

Συστήματα Αναμονής

Tutorial στο Octave

Τι είναι το Octave

- “A high-level programming language, primarily intended for numerical computations”, Wikipedia
- Δωρεάν εναλλακτική του MATLAB
- Συμβατό με το MATLAB
- Website: <https://www.gnu.org/software/octave/>
- Διαθέσιμο και σε γραμμή εντολών (CLI) και σε γραφικό περιβάλλον (GUI)

Εγκατάσταση Octave

- Windows:

<https://www.gnu.org/software/octave/#install>

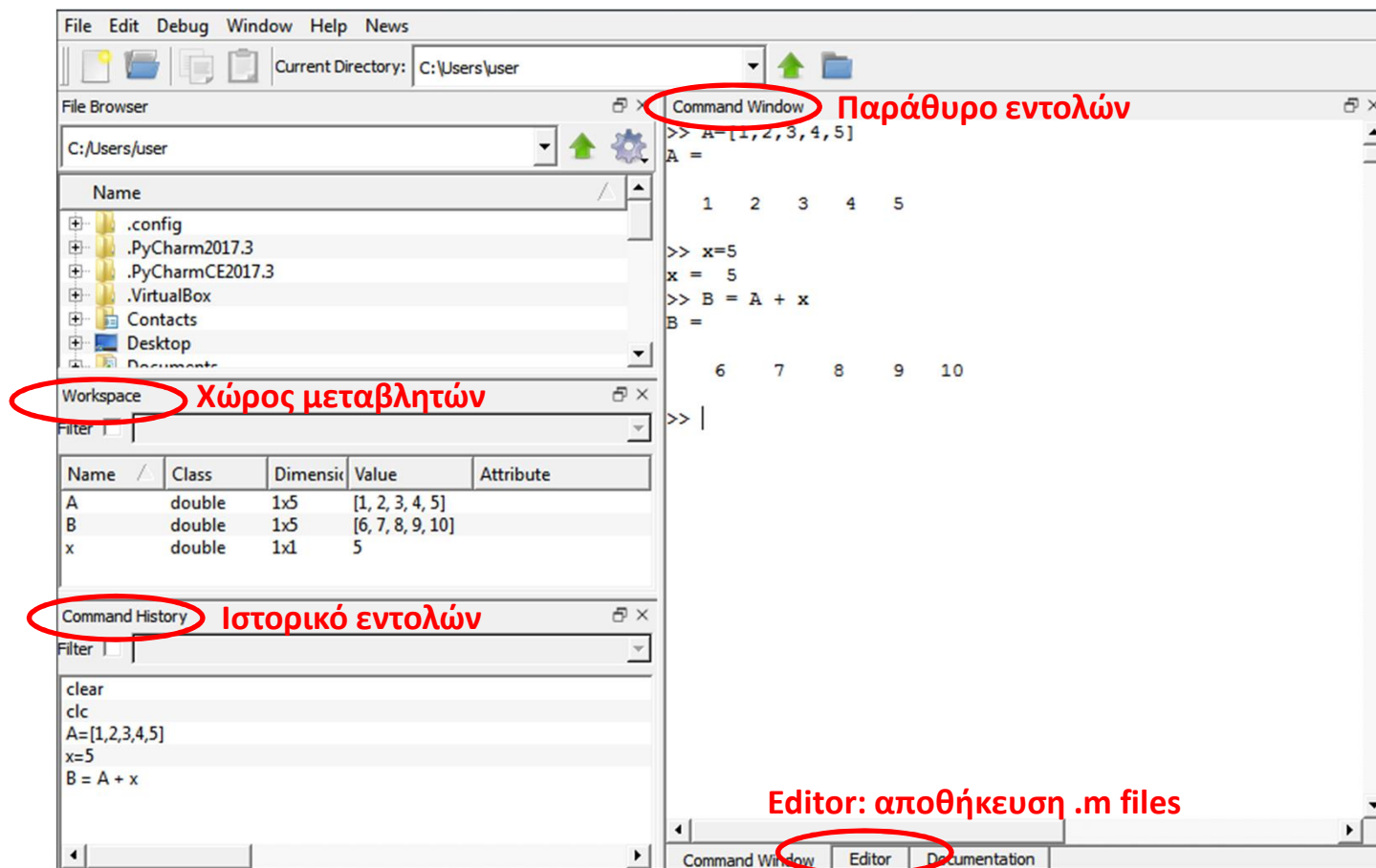
- Linux:

