

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΙΣΜΟΣ Η/Υ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ MATLAB

Μαρινάκη Μαγδαληνή
magda@dssl.tuc.gr

Εισαγωγή

- ▶ Το Matlab (Matrix Laboratory) είχε φτιαχτεί αρχικά ως πακέτο γραμμικής άλγεβρας για υπολογισμούς με πίνακες.
- ▶ Στη συνέχεια εξελίχθηκε και πλέον έχει βρει εφαρμογές σε πολλά γνωστικά πεδία (π.χ. συστήματα ελέγχου, επεξεργασία σήματος, προσομοίωση συστημάτων).
- ▶ Το Matlab περιέχει διάφορες ενσωματωμένες συναρτήσεις και εργαλειοθήκες (toolboxes).
- ▶ Κάθε μία από τις εργαλειοθήκες περιέχει ένα αριθμό συναρτήσεων για ένα συγκεκριμένο αντικείμενο.
- ▶ Το Matlab παρέχει στο χρήστη τη δυνατότητα να φτιάξει τα *δικά του προγράμματα*.

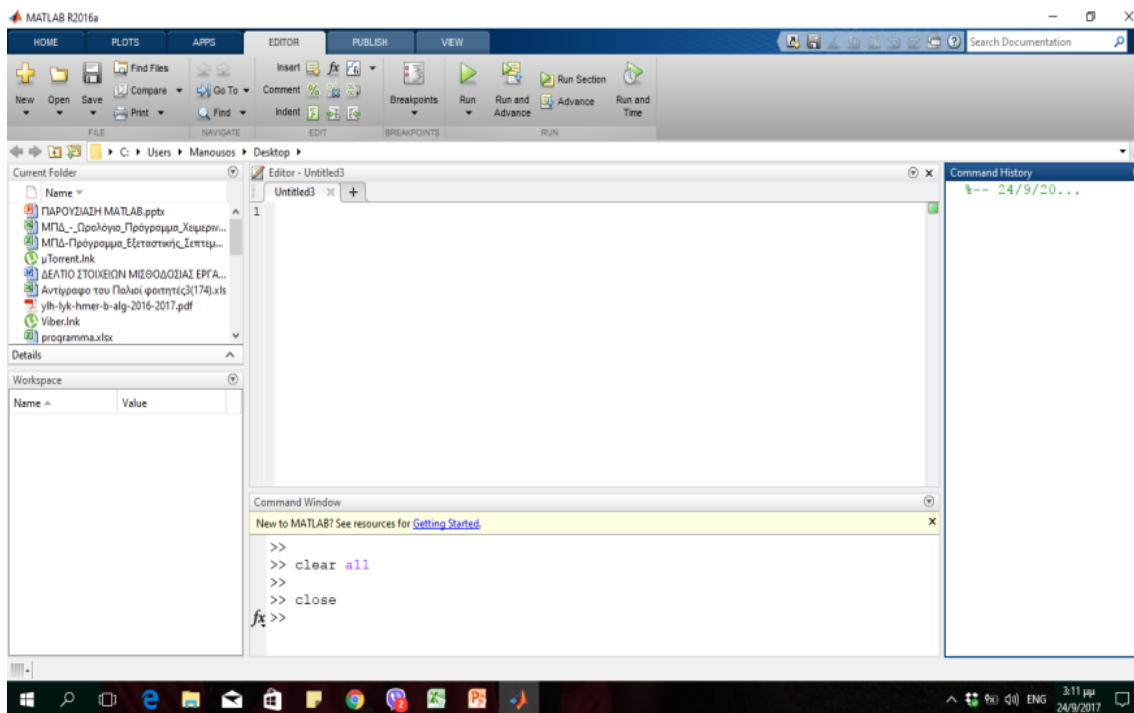
Περιβάλλον MATLAB

Command Window:
δίνονται όλες οι εντολές.

Current Directory: δίνεται
το περιεχόμενο του
τρέχοντος φακέλου.

Workspace: δίνονται οι
ορισμένες μεταβλητές

Command History:
δίνονται οι εντολές που
έχουν δοθεί μέχρι
στιγμής.



