώ γράφουμε τα scripts (κομμάτια κώδικα που κατά κανόνα εκτελούνται ολόκληρα)

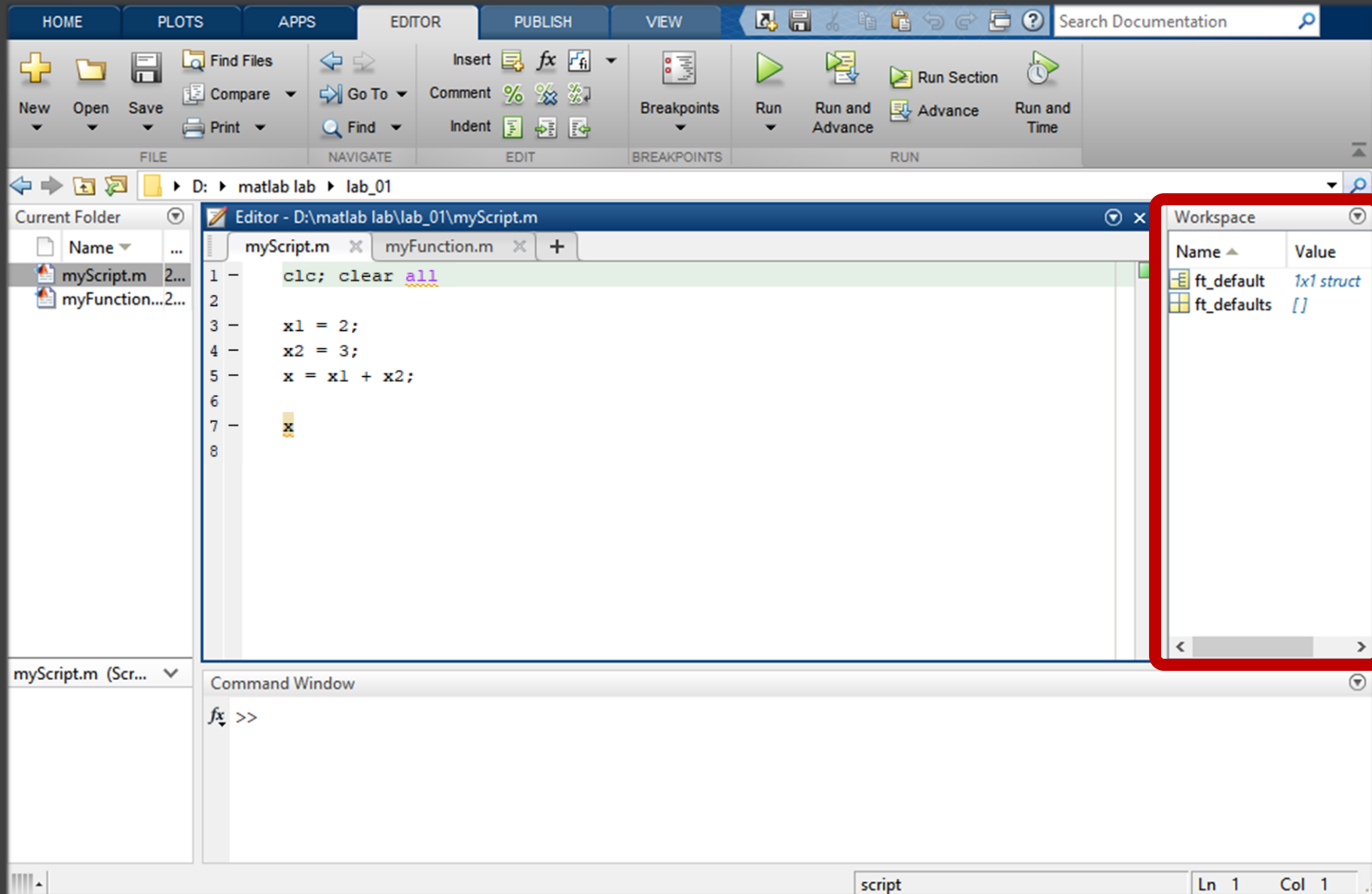
Το περιβάλλον του MATLAB



Command Window

- σύντομες εντολές που εκτελούνται αμέσως, αριθμητικές πράξεις (“πρόχειρο”)
- μηνύματα κειμένου & αποτελέσματα εκτέλεσης script
- warnings, errors
- **help, whos, etc.**