apt-get update & apt-get install octave



Το γραφικό περιβάλλον του Octave

- **Command window:** ο χώρος στον οποίο ο χρήστης εισάγει εντολές και βλέπει τα αποτελέσματά τους
- **Workspace:** ο χώρος στον οποίο παρουσιάζονται πληροφορίες για τις μεταβλητές που έχει ορίσει ο χρήστης
- **Command History:** το ιστορικό των εντολών που έχει εκτελέσει ο χρήστης



- **Editor:** αποθήκευση εντολών σε .m files, συγγραφή προγραμμάτων

Octave CLI

```
GNU Octave, version 4.2.1
Copyright (C) 2017 John W. Eaton and others.
This is free software; see the source code for copying conditions.
There is ABSOLUTELY NO WARRANTY; not even for MERCHANTABILITY or
FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE. For details, type 'warranty'.

Octave was configured for "x86_64-w64-mingw32".

Additional information about Octave is available at http://www.octave.org.

Please contribute if you find this software useful.
For more information, visit http://www.octave.org/get-involved.html

Read http://www.octave.org/bugs.html to learn how to submit bug reports.
For information about changes from previous versions, type 'news'.

octave:1> A = [1,2,3,4,5]
A =

    1    2    3    4    5

octave:2> x=5
x = 5
octave:3> B = A + x
B =

    6    7    8    9   10

octave:4> _
```

- Εκτέλεση των εντολών του Octave από γραμμή εντολών
- Στο tutorial αυτό θα επικεντρωθούμε στο γραφικό περιβάλλον του Octave

Βασικές εντολές

- **clc**: καθαρισμός του command window
- **clear**: καθαρισμός του workspace
 - clear x: διαγραφή της μεταβλητής x από το workspace
 - clear all: διαγραφή όλων των μεταβλητών από το workspace
- **close**: κλείσιμο των γραφημάτων (figures)
 - close(1): διαγραφή του γραφήματος με id 1
 - close all: διαγραφή όλων των γραφημάτων
- **help**: προβολή πληροφοριών για μια εντολή και τα ορίσματά της
 - π.χ. help clc: εμφάνιση βοήθειας για την εντολή clc

```
>> help clc
'clc' is a built-in function from the file libinterp/corefcn/sysdep.cc

-- clc ()
-- home ()
    Clear the terminal screen and move the cursor to the upper left
    corner.

Additional help for built-in functions and operators is
available in the online version of the manual. Use the command
'doc <topic>' to search the manual index.

Help and information about Octave is also available on the WWW
at http://www.octave.org and via the help@octave.org
mailing list.
```

Μεταβλητές

- Κανόνες ονοματολογίας:
 - συνδυασμός χαρακτήρων, ψηφίων και underscores
 - δεν πρέπει να ξεκινούν με ψηφίο
 - το Octave είναι case-sensitive γλώσσα
- Ανάθεση τιμής σε μεταβλητή:
 - **χωρίς ερωτηματικό:** εμφανίζεται το αποτέλεσμα στο command window
 - **με ερωτηματικό:** εκτελείται η εντολή χωρίς να εμφανιστεί το αποτέλεσμα

```
Command Window
>> x = 5
x = 5
>>
>>
>> x=5;
>> |
```

- Σε καθεμία από τις δύο περιπτώσεις, το workspace ενημερώνεται αντίστοιχα

Name	Class	Dimensions	Value	Attribute
x	double	1x1	5	

ονομασία τύπος διάσταση τιμή

Μεταβλητή ans

- **Μεταβλητή ans:** όταν δε γίνεται ανάθεση μιας τιμής σε κάποια μεταβλητή, το αποτέλεσμα αποθηκεύεται στη μεταβλητή ans:

```
Command Window
>> 100
ans = 100
>> |
```

- **Ενημέρωση του workspace:** η μεταβλητή ans περιλαμβάνεται πλέον στο workspace:

Workspace				
Filter <input type="checkbox"/> 				
Name	Class	Dimensions	Value	Attribute
ans	double	1x1	100	