Εντολή “help”

- ▶ Με την εντολή “help” μπορούμε να αναζητήσουμε έτοιμες συναρτήσεις ή toolbox.
- ▶ Για να αναζητήσουμε μια *συνάρτηση* δίνουμε στο Command Window την εντολή:

```
>> help όνομα_συνάρτησης
```

- ▶ Για να αναζητήσουμε ένα *toolbox* δίνουμε στο Command Window την εντολή:

```
>> help όνομα_εργαλειοθήκης
```

Εντολή “help”

▶ >> help
HELP topics

matlab\general	– General purpose commands.
matlab\ops	– Operators and special
characters.	
matlab\lang	– Programming language
constructs.	
matlab\elmat	– Elementary matrices and matrix
manipulation.	

▪
▪
▪

Εντολή “help”

▶ >> help
HELP topics

matlab\general	– General purpose commands.
matlab\ops	– Operators and special
characters.	
matlab\lang	– Programming language
constructs.	
matlab\elmat	– Elementary matrices and matrix
manipulation.	

▪
▪
▪

Εντολή “help”

- ▶ >> help finance
Financial Toolbox
Version 2.4.2 (R14SP1) 05-Sep-2004

Help and Documentation

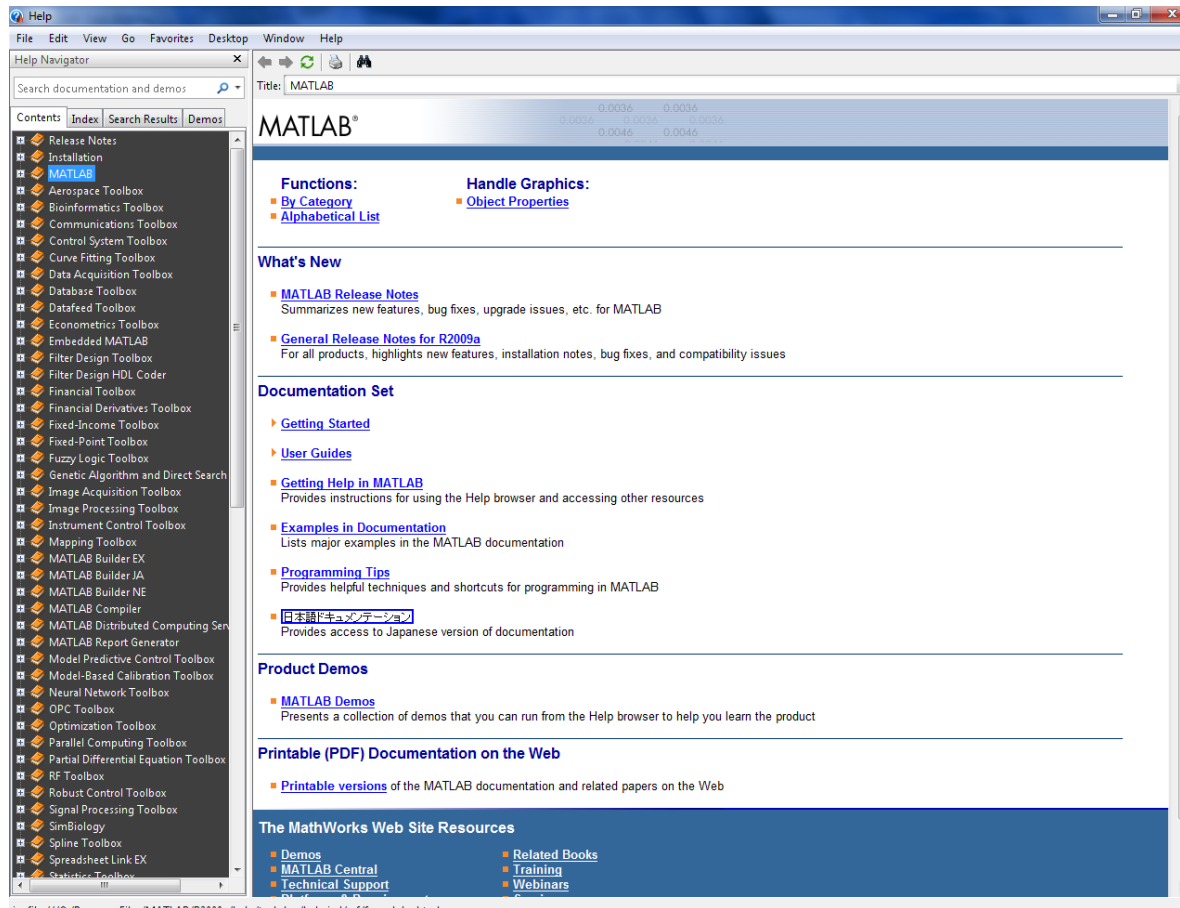
- Readme – Release notes for the Financial Toolbox.
- ftb – Argument help headers.
- calendar – Contents of financial calendar functions

