

Εισαγωγή στη Matlab

Εισαγωγή στην Αριθμητική Ανάλυση

Διδάσκων: Γεώργιος Ακρίβης

Βοηθός: Δημήτριος Ζαβαντής

email: dzavanti@cs.uoi.gr



Περιεχόμενα

- Τι είναι η Matlab;
- Ιστορικά
- Χρήσεις και στοιχεία της Matlab
- Γραφικό περιβάλλον
- Variables, array, matrix, indexing
- Βασικές Πράξεις
- Έτοιμες Συναρτήσεις
- Γραφικές Απεικονίσεις και Παραστάσεις



Τι είναι η Matlab;

- Προέρχεται από τις λέξεις **Matrix Laboratory**
- Problem Solving Environment (PSE)
- Υψηλή επίδοση
- Ευρύτητα εφαρμογών
- Ευκολία διατύπωσης
- Cross platform (Windows, Unix, Mac)



Ιστορικά

- Δεκαετία του '70 ο Cleve Moler γράφει την πρώτη έκδοση Fortran
- Αρχικά είχε εκπαιδευτική χρήση
- Εμπορική γίνεται το 1984, Mathworks
- Η σημερινή μορφή είναι γραμμένη σε C και JAVA



Χρήσεις της Matlab

- Υλοποίηση Αλγορίθμων
- Αριθμητική Ανάλυση
- Γραμμική Άλγεβρα
- Επίλυση Διαφορικών Εξισώσεων
- Επεξεργασία σημάτων
- κ.α.



Στοιχεία της Matlab

- Βασική δομή ο πίνακας
- Οικογένεια toolboxes (συλλογές εξειδικευμένων συναρτήσεων)
 - Statistics Toolbox
 - PDE Toolbox
 - Image Processing Toolbox

http://www.mathworks.com/products/product_listing/index.html



Γραφικό Περιβάλλον

The image shows the MATLAB R2014a graphical user interface. The interface is divided into several main sections:

- Current Directory και στοιχεία του φακέλου:** A red callout box points to the file explorer on the left side of the interface, which displays the contents of the current folder (C:\Program Files\MATLAB\R2014a\bin).
- Editor:** A green callout box points to the central workspace where code is written and edited.
- Workspace:** A blue callout box points to the workspace window on the right side, which displays the current workspace variables.
- Command Window:** An orange callout box points to the command window at the bottom of the interface, which is used for executing MATLAB commands.

The interface also includes a menu bar (HOME, PLOTS, APPS, EDITOR, PUBLISH, VIEW), a toolbar with various icons, and a status bar at the bottom showing the current file (script) and line/column numbers (Ln 1, Col 1).



Matlab Desktop

- Παράθυρο εντολών (**Command Window**) για να εισάγουμε, εκτελέσουμε και να δούμε τα αποτελέσματα των εντολών.
 - ✓ Χρησιμοποιούμε τα πλήκτρα ↑↓ για να εμφανιστεί μία προηγούμενη εντολή
- Ιστορικό εντολών (**Command History**) μας εμφανίζει τις πιο πρόσφατες εντολές που έχουμε εισάγει στο Command Window.
- Χώρος εργασίας (**Workspace**) μας δείχνει πληροφορίες για τις μεταβλητές που έχουμε δηλώσει.
 - ✓ Το Matlab θυμάται παλαιότερες τιμές και μεταβλητές
 - ✓ clear διαγράφει όλες τις μεταβλητές από το χώρο εργασίας (Workspace)
 - ✓ clc καθαρίζει το Command Window, δεν διαγράφει μεταβλητές



Variables

- Χωρίς χρήση τύπων
- Όλες οι μεταβλητές δημιουργούνται υπό τη μορφή double (εκτός ειδικών περιπτώσεων) και είναι **πίνακες**
- π.χ. 2 πίνακες (1 × 1)

```
int a;  
double b;  
float c;
```

```
>> x = 8;  
>> x1 = -3;
```



Array, Matrix

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$x = [1\ 2\ 3\ 4]$	$x =$ 1 2 3 4	Vector διάστασης 1×4
$x = [1\ 2\ 3; 4\ 5\ 6; 7\ 8\ 9]$	$x =$ 1 2 3 4 5 6 7 8 9	Πίνακας 3×3
$y = x'$	$y =$ 1 2 3 4	Ανάστροφος του x