- **Χρήση της ans:** η μεταβλητή ans μπορεί να χρησιμοποιηθεί κανονικά σε πράξεις, όπως και οι υπόλοιπες μεταβλητές.

```
>> ans = ans + 100
ans = 200
>> |
```


Βασικές πράξεις

- **Πρόσθεση:** τελεστής +
- **Αφαίρεση:** τελεστής −
- **Πολλαπλασιασμός:** τελεστής *
- **Διαίρεση:** τελεστής /
- **Ύψωση σε δύναμη:** τελεστής ^

Πίνακες (I) – πίνακες διανύσματα

- **Βασική δομική μονάδα του Octave:** ένας πίνακας περιγράφεται από δύο διαστάσεις, $M \times N$, όπου M είναι ο αριθμός των γραμμών και N είναι ο αριθμός των στηλών.
- **Ορισμός πίνακα γραμμής:** τα στοιχεία του πίνακα δίνονται χωρισμένα με κόμματα. Η διάσταση του πίνακα είναι της μορφής $1 \times N$. Για παράδειγμα, για να ορίσουμε έναν πίνακα γραμμή με 5 στοιχεία:

```
Command Window
>> A = [1, 2, 3, 4, 5]
A =

     1     2     3     4     5

>> |
```

Workspace				
Filter <input type="checkbox"/>				
Name	Class	Dimensions	Value	Attribute
A	double	1x5	[1, 2, 3, 4, 5]	

- **Ορισμός πίνακα στήλης:** τα στοιχεία του πίνακα δίνονται χωρισμένα με ερωτηματικά. Η διάσταση του πίνακα είναι της μορφής $M \times 1$. Για παράδειγμα, για να ορίσουμε έναν πίνακα στήλη με 5 στοιχεία:

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

     1
     2
     3
     4
     5
```

Workspace				
Filter <input type="checkbox"/>				
Name	Class	Dimensions	Value	Attribute
A	double	5x1	[1; 2; 3; 4; 5]	

- Οι πίνακες γραμμή και οι πίνακες στήλη ονομάζονται και **διανύσματα**.
- Μία μεταβλητή είναι ταυτόχρονα πίνακας γραμμή και στήλη και έχει διάσταση **1 x 1**.

Πίνακες (II) – πίνακες 2 διαστάσεων

- Ορισμός πίνακα δύο διαστάσεων:** συνδυασμός του τρόπου που ορίζουμε έναν πίνακα γραμμή και έναν πίνακα στήλη. Παρακάτω, δίνεται ένα παράδειγμα ορισμού ενός πίνακα διαστάσεων 3 x 3 και ένα παράδειγμα ορισμού ενός πίνακα διαστάσεων 3 x 5:

```
Command Window
>> A = [1,2,3;
        4,5,6;
        7,8,9]
A =
     1     2     3
     4     5     6
     7     8     9
```

Workspace				
Filter <input type="checkbox"/>				
Name	Class	Dimensions	Value	Attributes
A	double	3x3	[1, 2, 3; 4, 5, 6; 7, 8, 9]	

```
Command Window
>> B = [1,2,3,4,5;6,7,8,9,10;11,12,13,14,15]
B =
     1     2     3     4     5
     6     7     8     9    10
    11    12    13    14    15
```

Workspace				
Filter <input type="checkbox"/>				
Name	Class	Dimensions	Value	Attributes
B	double	3x5	[1, 2, 3, 4, 5; 6, 7, 8, ...]	

Πίνακες (III)-πρόσβαση στα στοιχεία πίνακα

- **Δείκτες πινάκων:** στο Octave, οι δείκτες των πινάκων ξεκινούν από το 1.
- **Πρόσβαση στα στοιχεία πινάκων:** γίνεται με παρενθέσεις και τους δείκτες των στοιχείων.
 - πρόσβαση σε πίνακα γραμμή ή στήλη:

```
Command Window
>> A = [1,2,3,4,5]
A =

     1     2     3     4     5

>> A(3)
ans = 3
```

- πρόσβαση σε πίνακα 2 διαστάσεων:

```
Command Window
>> B
B =

     1     2     3     4     5
     6     7     8     9    10
    11    12    13    14    15