Formatting Currency and Price.

- cur2frac – Decimal currency values to fractional values.
- cur2str – Bank formatted text.

·
·

Μενού “Help”



Για μετάβαση στο
μενού Help
επιλέγουμε:
Help-> Product Help

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις

- ▶ Στο Command Window μπορούμε να πληκτρολογήσουμε και να εκτελέσουμε εντολές.
- ▶ Η εντολή αυτή μπορεί να είναι ένας απλός υπολογισμός πράξεων, λύση μίας εξίσωσης, κλήση μίας συνάρτησης, για απεικόνιση γραφικής παράστασης, υπολογισμός ενός ολοκληρώματος.
- ▶ Αν πληκτρολογήσουμε

>> 3+5 και πατήσουμε Enter θα εμφανιστεί:

ans=

8

- ▶ Στην ans (default μεταβλητή) αποθηκεύεται το αποτέλεσμα μας.

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις

1. Μπορούμε να ορίσουμε τις δικές μας μεταβλητές χρησιμοποιώντας αλφαριθμητικούς χαρακτήρες και το σύμβολο της υπογράμμισης () (μέχρι 31 χαρακτήρες).
1. Ο πρώτος χαρακτήρας πρέπει να είναι πάντα γράμμα.
2. Το Matlab κάνει διάκριση πεζών-κεφαλαίων.

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις

- ▶ Με την εντολή **who** μπορούμε να δούμε ποιες μεταβλητές έχουν οριστεί μέχρι στιγμής.
- ▶ Η εντολή **whos** δείχνει το μέγεθος και το είδος κάθε μεταβλητής.
- ▶ Με την εντολή **clear** μπορούμε να σβήσουμε μία ή περισσότερες ή όλες τις μεταβλητές.

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις

Αν έχουμε δηλώσει 2 μεταβλητές την $a=2$ και το 2×1 διάνυσμα $b=[2 \ 1]^T$, η εντολή

```
>> who
```