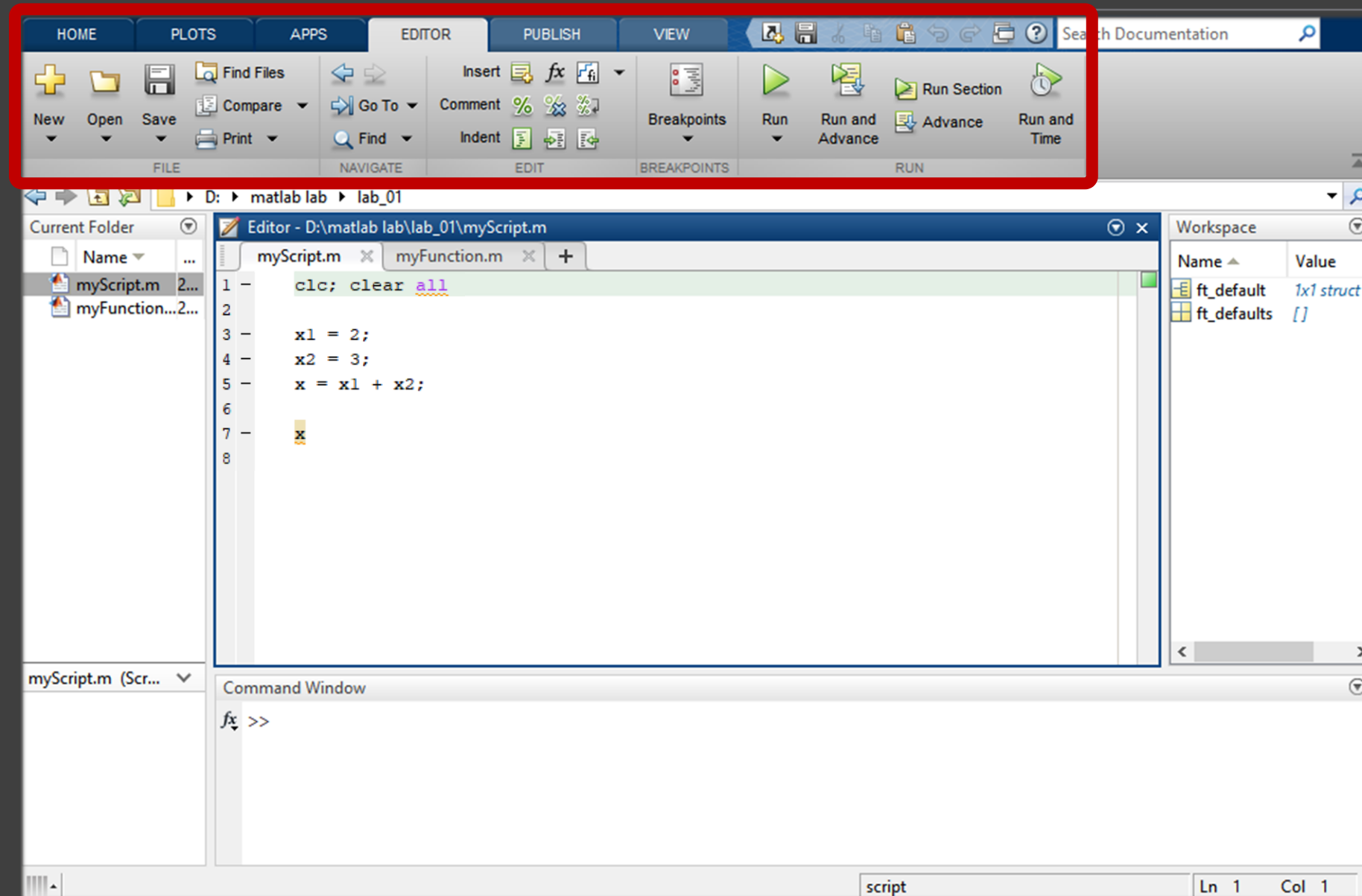
Το περιβάλλον του MATLAB



Workspace

- οι μεταβλητές που έχουμε δημιουργήσει και η τρέχουσα τιμή τους

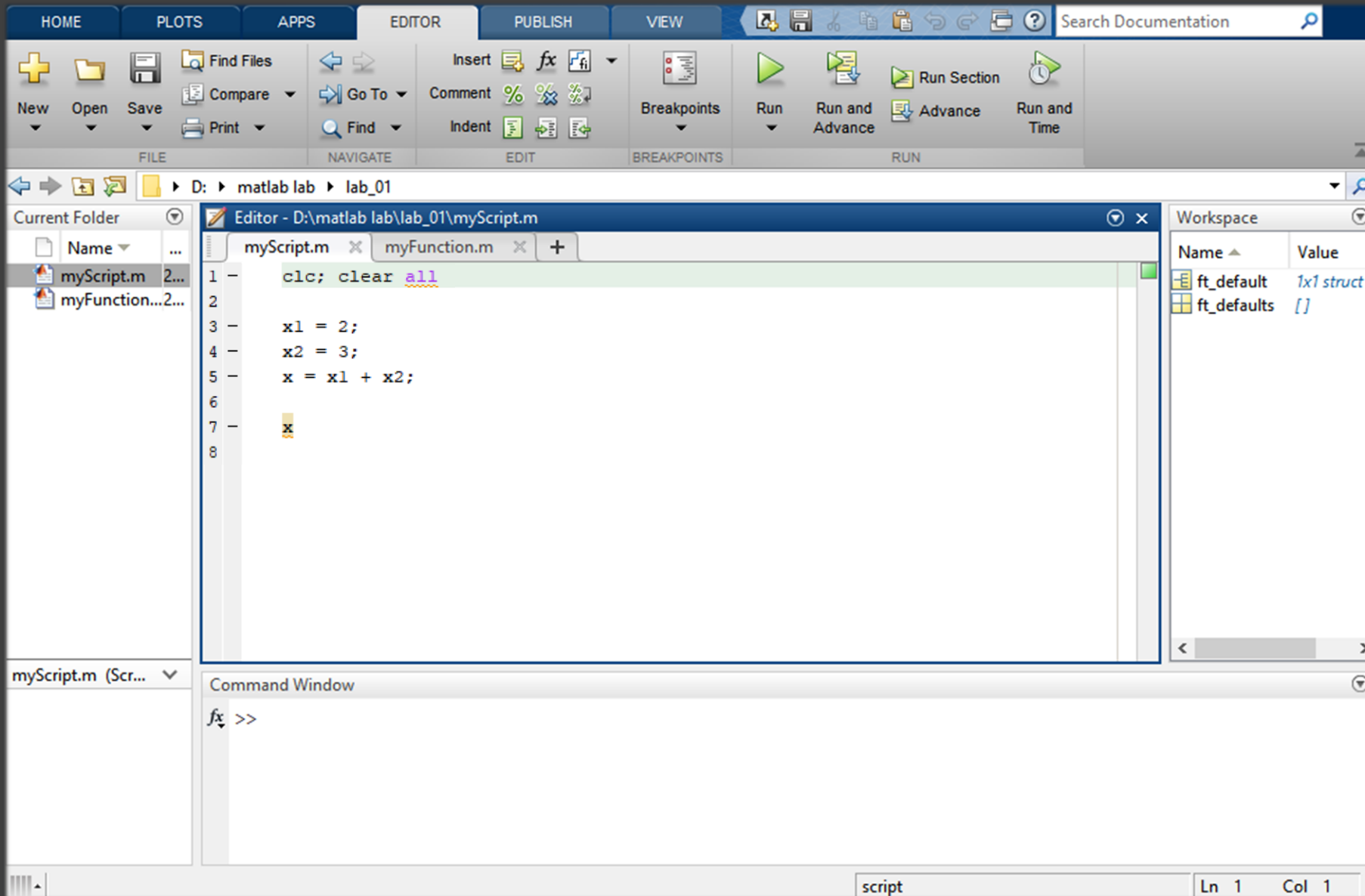
Το περιβάλλον του MATLAB



Toolbar & Menu

- ρυθμίσεις & παραμετροποίηση του περιβάλλοντος εργασίας
- λειτουργίες

Εκινώντας με το MATLAB



Command Window

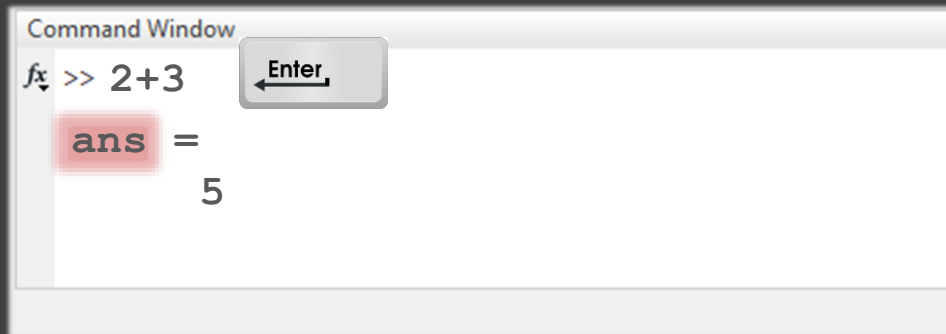
- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Εκκινώντας με το MATLAB