Array, Matrix

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$i = 1 : 10$	$i =$ 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10	Πίνακας 1×10
$j = 1 : -0.25 : -1$	$j =$ 1 0.75 0.5 0.25 0 - 0.25 - 0.5 - 0.75 - 1	Πίνακας με βήμα -0.25
$A = [1 : 4; 5 : 8]$	$A =$ 1 2 3 4 5 6 7 8	Πίνακας 2 γραμμών



Έτοιμα διανύσματα από συναρτήσεις

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
rand(2)	ans= 0.9312 0.8234 0.2316 0.0185	Ομοιόμορφα κατανεμημένες τιμές
rand(2, 3)	ans= 0.9058 0.9134 0.0975 0.8147 0.1270 0.6324	
zeros(2)	ans = 0 0	Μηδενικός πίνακας
ones(2)	ans = 1 1 1 1	
eye(2)	ans = 1 0 0 1	Ταυτοτικός πίνακας



Πληροφορίες πινάκων

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
<code>a = zeros(2,4);</code> <code>[m,n] = size(a)</code>	<code>ans =</code> <code>m = 2</code> <code>n = 4</code>	m -> ο αριθμός των γραμμών n -> ο αριθμός των στηλών
<code>b = zeros(1,5);</code> <code>length(b)</code>	<code>ans =</code> <code>5</code>	<code>max(size(b))</code>
<code>a = rand(2)</code> <code>numel(a)</code>	<code>a =</code> <code>0.8147 0.1270</code> <code>0.9058 0.9134</code> <code>ans =</code> <code>4</code>	Πλήθος στοιχείων του πίνακα



Δείκτες Στοιχείων

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$A = [2 \ 4; 7 \ 1; 6 \ 5]$ $A(1,2)$	$A =$ 2 4 7 1 6 5 $ans =$ 4	Επιστρέφει το στοιχείο που ανήκει στην πρώτη γραμμή και δεύτερη στήλη.
$A(2,1) = 3$	$A =$ 2 4 3 1 6 5	Θέτει ως τιμή του στοιχείου 2,1 την τιμή 3
$A(2, :)$	$ans =$ 3 1	Επιστρέφει ως διάνυσμα γραμμή τη 2-η γραμμή του A.

Προσοχή!!!
 Οι δείκτες των πινάκων ξεκινούν πάντα από 1 και πρέπει να είναι θετικοί αριθμοί.

$a(-2)$, $a(0)$

Error: ???
 Subscript indices must either be real positive integers or logicals.



Δείκτες Στοιχείων

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$A(:, 1)$	$ans =$ 2 7 6	Επιστρέφει ως διάνυσμα στήλη τη 1-η στήλη του A
$B = [1:5; 2:6]$ $B(1:2, end - 1:end)$	$B =$ 1 2 3 4 5 2 3 4 5 6 $ans =$ 4 5 5 6	Επιστρέφει ένα πίνακα με τα 4 στοιχεία των 2 πρώτων γραμμών και των 2 τελευταίων στηλών
$B(:, 2:4) = []$	$B =$ 1 5 2 6	Διαγράφει τη 2η, 3η και 4η στήλη, εμφανίζει το νέο πίνακα.



Συνένωση (concatenation) πινάκων με το σύμβολο []

$$x = [1 \ 2], y = [4 \ 5], z = [0 \ 0]$$

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$A = [x \ y]$	$A =$ $1 \ 2 \ 4 \ 5$	Συνένωση σε γραμμή (horizontal cat)
$B = [x ; y]$	$B =$ $1 \ 2$ $4 \ 5$	Συνένωση σε στήλη (vertical cat)
$C = [x \ y ; z]$		Error: ??? Error using ==> vertcat CAT arguments dimensions are not consistent.