δίνει

Your variables are:

```
a b
```

ενώ η εντολή

```
>> whos
```

δίνει

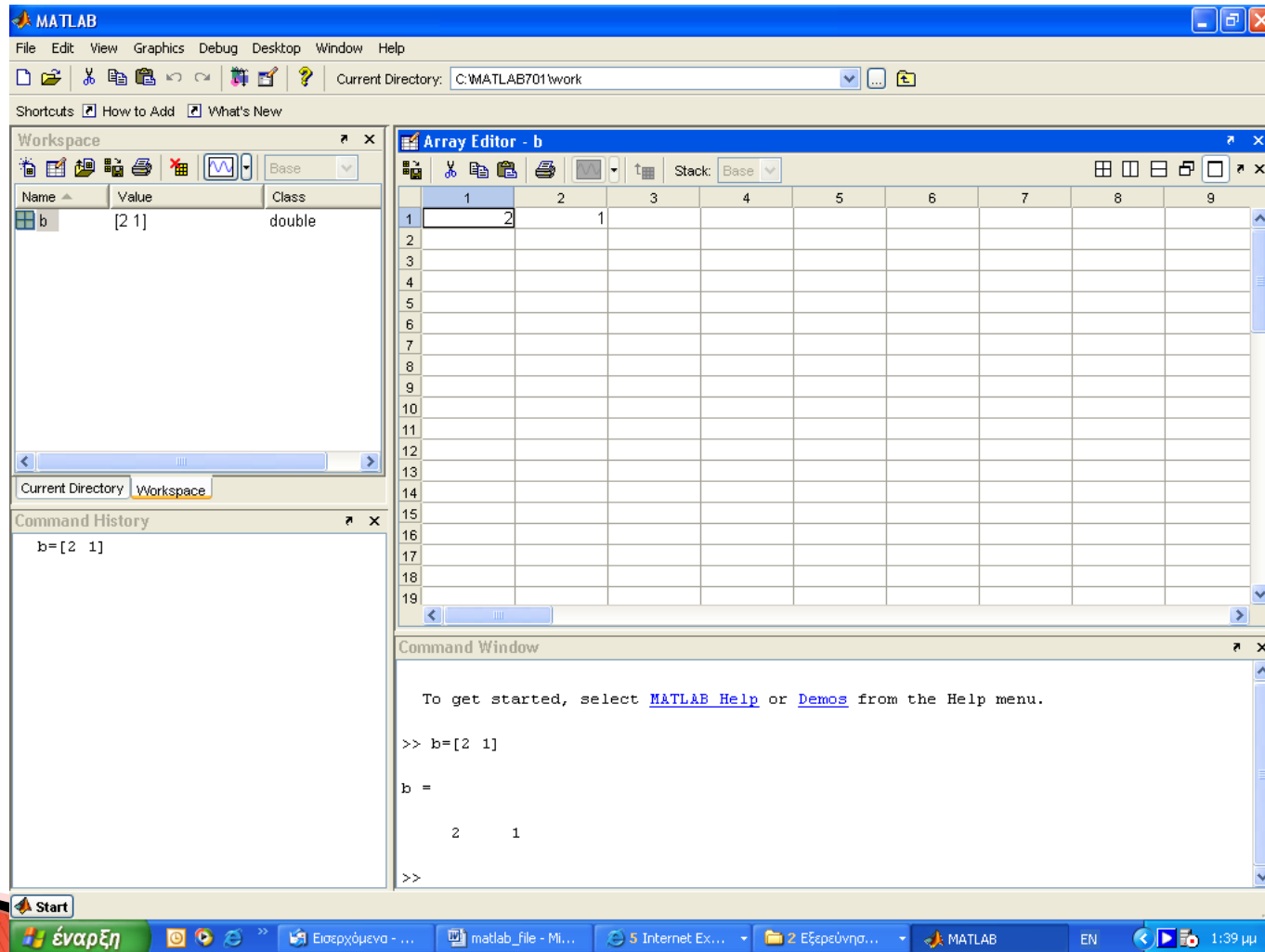
Name	Size	Bytes	Class
a	1x1	8	double array
b	2x1	16	double array

Grand total is 3 elements using 24 bytes

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις

- ▶ Όταν ορίσουμε κάποια μεταβλητή αυτή φαίνεται στο παράθυρο του χώρου εργασίας (workspace).
- ▶ Διπλοπατώντας με το ποντίκι στο όνομα της μεταβλητής, εμφανίζεται ένας array editor στον οποίο μπορούμε να αλλάξουμε αν θέλουμε την τιμή της μεταβλητής (Ιδιαίτερα χρήσιμο για πίνακες μεγάλων διαστάσεων).
- ▶ Για παράδειγμα, για το διάνυσμα $b=[2 \ 1]$, θα έχουμε:

Ορισμός μεταβλητών και βασικές πράξεις



Αποθήκευση και φόρτωση μεταβλητών

Έστω ότι έχουμε μια μεταβλητή a.

>>a=2; *% με το “;” δεν εμφανίζεται το αποτέλεσμα της εκτέλεσης*

- ▶ Αποθηκεύω την τιμή της a στο αρχείο με όνομα “test.mat” με την ακόλουθη εντολή:

>> save test a

- ▶ Φορτώνω το αρχείο test.mat με την ακόλουθη εντολή:

>> load test

Απλοί υπολογισμοί

▶ Παράδειγμα 1

Για να μετατραπούν οι μοίρες σε ακτίνια χρησιμοποιείται η σχέση :

$$\frac{aktinia}{\pi} = \frac{moires}{180} \Leftrightarrow aktinia = \frac{moires * \pi}{180}$$