Σύμβολο	Πράξη	Προτεραιότητα	Παράδειγμα
()	-	1	$(4+2)*6$, $4+2*6$
^	Ύψωση σε δύναμη	2	2^3
*	Πολλαπλασιασμός	3	$2*3$ ή $5*x$
/	Διαίρεση	3	$5/2$ ή $x/5$
+	Πρόσθεση	4	$10+2$
-	Αφαίρεση	4	$8-4$

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές



όταν το MATLAB πρέπει να αποθηκεύσει μια τιμή και ο χρήστης δεν έχει δώσει εντολή να αποθηκευτεί σε κάποια μεταβλητή, τότε δημιουργεί τη μεταβλητή **ans** και αποθηκεύει την τιμή σε αυτή τη μεταβλητή

Εκινώντας με το MATLAB

ΣΧΕΣΙΑΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ

Σύμβολο	Επεξήγηση
<	μικρότερο
>	μεγαλύτερο
<=	μικρότερο ή ίσο
>=	μεγαλύτερο ή ίσο
==	ίσο
~=	όχι ίσο (άνισο)

ΛΟΓΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ

Σύμβολο	Επεξήγηση
&	λογικό ΚΑΙ (AND)
	λογικό Ή (OR)
~	λογικό ΟΧΙ

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Εκκινώντας με το MATLAB

ΠΡΟΣΟΧΗ στη χρήση της υποδιαστολής!

Για υποδιαστολή χρησιμοποιούμε την **τελεία**:

```
>> radius = 5.32
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

who

- Εμφανίζει όλες τις μεταβλητές που υπάρχουν στο workspace:

```
>> who
```

```
Your variables are:
```

```
a          b          x          x2
ans        e          x1
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

whos

- Εμφανίζει μια λίστα με όλες τις μεταβλητές του workspace, μαζί με πληροφορίες για τον τύπο και τις διαστάσεις τους:

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class
a	3x3	72	double
ans	1x3	24	double
b	1x3	24	double
e	1x251	2008	double

- Αν χρησιμοποιηθεί μαζί με το όνομα μιας μεταβλητής, εμφανίζει πληροφορίες μόνο για αυτή τη μεταβλητή:

```
>> whos b
```

Name	Size	Bytes	Class
b	1x3	24	double

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

what

- Εμφανίζει τον Current Folder και τα m-files που βρίσκονται μέσα σε αυτόν:

```
>> what
```

```
MATLAB Code files in the current folder D:\matlab  
lab\lab_01  
myFunction    myScript
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

which

- Εμφανίζει τον φάκελο στον οποίο είναι αποθηκευμένη μια συνάρτηση:

```
>> which sin  
built-in (C:\Program Files\MATLAB\R2014b\toolbox\matlab\  
elfun\@double\sin)
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

help

Είναι η εντολή που μας δίνει πληροφορίες για όλες τις εντολές του MATLAB

- Αν την πληκτρολογήσουμε στο Command Window και πατήσουμε Enter, θα εμφανίσει όλα τα θέματα για τα οποία μπορεί να μας δώσει πληροφορίες
- Αν τη χρησιμοποιήσουμε μαζί με το όνομα μιας εντολής, θα μας δώσει πληροφορίες για το τι κάνει η εντολή (συνάρτηση), πώς συντάσσεται, κ.λπ.

```
>> help sin
```

```
sin      Sine of argument in radians.
```

```
sin(X) is the sine of the elements of X.
```

```
See also asin, sind.
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

clear

Διαγράφει μεταβλητές από το Workspace

- Αν την πληκτρολογήσουμε στο Command Window και πατήσουμε Enter, θα διαγράψει όλες τις μεταβλητές του Workspace
- Αν τη χρησιμοποιήσουμε μαζί με το όνομα μιας ή περισσότερων μεταβλητών (χωρισμένες με space), θα διαγράψει αυτές τις μεταβλητές