>> B(2,3)
ans = 8
```

- πρόσβαση σε πολλά στοιχεία: πραγματοποιείται ως εξής:

```
Command Window
>> A(2:4)
ans =

     2     3     4

>> |
```

```
Command Window
>> B(:,2)
ans =

     2
     7
    12
```

Πίνακες (IV) – βασικές πράξεις

- Πρόσθεση και αφαίρεση πινάκων: γίνεται με τον τελεστή + και –

```
Command Window
>> A = [1,2;3,4;5,6];
>> B = [7,8;9,10;11,12];
>> A + B
ans =

     8     10
    12     14
    16     18
```

```
Command Window
>> A = [1,2;3,4;5,6];
>> B = [7,8;9,10;11,12];
>> A - B
ans =

    -6    -6
    -6    -6
    -6    -6
```

- Πολλαπλασιασμός πινάκων (από γραμμική άλγεβρα): γίνεται με τον τελεστή * και δεν πραγματοποιείται όταν οι διαστάσεις των πινάκων είναι ακατάλληλες.

```
Command Window
>> A = [1,2;3,4;5,6]
A =

     1     2     3
     4     5     6

>> B = [1,2;3,4;5,6]
B =

     1     2
     3     4
     5     6
```



```
Command Window
>> A * B
ans =

    22    28
    49    64

>> |
```

ενώ

```
Command Window
>> A = [1,2;3,4;5,6];
>> B = [7,8;9,10;11,12];
>> A * B
error: operator *: nonconformant arguments (op1 is 3x2, op2 is 3x2)
>> |
```

Πίνακες (V) – bitwise πολλαπλασιασμός

- Πολλαπλασιασμός στοιχείων πίνακα στοιχείο προς στοιχείο (bitwise):
Χρησιμοποιείται ο τελεστής `.*`

```
Command Window
>> A = [1,2,3;4,5,6]
A =

     1     2     3
     4     5     6

>> B = [1,2,3;4,5,6]
B =

     1     2     3
     4     5     6

>> A .* B
ans =

     1     4     9
    16    25    36
```

- Διαίρεση στοιχείων πίνακα στοιχείο προς στοιχείο: χρησιμοποιείται ο τελεστής `./`
- Ύψωση στοιχείων πίνακα στο τετράγωνο: χρησιμοποιείται ο τελεστής `.^`
Αντίθετα: ο τελεστής `^` χρησιμοποιείται για τον πολλαπλασιασμό πίνακα με τον εαυτό του

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

     1     2
     3     4
```

```
>> A .^ 2
ans =

     1     4
     9    16
```

```
>> A^2
ans =

     7    10
    15    22
```

Πίνακες (VI) – χρήσιμες εντολές

- **length():** επιστρέφει τη μεγαλύτερη διάσταση του πίνακα

```
>> A = [1,2,3;4,5,6];  
>> length(A)  
ans = 3
```

- **size():** επιστρέφει τις διαστάσεις ενός πίνακα

```
>> A = [1,2,3;4,5,6];  
>> size(A)  
ans =  
  
2 3
```

- **ones():** δημιουργεί έναν πίνακα M x N με μονάδες

```
>> ones(3,4)  
ans =  
  
1 1 1 1  
1 1 1 1  
1 1 1 1
```

- **zeros():** δημιουργεί έναν πίνακα M x N με μηδενικά

```
>> zeros(3,4)  
ans =  
  
0 0 0 0  
0 0 0 0  
0 0 0 0
```

- **sum():** πρόσθεση στοιχείων πίνακα

```
>> A = [1,2,3;4,5,6]  
A =  
  
1 2 3  
4 5 6  
>> |
```

```
>> sum(A)  
ans =  
  
5 7 9  
  
>> sum(sum(A))  
ans = 21
```

Έλεγχος ροής - Επανάληψη


- **Συνθήκη ελέγχου ροής if_else_endif:** υπό όρους εκτέλεση του προγράμματος. Επιτρέπονται και nested συνθήκες.

```
if (expression)
    group_of_statements_1
elseif (expression)
    group_of_statements_2
.....
else
    group_of_statements_3
endif
```

```
1 x = 5;
2 if(x>0)
3     display("Hello");
4 elseif (x == 0)
5     display("World");
6 else
7     display("!!!!!!");
8 endif
```