>>moires=45

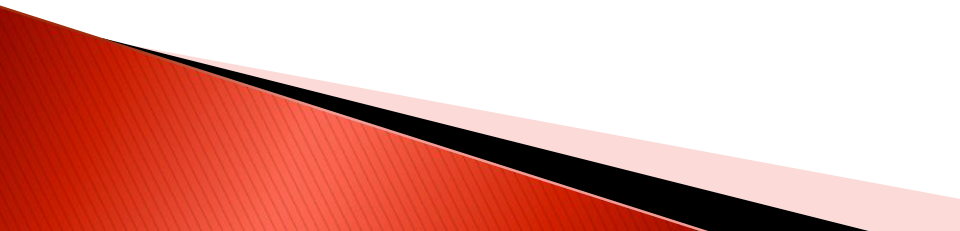
moires =

45

>>aktinia=moires*pi/180

aktinia =

0.7854



Απλοί υπολογισμοί

▶ Παράδειγμα 2

Η μετατροπή θερμοκρασίας από °C σε °F υπολογίζεται απο τον τύπο:

$$F=32+C*9/5$$

>> $C=36.6$

C =

36.6000

>> $F=32+C*9/5$

F =

97.8800

>>

Εσωτερικές Συναρτήσεις

Όνομα συνάρτησης	Ερμηνεία
cos	Συνημίτονο
sin	Ημίτονο
tan	Εφαπτομένη
exp	Εκθετικό
max	Μέγιστη τιμή
sqrt	Τετραγωνική ρίζα
min	Ελάχιστο
abs	Απόλυτη Τιμή

Πίνακες

► Ορισμός διανύσματος γραμμής διάνυσμα $a = [2 \ 3 \ 5]$
>>a=[2 3 5]

► Ορισμός διανύσματος στήλης $b = \begin{bmatrix} 1 \\ 4 \\ 6 \end{bmatrix}$
>>b=[1;4;6]

Για να εμφανίσω το στοιχείο 4 του b γράφω:

>>b(2) και Enter

Πίνακες

- ▶ Έστω $C=[5\ 4\ 7\ 2\ 6\ 0\ 8\ 9\ 2\ 1]$

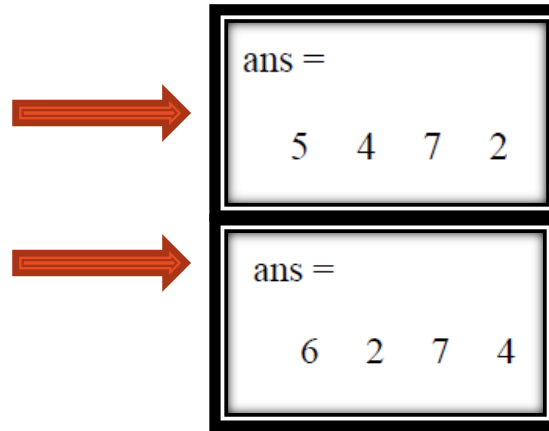
Τι θα εμφανίσει το Matlab αν γράψουμε
“>>C(1:4)” ;

Τι θα εμφανίσει το Matlab αν γράψουμε
“>>C(5:-1:2)” ;

- ▶ Ορισμός πίνακα 3x3 $A= \begin{bmatrix} 2 & 3 & 5 \\ 7 & 11 & 13 \\ 17 & 19 & 23 \end{bmatrix}$

>> A=[2 3 5;7 11 13;17 19 23]

- ▶ Η πρόσβαση σε μία συγκεκριμένη γραμμή ή στήλη ενός πίνακα γίνεται με τη χρήση του τελεστή ‘:’
- ▶ Αν γράψω “>> A(2,:)” θα εμφανιστεί $\begin{bmatrix} 7 & 11 & 13 \end{bmatrix}$.
- ▶ Αν γράψω “>> A(:,1)” παίρνουμε την πρώτη στήλη του πίνακα A



Πίνακες

- ▶ Σημείωση: Οι δείκτες γραμμής/στήλης στο Matlab παίρνουν μόνο θετικές ακέραιες τιμές και όχι το 0 όπως συμβαίνει σε κάποιες γλώσσες προγραμματισμού.
- ▶ Επίσης, εκτός από διδιάστατους πίνακες μπορούμε να έχουμε και **πίνακες περισσότερων διαστάσεων** στο Matlab.