```
>> clear b
```

Διαγράφει τη μεταβλητή b

```
>> clear c result x1
```

Διαγράφει τις μεταβλητές c, result και x1

```
>> clear
```

Διαγράφει όλες τις μεταβλητές

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Χρήσιμες εντολές

rand(n,m): δημιουργεί πίνακα διαστάσεων nxm με τυχαίους αριθμούς από το διάστημα (0,1), που ακολουθούν ομοιόμορφη κατανομή

στο διάστημα [a,b]:
 $b + (b - a) * \text{rand}(n, m)$

randn(n,m): δημιουργεί πίνακα διαστάσεων nxm με τυχαίους αριθμούς που ακολουθούν την κανονική κατανομή

randi(r,n,m): δημιουργεί πίνακα διαστάσεων nxm με τυχαίους ακέραιους αριθμούς από το διάστημα (1,r), που ακολουθούν την ομοιόμορφη κατανομή

zeros(n,m): δημιουργεί πίνακα διαστάσεων nxm που περιέχει μηδενικά

ones(n,m): δημιουργεί πίνακα διαστάσεων nxm που περιέχει άσσους

size(x): επιστρέφει τις διαστάσεις του διανύσματος/πίνακα x

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- **Εντολές**
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Μεταβλητές

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ: Δεσμευμένος χώρος στη μνήμη, στον οποίο δίνεται ένα συμβολικό όνομα και μπορεί να “φιλοξενήσει” τιμές. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε την τιμή μιας μεταβλητής με μια άλλη τιμή.

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

Μεταβλητές

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ: Δεσμευμένος χώρος στη μνήμη, στον οποίο δίνεται ένα συμβολικό όνομα και μπορεί να “φιλοξενήσει” τιμές. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε την τιμή μιας μεταβλητής με μια άλλη τιμή.

ΚΑΝΟΝΕΣ:

► Δεν χρειάζεται να δηλώσουμε τις μεταβλητές που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε

```
x = 5  
c = 'code'  
c = 12 ?
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Το σύμβολο **ίσον** “=” στο MATLAB έχει την έννοια της εκχώρησης τιμής και **όχι της ισότητας**, όπως στα μαθηματικά

Υπολογίζεται ό,τι υπάρχει δεξιά του ίσον και στη συνέχεια αυτό εκχωρείται στην μεταβλητή που υπάρχει δεξιά του

Μεταβλητές

ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ: Δεσμευμένος χώρος στη μνήμη, στον οποίο δίνεται ένα συμβολικό όνομα και μπορεί να “φιλοξενήσει” τιμές. Μπορούμε να αντικαταστήσουμε την τιμή μιας μεταβλητής με μια άλλη τιμή.

ΚΑΝΟΝΕΣ:

► Όνομα μεταβλητής:

- μόνο **λατινικοί χαρακτήρες & χωρίς κενά**
- ο **πρώτος** χαρακτήρας πάντα **ΓΡΑΜΜΑ** (όχι αριθμός, σύμβολο, κ.λπ.). Στους υπόλοιπους χαρακτήρες μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε αριθμούς και το σύμβολο κάτω παύλας
π.χ.: 5star = 1 ❌ star5 = 1 ✅
- είναι **case sensitive**: ένα κεφαλαίο και ένα μικρό γράμμα θεωρούνται διαφορετικοί χαρακτήρες
- να μην είναι **δεσμευμένη λέξη** (iskeyword) ή **συνάρτηση** (which)

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΠΡΟΚΑΘΟΡΙΣΜΕΝΕΣ ΜΕΤΑΒΛΗΤΕΣ & ΤΙΜΕΣ

Μεταβλητή	Επεξήγηση
ans	δημιουργείται για να "φιλοξενήσει" μια τιμή ή το αποτέλεσμα ενός υπολογισμού στο Command Window αν δεν τα εκχωρήσουμε ήδη σε άλλη μεταβλητή
i ή j	Ο μιγαδικός αριθμός i ή j ($i^2 = -1$, $j^2 = -1$)

Τιμή	Επεξήγηση
pi	η σταθερά π: 3,1415...
NaN ή nan	Not a Number π.χ. η πράξη 0/0 δίνει αποτέλεσμα NaN
Inf ή inf	Άπειρο π.χ. η πράξη 1/0 δίνει αποτέλεσμα Inf
true	Το λογικό 1
false	Το λογικό 0

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **βαθμωτή (scalar):** “φιλοξενεί” μια μόνο τιμή

```
>> a = 5  
a =  
5
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

```
>> b = [2 4 9 10] → διάνυσμα-γραμμή 1x4
b =
    2    4    9   10
```

```
>> c = [2;4;9;10] → διάνυσμα-στήλη 4x1
c =
    2
    4
    9
   10
```

```
>> d = [2 4;9 10;-3 0] → πίνακας 3x2
d =
    2    4
    9   10
   -3    0
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές

για να δηλώσουμε διάσταση διανύσματος ή πίνακα, χρησιμοποιούμε τη μορφή

NxM

όπου N είναι γραμμές και M οι στήλες.