- **Συνθήκη επανάληψης for_endfor:** επανάληψη κώδικα. Επιτρέπονται και nested συνθήκες.

```
1 for i=1:10
2     display(i)
3 endfor
```



```
i = 1
i = 2
i = 3
i = 4
i = 5
i = 6
i = 7
i = 8
i = 9
i = 10
```


Ορισμός συναρτήσεων

- Μία συνάρτηση στο Octave μπορεί να οριστεί ως εξής:

function μεταβλητές_για_αποτελέσματα = όνομα (παράμετροι)

....

endfunction

Μία συνάρτηση που επιστρέφει το διπλάσιο του ορίσματος που δέχεται είναι η παρακάτω:

```
1 function y = doubling(x)
2     y = 2*x;
3 endfunction
```

```
>> doubling(4)
ans = 8
>> |
```

Μία συνάρτηση που δέχεται έναν αριθμό και επιστρέφει το τετράγωνο και τον κύβο του είναι η παρακάτω:

```
1 function [square,cube] = squaring_and_cubing(x)
2     square = x*x;
3     cube = x*x*x;
4 endfunction
```

```
>> [square,cube] = squaring_and_cubing(4)
square = 16
cube = 64
>> |
```

Γραφικές παραστάσεις (I)

- **Μέσα από ένα παράδειγμα:**

Να σχεδιάσετε, σε κοινό διάγραμμα αξόνων, τη συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας των κατανομών Βήτα με παραμέτρους $\alpha=1, \beta=3$ και $\alpha=1, \beta=5$. Να φροντίσετε η πρώτη σ.π.π να έχει χρώμα κόκκινο και η δεύτερη να έχει χρώμα μπλε. Να τοποθετήσετε τίτλο στο γράφημα, υπόμνημα και περιγραφές στον οριζόντιο και στον κατακόρυφο άξονα.