Βασικές Πράξεις

Έστω πως έχουμε τους πίνακες τότε :

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

A =

1	2	3
4	5	6
7	8	9

```
>> B = [3 5 2; 5 2 8; 3 6 9]
```

B =

3	5	2
5	2	8
3	6	9

Άθροισμα

```
>> X = A + B
```

X =

4	7	5
9	7	14
10	14	18

Αφαίρεση

```
>> Y = A - B
```

Y =

-2	-3	1
-1	3	-2
4	2	0

Πολλαπλασιασμός

```
>> Z = A * B
```

Z =

22	27	45
55	66	102
88	105	159



Βασικές Πράξεις ανά στοιχείο

- Υπάρχει η δυνατότητα μία πράξη όπως είναι ο πολλαπλασιασμός ή η διαίρεση να γίνεται κατά τα στοιχεία του πίνακα ένα προς ένα αρκεί πριν από το σύμβολο της πράξης να υπάρχει η τελεία.

```
A = [1 2 3; 5 1 4; 3 2 -1]
```

```
A =
```

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

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

```
x =
```

```
1 2 3
```

```
y = A(3 ,:)
```

```
y =
```

```
3 4 -1
```

```
b = x .* y
```

```
b =
```

```
3 8 -3
```

```
c = x ./ y
```

```
c =
```

```
0.33 0.5 -3
```

```
d = x.^2
```

```
d =
```

```
1 4 9
```



Συναρτήσεις Πινάκων

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
$k = [16 \ 2 \ 3; 5 \ 11 \ 10; 9 \ 7 \ 6]$	$k = \begin{matrix} 16 & 2 & 3 \\ 5 & 11 & 10 \\ 9 & 7 & 6 \end{matrix}$	
$eig(k)$	$Ans = 22.4319, 11.1136, -0.5455$	Ιδιοτιμές
$rank(k)$	$ans = 3$	Τάξη
$det(k)$	$ans = -136$	Ορίζουσα
$inv(k)$	$ans = \begin{matrix} 0.0294 & -0.0662 & 0.0956 \\ -0.4412 & -0.5074 & 1.0662 \\ 0.4706 & 0.6912 & -1.2206 \end{matrix}$	Αντίστροφος
$[vec, val] = eig(k)$	$vec = \begin{matrix} -0.4712 & -0.4975 & -0.0621 \\ -0.6884 & 0.8282 & -0.6379 \\ -0.5514 & 0.2581 & 0.7676 \end{matrix}$ $val = \begin{matrix} 22.4319 & 0 & 0 \\ 0 & 11.1136 & 0 \\ 0 & 0 & -0.5455 \end{matrix}$	Ιδιοδιανύσματα, Ιδιοτιμές



Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης

- Η Matlab περιέχει πολλές έτοιμες συναρτήσεις βιβλιοθήκης. Μερικές από αυτές περιγράφονται στον παρακάτω πίνακα.

Όνομα συνάρτησης	Είδος - Περιγραφή
$\max(A)$	Αν το A είναι πίνακας, επιστρέφει το διάνυσμα-γραμμή του οποίου κάθε στοιχείο ισούται με το μέγιστο από τα στοιχεία της στήλης που ανήκει. Αν το A είναι διάνυσμα (στήλη ή γραμμή), επιστρέφει το μέγιστο αριθμό.
$\max(A, [], 1)$	Αν το A είναι πίνακας, επιστρέφει το διάνυσμα-γραμμή του οποίου κάθε στοιχείο ισούται με το μέγιστο από τα στοιχεία της στήλης που ανήκει.
$\max(A, [], 2)$	Αν το A είναι πίνακας, επιστρέφει το διάνυσμα-στήλη του οποίου κάθε στοιχείο ισούται με το μέγιστο από τα στοιχεία της γραμμής που ανήκει.
$\min(A)$	Ίδια σύνταξη με το \max , αλλά επιστρέφει τα ελάχιστα.
$\text{sum}(A)$	Αν το A είναι πίνακας, επιστρέφει το διάνυσμα-γραμμή του οποίου κάθε στοιχείο ισούται με το άθροισμα των στοιχείων της στήλης που ανήκει. Αν το A είναι διάνυσμα (στήλη ή γραμμή), επιστρέφει το άθροισμα όλων των στοιχείων.
$\text{prod}(A)$	Ίδια σύνταξη με το sum , αλλά επιστρέφει τα γινόμενα.