Δηλώνουμε πάντα **πρώτο τον αριθμό γραμμών** και μετά τον αριθμό στηλών

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Για να πάρουμε μια μόνο από τις τιμές που περιέχονται σε ένα διάνυσμα ή πίνακα, γράφουμε το όνομα της μεταβλητής και μετά, μέσα σε παρένθεση, τη θέση που βρίσκεται η τιμή: πρώτα ο αριθμός γραμμής και μετά ο αριθμός στήλης, χωρισμένοι με κόμμα

Γενική μορφή: **x (N,M)**

b = [2 4 9 10] → Τι πρέπει να γράψουμε για να πάρουμε 9?

```
>> b(1,3)
ans =
     9
```

c = [2;4;9;10] → Τι πρέπει να γράψουμε για να πάρουμε 9?

```
>> c(3,1)
ans =
     9
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array):** μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Για να πάρουμε μια μόνο από τις τιμές που περιέχονται σε ένα διάνυσμα ή πίνακα, γράφουμε το όνομα της μεταβλητής και μετά, μέσα σε παρένθεση, τη θέση που βρίσκεται η τιμή: πρώτα ο αριθμός γραμμής και μετά ο αριθμός στήλης, χωρισμένοι με κόμμα

Γενική μορφή: **$x(N,M)$**

$d = [2 \ 4; 9 \ 10; -3 \ 0] \rightarrow$ Τι πρέπει να γράψουμε για να πάρουμε 9?

```
>> d(2,1)
```

```
ans =
```

```
9
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Για να πάρουμε περισσότερες από μια επιλεγμένες τιμές που περιέχονται σε ένα διάνυσμα ή πίνακα, γράφουμε το όνομα της μεταβλητής και μετά, μέσα σε παρένθεση:

N_1, N_2, N_k (γραμμές) ή $N_1:N_2$ (αν πρόκειται για συνεχόμενες γραμμές)

M_1, M_2, M_k (στήλες) ή $M_1:M_2$ (αν πρόκειται για συνεχόμενες στήλες)

Γενική μορφή: **$x([N_1, N_2, N_k], [M_1, M_2, M_k])$**

```
d = [2 4; 9 10; -3 0] → Τι πρέπει να γράψουμε για να  
>> d([1,3],[1,2])      πάρουμε τους αριθμούς 2, 4, -3, 0?  
ans =  
     2     4  
    -3     0
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Για να πάρουμε τις τιμές μιας ολόκληρης στήλης ή γραμμής, γράφουμε το όνομα της μεταβλητής και μετά, μέσα σε παρένθεση: τον αριθμό της στήλης ή γραμμής που θέλουμε, και στην άλλη θέση το σύμβολο “άνω και κάτω τελεία”

Γενική μορφή: **$x(:, M)$** ή **$x(N, :)$**

```
d = [2 4; 9 10; -3 0] → Τι πρέπει να γράψουμε για να  
                             πάρουμε τους αριθμούς της  
>> d(:, 2)                  δεύτερης στήλης?  
ans =  
     4  
    10  
     0
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Για να πάρουμε τις τιμές μιας ολόκληρης στήλης ή γραμμής, γράφουμε το όνομα της μεταβλητής και μετά, μέσα σε παρένθεση: τον αριθμό της στήλης ή γραμμής που θέλουμε, και στην άλλη θέση το σύμβολο “άνω και κάτω τελεία”

Γενική μορφή: **$x(:, M)$** ή **$x(N, :)$**

```
d = [2 4; 9 10; -3 0] → Τι πρέπει να γράψουμε για να  
                             πάρουμε τους αριθμούς της  
>> d(3, :)              τρίτης γραμμής?  
ans =  
     -3     0
```

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **διάνυσμα / πίνακας (2D array)**: μπορεί να “φιλοξενήσει” περισσότερες από μια τιμές

Όταν θέλουμε ένα διάνυσμα-γραμμή με συνεχόμενες τιμές ή τιμές που αυξάνονται ή μειώνονται κατά μια σταθερή τιμή, μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και τον εξής τρόπο:

Γενική μορφή: **`x=[a:step:b]`**

Παράδειγμα: Διάνυσμα με τιμές από 0 μέχρι 1000 που αυξάνονται ανά 4, δηλαδή: 0 4 8 12 16 ... 1000

```
>> e = [0:4:1000]
```

αρχική τιμή βήμα τελική τιμή

Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- πίνακας τριών διαστάσεων (3D array)