Πίνακες

- ▶
- ▶ Υπάρχουν διάφοροι άλλοι τρόποι για να δημιουργήσουμε ένα πίνακα:

1. A=αρχή:τέλος. Για παράδειγμα, η εντολή

```
>> a=1:6
```

δημιουργεί τον πίνακα γραμμή:

a =

1 2 3 4 5 6

2. A= αρχή:βήμα:τέλος. Για παράδειγμα, η εντολή

```
>> b=1:3:15
```

δημιουργεί τον πίνακα γραμμή:

b =

1 4 7 10 13

Πίνακες

3. Συνδυασμός άλλων πινάκων

Π.χ. αν $a=[1\ 2\ 3\ 4\ 5]$ και $b=[6\ 7\ 8\ 9\ 0]$. Τότε η εντολή

```
>> c=[b a]
```

δίνει

$c =$

6 7 8 9 0 1 2 3 4 5

ενώ η εντολή

```
>> c=[a(1:2:5) 1 0 1 b(4:5)]
```

δίνει

$c =$

1 3 5 1 0 1 9 0

Πίνακες

- ▶ Πίνακες που όλα τα στοιχεία τους είναι 1 ή 0 δημιουργούνται χρησιμοποιώντας τις **συναρτήσεις** `ones( )` και `zeros( )`, αντίστοιχα. Έτσι γράφοντας `ones(n)` ή `zeros(n)` δημιουργείται ένας πίνακας $n \times n$ που όλα τα στοιχεία του είναι 1 ή 0, αντίστοιχα.
- ▶ Ενώ γράφοντας `ones(n,k)` ή `zeros(n,k)` δημιουργούνται οι αντίστοιχοι πίνακες με n γραμμές και k στήλες.
- ▶ Ο **μοναδιαίος πίνακας** $n \times n$ δημιουργείται με την εντολή `eye(n)`.
- ▶ Με την **εντολή** `size(A)` παίρνουμε τις διαστάσεις του πίνακα A ενώ η **εντολή** `length(A)` δίνει τη μέγιστη διάσταση του A . Π.χ.

```
>> A=[1 2 3;2 5 6];
```

```
>> size(A)
```

```
ans =
```

```
2    3
```

```
>> length(A)
```

```
ans =
```

```
3
```

Συναρτήσεις για Δημιουργία Πινάκων

Όνομα συνάρτησης	Ερμηνεία
zeros	Πίνακας με όλα τα στοιχεία 0
ones	Πίνακας με όλα τα στοιχεία 1
eye	Μοναδιαίος πίνακας
rand	Τυχαίος πίνακας

```
>> P= eye(3,3)
```

$$P = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Η Συνάρτηση min συνέχεια

▶ Παράδειγμα

A=	5	2	3	-4	5
	5	-21	33	4	89
	2	4	5	56	90
	3	4	5	99	0

Η $\min(A)$ θα μου δώσει την ελάχιστη τιμή από κάθε στήλη
 $\min(A)=[2 \ -21 \ 3 \ -4 \ 0]$

Ενώ η $\min(\min(A))$ θα μου δώσει τον αριθμό -21

Πολλές φορές χρειαζόμαστε και την θέση που βρίσκεται το ελάχιστο στοιχείο μέσα στον πίνακα

Η Συνάρτηση min συνέχεια

▶ Παράδειγμα

A=	5	2	3	-4	5
	5	-21	33	4	89
	2	4	5	56	90
	3	4	5	99	0

A(:)

[M,I] = min(A(:));

[I_row, I_col] = ind2sub(size(A),I);

Θα μας επιστρέψει την ελάχιστη τιμή $M=-21$, την γραμμή $I_row=2$ και την στήλη $I_col=2$

Πίνακες

- ▶ Ο ανάστροφος ενός πίνακα A δίνεται από το A' . Για παράδειγμα:

```
>> A=[1 2 3;2 5 6]
```