Συναρτήσεις Βιβλιοθήκης

Όνομα συνάρτησης	Είδος - Περιγραφή
mean	Μέσος όρος
median	Διάμεσος
std	Τυπική απόκλιση
var	Διακύμανση
sort	Ταξινομεί τα στοιχεία σε αύξουσα σειρά
hist	Ιστόγραμμα
cumsum	Αθροιστική συνάρτηση

Τριγωνομετρικές Συναρτήσεις		Βασικές Μαθηματικές Συναρτήσεις	
sin	Ημίτονο	abs	Απόλυτη τιμή ή πλάτος μιγαδικού
cos	Συνημίτονο	angle	Γωνία φάσης
tan	Εφαπτόμενη	sqrt	Τετραγωνική ρίζα
asin	Τόξο ημιτόνου	real	Πραγματικό μέρος
acos	Τόξο συνημίτονου	imag	Φανταστικό μέρος
atan	Τόξο εφαπτομένης	conj	Συζυγής Μιγαδικός
atan2	Four quadrant arctangent	round	Στρογγυλ. πλησιέστερο ακέραιο
sinh	Υπερβολικό ημίτονο	fix	Στρογγυλοποίηση προς το μηδέν
cosh	Υπερβολικό συνημίτονο	floor	Στρογγυλοποίηση προς $-\infty$
tanh	Υπερβολική εφαπτομένη	ceil	Στρογγυλοποίηση προς $+\infty$
asinh	Υπερβολικό τόξο ημιτόνου	sign	Επιστρέφει το πρόσημο μιας τιμής
acosh	Υπερβολικό τόξο συνημίτονου	rem	Επιστρέφει το υπόλοιπο
atanh	Υπερβολικό τόξο εφαπτομένης	exp	Εκθετική ύψωση
		log	Φυσικός λογάριθμος
		log10	Λογάριθμος με βάση 10



Πολυωνυμικές Πράξεις

Είσοδος	Έξοδος	Σχόλια
<code>polyval([1 0 -2 12],1.5)</code>	<code>ans =</code> 12.3750	Βρίσκει την τιμή του πολυωνύμου $x^3 - 2x + 12 = 0$ για $x = 1.5$.
<code>roots([1 0 -2 12])</code>	<code>ans =</code> -2.5792 + 0.0000i 1.2896 + 1.7290i 1.2896 - 1.7290i	Βρίσκει όλες τις ρίζες πραγματικές και μιγαδικές του πολυωνύμου.
<code>poly([0 -1 2])</code>	<code>ans =</code> 1 -1 -2 0	Επιστρέφει το πολυώνυμο με ρίζες τα στοιχεία του ορίσματος (το πολυώνυμο επιστρέφεται σε μορφή διανύσματος των συντελεστών).



Γραφικές απεικονίσεις

```
>> x1 = 5;
```

```
>> y1 = 7;
```

```
>> plot(x1, y1, '*')
```

% Σχεδιασμός σημείων (x1,y1)

```
>> grid on
```

% Προσθήκη κύριων γραμμών στο διάγραμμα

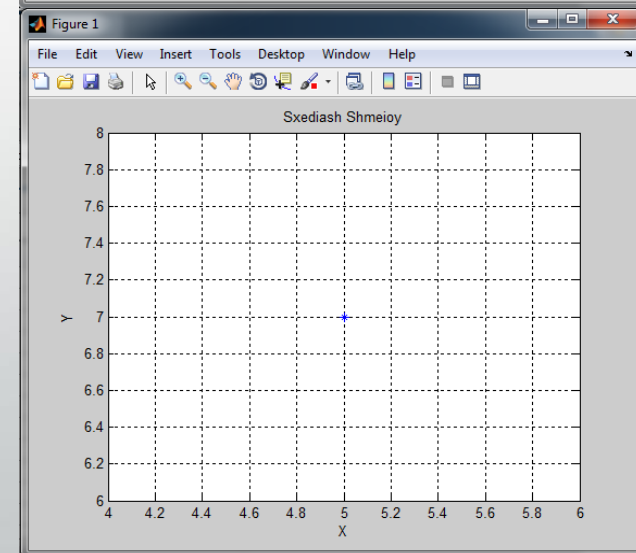
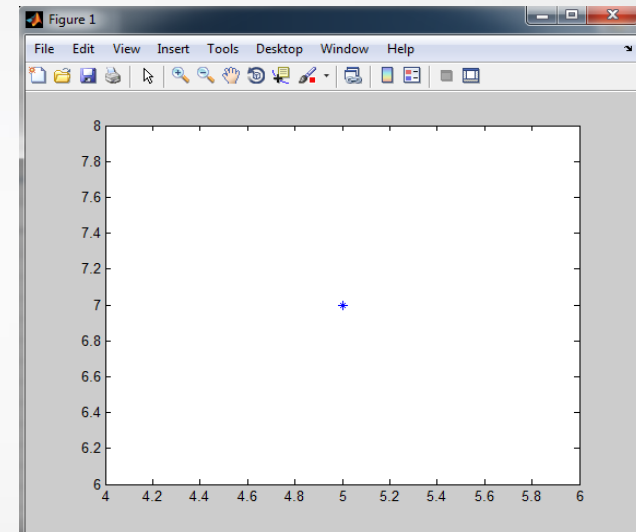
```
>> title('Sxediash Shmeioy')
```