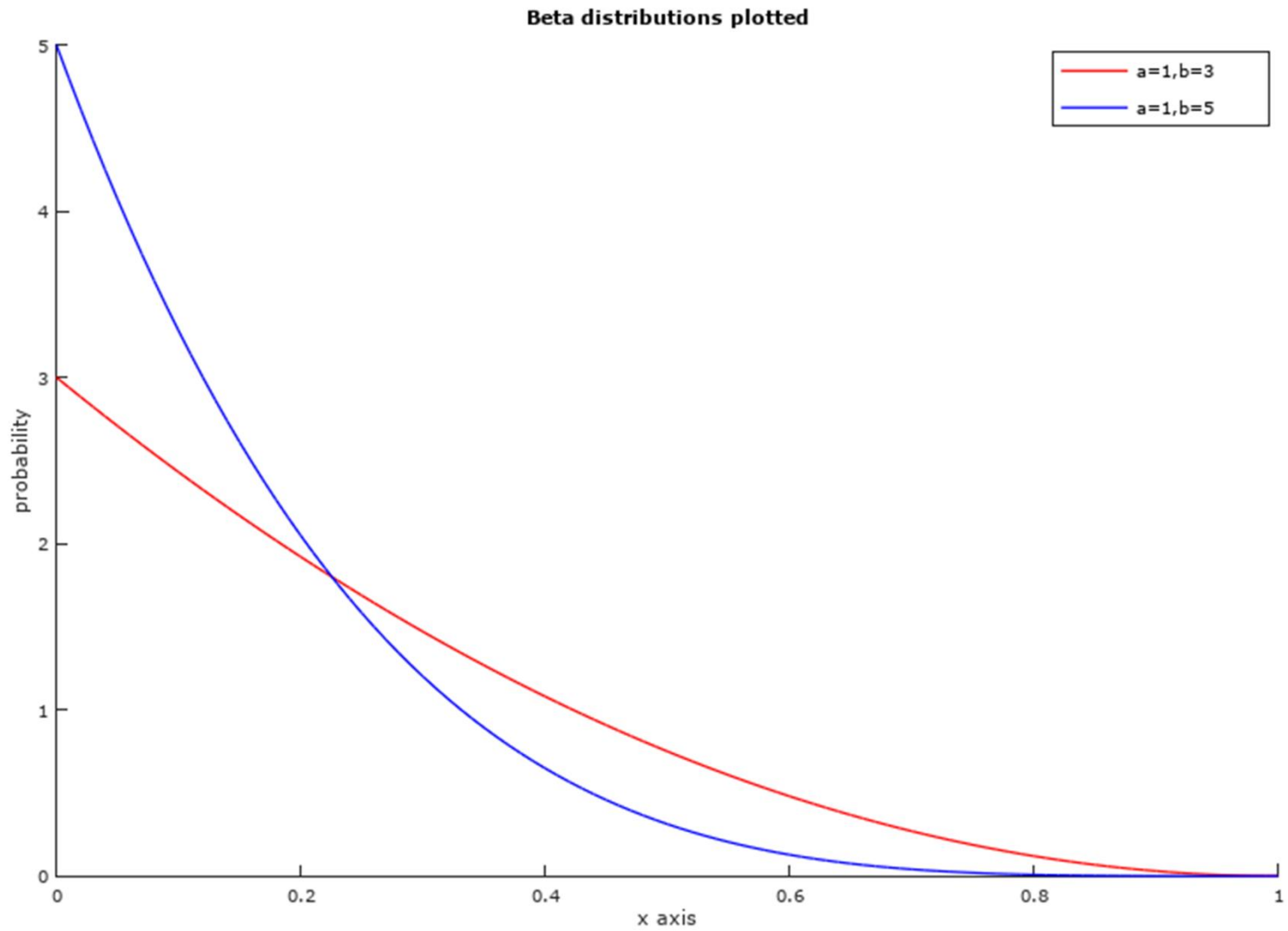
Γραφικές παραστάσεις (II)

```
clc;                                     # clear command window
clear all;                               # clear workspace
close all;                               # clear figures

x=0:0.01:1;                               # define an array from 0 to 1 with step 0.01
beta1 = betapdf(x,1,3);                  # beta distribution
beta2 = betapdf(x,1,5);

figure(1);                               # open a new figure with id 1
hold on;                                 # to plot two distributions on the same figure
plot(x,beta1,"r","linewidth",1.3);      # "r" for red and width of line 1.3
plot(x,beta2,"b","linewidth",1.3);      # "b" for blue
hold off;                                # stop plotting on the same figure
title("Beta distributions plotted");      # provide a title for the figure
xlabel("x axis");                         # text for the horizontal axis
ylabel("probability");                    # text for the vertical axis
legend("a=1,b=3","a=1,b=5");              # put a legend on the figure
```

Γραφικές παραστάσεις (III)



Ασκήσεις για εξάσκηση (1)

- 1) Να αρχικοποιήσετε έναν πίνακα διαστάσεων 100×100 με τυχαίους αριθμούς ομοιόμορφα καταναμημένους στο διάστημα $[0, +1]$.
- α) Να εκτυπώσετε τους αριθμούς που βρίσκονται από την 45^η έως την 49^η γραμμή του πίνακα και ανάμεσα στην 34^η και την 37^η στήλη του πίνακα.
- β) Να υπολογίσετε το πλήθος των αριθμών που είναι μεγαλύτεροι από 0.5
- γ) Να υπολογίσετε το άθροισμα των στοιχείων του πίνακα.
- δ) Να υπολογίσετε το μέσο όρο των στοιχείων του πίνακα.

- 2) Να επιλύσετε το παρακάτω σύστημα:

$$\begin{cases} 2x + 7y + 3z = 5 \\ 4x - 5y - z = 10 \\ 2x - 4y + z = -1 \end{cases}$$

- 3) Να ορίσετε μία συνάρτηση που να δέχεται ως όρισμα δύο πίνακες A, B και να επιστρέφει το άθροισμα: $\sum_{i,j} A(i,j) * B(i,j)$, δηλαδή το άθροισμα των γινομένων των στοιχείων που βρίσκονται σε αντίστοιχες θέσεις στους δύο πίνακες.

Ασκήσεις για εξάσκηση (2)

4) Να σχεδιάσετε σε κοινό διάγραμμα τις κανονικές κατανομές με παραμέτρους $\mu = 0, \sigma^2 = 1$ και $\mu = 0, \sigma^2 = 2$.