$A =$

1	2	3
2	5	6

```
>> A'
```

$ans =$

1	2
2	5
3	6

Πίνακες

Αν έχουμε ένα πίνακα μιγαδικών π.χ. τον $z=[1+2i \ 3+4i]$ με z' έχουμε τον συζυγή ανάστροφο πίνακα ενώ με $z.'$ δίνεται ο μη-συζυγής ανάστροφος. Έτσι:

```
>> z=[1+2i 3+4i]
```

```
z =
```

```
1.0000 + 2.0000i 3.0000 + 4.0000i
```

```
>> z'
```

```
ans =
```

```
1.0000 - 2.0000i  
3.0000 - 4.0000i
```

```
>> z.'
```

```
ans =
```

```
1.0000 + 2.0000i  
3.0000 + 4.0000i
```

Πίνακες

- ▶ Ο αντίστροφος ενός πίνακα A δίνεται από την συνάρτηση $\text{inv}(A)$.
- ▶ Η συνάρτηση $\text{det}(A)$ μας δίνει την ορίζουσα ενός πίνακα A .
- ▶ Η συνάρτηση $\text{rank}(A)$ δίνει το βαθμό του A (την τάξη του μεγαλύτερου τετραγωνικού υποπίνακα του που έχει ορίζουσα διαφορετική από το 0).
- ▶ Η συνάρτηση $\text{eig}(A)$ δίνει τις ιδιοτιμές του πίνακα A .

Πίνακες

Έτσι για παράδειγμα αν έχουμε τον πίνακα `>> A=[2 -3;0 1];`

Η εντολή `>> eig(A)` δίνει τις ιδιοτιμές

`ans =`

2

1

Ενώ αν γράψουμε `>> [V, D]=eig(A)`

παίρνουμε

`V =`

1.0000	0.9487
0	0.3162

`D =`

2	0
0	1

όπου οι στήλες του `V` είναι τα ιδιοδιανύσματα του `A` και τα διαγώνια στοιχεία του `D` είναι οι αντίστοιχες ιδιοτιμές.

Πράξεις

Στις πράξεις με πίνακες ισχύουν οι περιορισμοί που ισχύουν από την άλγεβρα πινάκων.
Έτσι, αν έχουμε τα διανύσματα:

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

a =

```
    1    2    3  
>> c=[4;5;6]
```

c =

```
    4  
    5  
    6
```

Η εντολή

```
>> dot(a,c)
```

Δίνει το **εσωτερικό γινόμενο** των 2 διανυσμάτων (το ίδιο παίρνουμε αν γράψουμε **a*c**):

ans =

32

Πράξεις

Ενώ η εντολή

>> c*a

δίνει τον 3x3 πίνακα

ans =

4	8	12
5	10	15
6	12	18

Πράξεις

Πράξεις στοιχείο προς στοιχείο

Έστω τα διανύσματα γραμμής $a=[a_1 \ a_2 \ \dots a_n]$, $b=[b_1 \ b_2 \ \dots b_n]$ (Τα ίδια ισχύουν και αν έχουμε πίνακες) και k =σταθερός αριθμός. Οι εντολές που χρησιμοποιούμε είναι οι ακόλουθες:

Πρόσθεση αριθμού σε διάνυσμα

$$a+k=[a_1+k \ a_2+k \ \dots a_n+k]$$

Πολλαπλασιασμός αριθμού με διάνυσμα

$$a*k=[a_1*k \ a_2*k \ \dots a_n*k]$$

Πρόσθεση διανυσμάτων

$$a+b=[a_1+b_1 \ a_2+b_2 \ \dots a_n+b_n]$$

$$\begin{aligned} a.*b &= [a_1*b_1 \ a_2*b_2 \ \dots a_n*b_n] \\ a./b &= [a_1/b_1 \ a_2/b_2 \ \dots a_n/b_n] \\ a.^k &= [a_1^k \ a_2^k \ \dots a_n^k] \\ a.^b &= [a_1^b \ a_2^b \ \dots a_n^b] \end{aligned}$$

Πράξεις

Παρατηρήστε ότι αν έχουμε τον πίνακα

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

η εντολή:

```
>> A^2
```

 σημαίνει $A \cdot A$ και δίνει

ans =

```
7 10
15 22
```

ενώ η εντολή:

```
>> A.^2
```

 είναι η ύψωση κάθε στοιχείου του A στο 2

και δίνει:

ans =

```
1 4
9 16
```