(1,1)

2D array

1	0	0	0	0
0	0	2	0	0
1	1	0	0	1
2	1	1	1	0
1	2	1	2	2

construct.net



3D array

(x,y,z)

(1,1,3)

(1,1,2)

(1,1,1)

Rows

Columns

Depth

1	0	0	0	0	0
0	0	2	0	0	0
1	1	0	0	1	0
2	1	1	1	0	2
1	2	1	2	2	2

construct.net

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- πίνακας τριών διαστάσεων (3D array)

→ πώς;

Δημιουργούμε πρώτα έναν πίνακα 2 διαστάσεων:

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

και μετά προσθέτουμε κι άλλες “καρτέλες”:

```
A(:, :, 2) = [10 11 12; 13 14 15; 16 17 18];
```

Command Window:

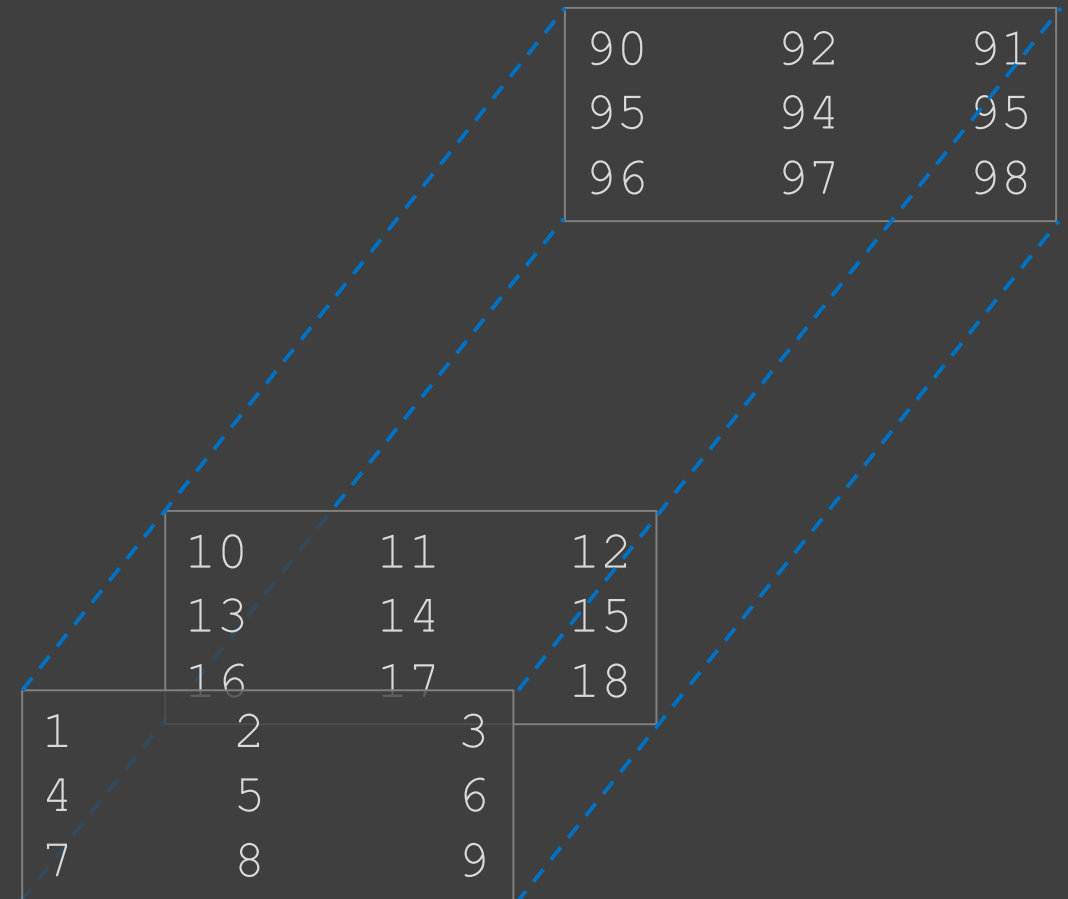
```
>> A
```

```
A(:, :, 1) =
```

1	2	3
4	5	6
7	8	9

```
A(:, :, 2) =
```

10	11	12
13	14	15
16	17	18



Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

▪ πίνακας τριών διαστάσεων (3D array)

→ πώς;

Μπορούμε να δημιουργήσουμε πίνακα τριών διαστάσεων με τυχαίους αριθμούς, χρησιμοποιώντας τη `rand()`:

```
B = rand(4, 3, 2);
```