5) Να σχεδιάσετε στο ίδιο παράθυρο του Octave, αλλά σε διαφορετικά συστήματα αξόνων τις συναρτήσεις (i) $f(x) = \sin(x)$, (ii) $f(x) = \cos(x)$, (iii) $f(x) = \sin(2x)$ και (iv) $f(x) = \cos(2x)$ για τιμές του x από $-\pi$ έως $+\pi$.

6) Να ορίσετε τη συνάρτηση powers, η οποία θα υπολογίζει και θα επιστρέφει τη δεύτερη, τρίτη, τέταρτη και πέμπτη δύναμη ενός αριθμού x .

Ασκήσεις για εξάσκηση (λύση της 1)

```
1  clc;
2  clear all;
3  close all;
4
5  A = rand(100);
6  # a erotima
7  A(45:49,34:37)
8  # b erotima
9  number = 0;
10 for i=1:size(A,1)
11     for j=1:size(A,2)
12         if A(i,j)>0.5
13             number = number + 1;
14         endif
15     endfor
16 endfor
17 number
18 # c erotima
19 total = sum(sum(A));
20 total
21 # d erotima
22 average = total/(size(A,1)*size(A,2));
23 average
24
```

Ασκήσεις για εξάσκηση (λύση των 2 και 3)

```
1 clc;  
2 clear all;  
3 close all;  
4 A = [2,7,3;4,-5,-1;2,-4,1];  
5 b = [5;10;-1];  
6 x = inv(A)*b;  
7 x
```

```
1 function summation = func(A,B)  
2     summation = sum(A.*B);  
3 endfunction
```


Ασκήσεις για εξάσκηση (λύση της 4)

```
1  clc;  
2  clear all;  
3  close all;  
4  
5  x = -5:0.1:5;  
6  norm1 = normpdf(x,0,1);  
7  norm2 = normpdf(x,0,2);  
8  
9  figure(1);  
10 hold on;  
11  
12 plot(x,norm1,'r','linewidth',1.3);  
13 plot(x,norm2,'b','linewidth',1.3);  
14  
15 hold off;
```

Ασκήσεις για εξάσκηση (λύση της 5)

```
interval = -pi:0.0001:pi;

hmit = sin(interval);
syn = cos(interval);
hmit_x2 = sin(2 * interval);
syn_x2 = cos(2 * interval);

subplot(2, 2, 1);
plot(interval, hmit, "linewidth", 2.5, "b");
title("f(x) = sin(x)", "fontsize", 20);
subplot(2, 2, 2);
plot(interval, syn, "linewidth", 2.5, "r");
title("f(x) = cos(x)", "fontsize", 20);
subplot(2, 2, 3);
plot(interval, hmit_x2, "linewidth", 2.5, "g");
title("f(x) = sin(2x)", "fontsize", 20);
subplot(2, 2, 4);
plot(interval, syn_x2, "linewidth", 2.5, "m");
title("f(x) = cos(2x)", "fontsize", 20);
```

Ασκήσεις για εξάσκηση (λύση της 6)

```
function [square, cube, quad, cinq] = powers(x)
    square = x .^ 2;
    cube = x .^ 3;
    quad = x .^ 4;
    cinq = x .^ 5;
endfunction
```

```
>> [square] = powers(5)
square = 25
>> [square, cube] = powers(5)
square = 25
cube = 125
>> [square, cube, quad] = powers(5)
square = 25
cube = 125
quad = 625
>> [square, cube, quad, cinq] = powers(5)
square = 25
cube = 125
quad = 625
cinq = 3125
```

Περισσότερες πληροφορίες

- **Περισσότερα για κατανομές:**

<https://www.gnu.org/software/octave/doc/v4.2.0/Distributions.html>

- **Περισσότερα για 2D γραφικές παραστάσεις:**

https://www.gnu.org/software/octave/doc/v4.0.0/Two_002dDimensional-Plots.html#Two_002dDimensional-Plots

- **Στο tutorial αυτό επικεντρωθήκαμε σε πίνακες μέχρι 2 διαστάσεις. Στο Octave μπορούν να οριστούν πίνακες μεγαλύτερων διαστάσεων. Για περισσότερες πληροφορίες:**

<https://octave.org/doc/v4.2.2/Advanced-Indexing.html>