γραμμών # “καρτελών”
 # στηλών

`B(:, :, 1) =`

0.7943	0.6020	0.7482
0.3112	0.2630	0.4505
0.5285	0.6541	0.0838
0.1656	0.6892	0.2290

`B(:, :, 2) =`

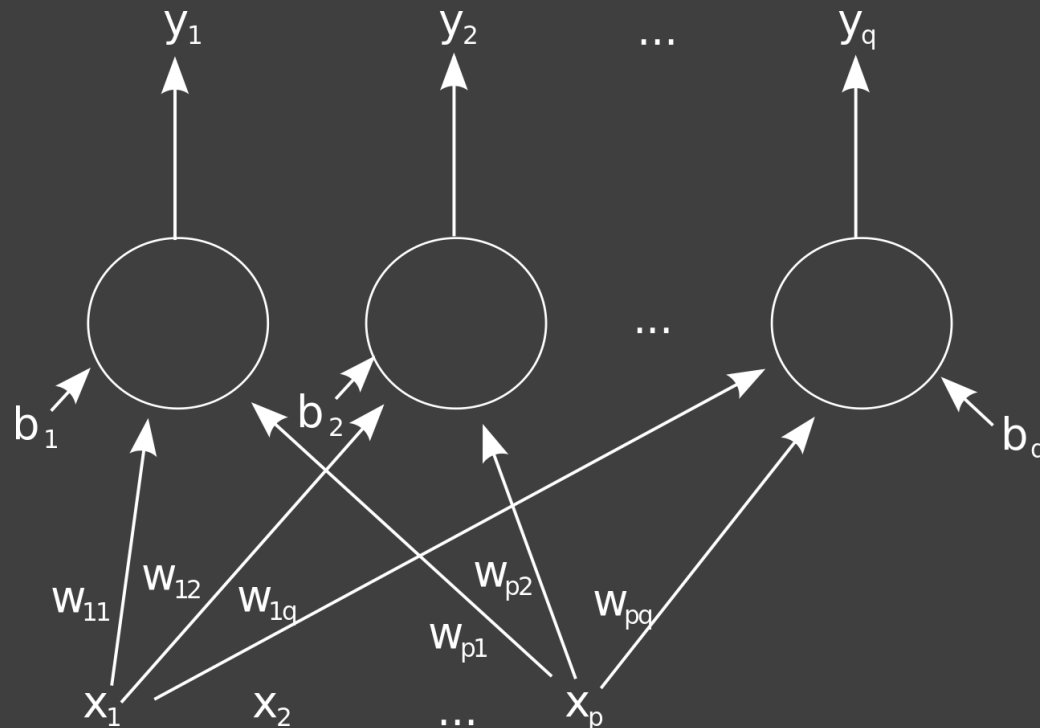
0.9133	0.9961	0.9619
0.1524	0.0782	0.0046
0.8258	0.4427	0.7749
0.5383	0.1067	0.8173

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- πίνακας τριών διαστάσεων (3D array)

→ γιατί;



αριθμός εισόδων: $p=2$ → 1^η διάσταση

αριθμός βαρών από
κάθε είσοδο: $q=3$ → 2^η διάσταση

αριθμός επαναλήψεων: 10 → 3^η διάσταση

$W(2, 3, 10)$

Μεταβλητές

ΕΙΔΗ ΜΕΤΑΒΛΗΤΩΝ

- **αλφαριθμητικό διάνυσμα (character array):** ό,τι χαρακτήρες του εκχωρήσουμε, το MATLAB τους αναγνωρίζει ως χαρακτήρες κειμένου. Είναι διάνυσμα γιατί ουσιαστικά αποτελείται από μια ακολουθία χαρακτήρων, όπως ακριβώς το αριθμητικό διάνυσμα αποτελείται από μια ακολουθία αριθμών.

Γενική μορφή: **x = 'abc012-%&'**

```
>> x='abc012-%&'
```

```
x =  
    'abc012-%&'
```

```
>> x(5)
```

```
ans =  
    '1'
```

**Πάντα μέσα σε αποστρόφους
(single quotation mark)**



Command Window

- Αριθμητικές πράξεις
- Εντολές
- **Εκχώρηση τιμών σε μεταβλητές**

Εξάσκηση

Μπορείτε να βρείτε ασκήσεις για εξοικείωση/εξάσκηση στο MATLAB
στη σελίδα του μαθήματος στο eclass:

Έγγραφα → Εργαστήριο → Εισαγωγή στο MATLAB - Ασκήσεις εξάσκησης