% Προσθήκη τίτλου

```
>> xlabel('X')
```

```
>> ylabel('Y')
```

% Προσθήκη τίτλων στους άξονες σχεδίασης



Γραφικές απεικονίσεις

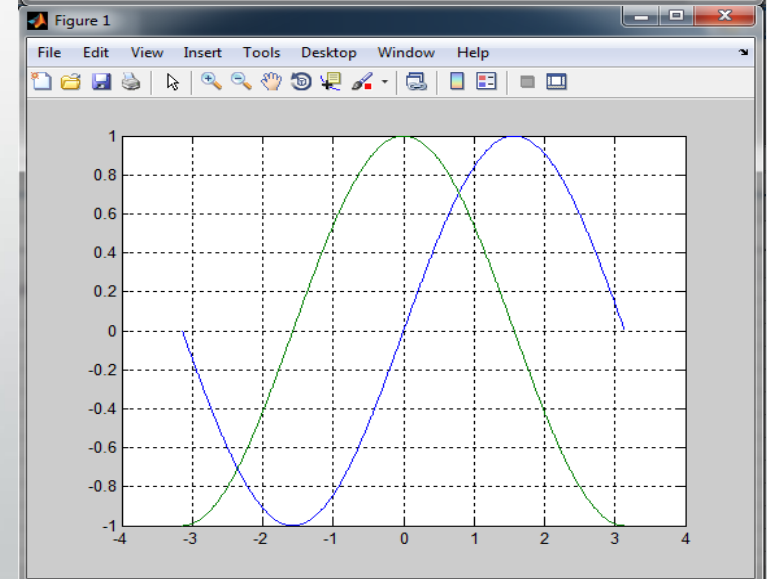
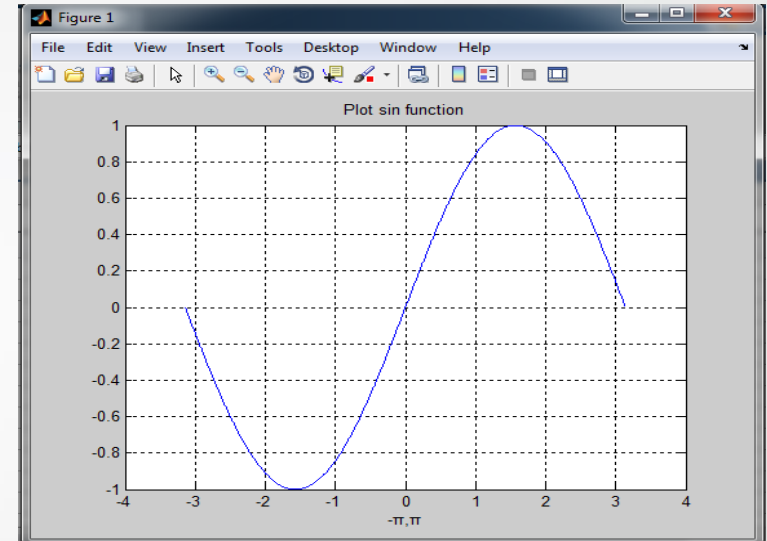
```
x = -pi:0.01:pi;  
plot(x, sin(x)), grid on title('Plot sin function');  
xlabel('-π, π');
```

1ος τρόπος

```
x = -pi:0.01:pi;  
Y=sin(x);  
A=sin(x + pi/2);  
plot(x, Y);  
hold on;  
plot(x, A);  
hold off;  
grid on;
```

2ος τρόπος

```
x = -pi:0.01:pi;  
Y=sin(x);  
A=sin(x+pi/2);  
plot(x,Y,x,A);  
grid on
```



Γραφικές απεικονίσεις

- Με την εντολή `subplot(m n p)` χωρίζουμε ένα γράφημα σε $m \times n$ θέσεις και επιλέγουμε κάθε φορά την p θέση για να τοποθετήσουμε το τρέχον `plot`

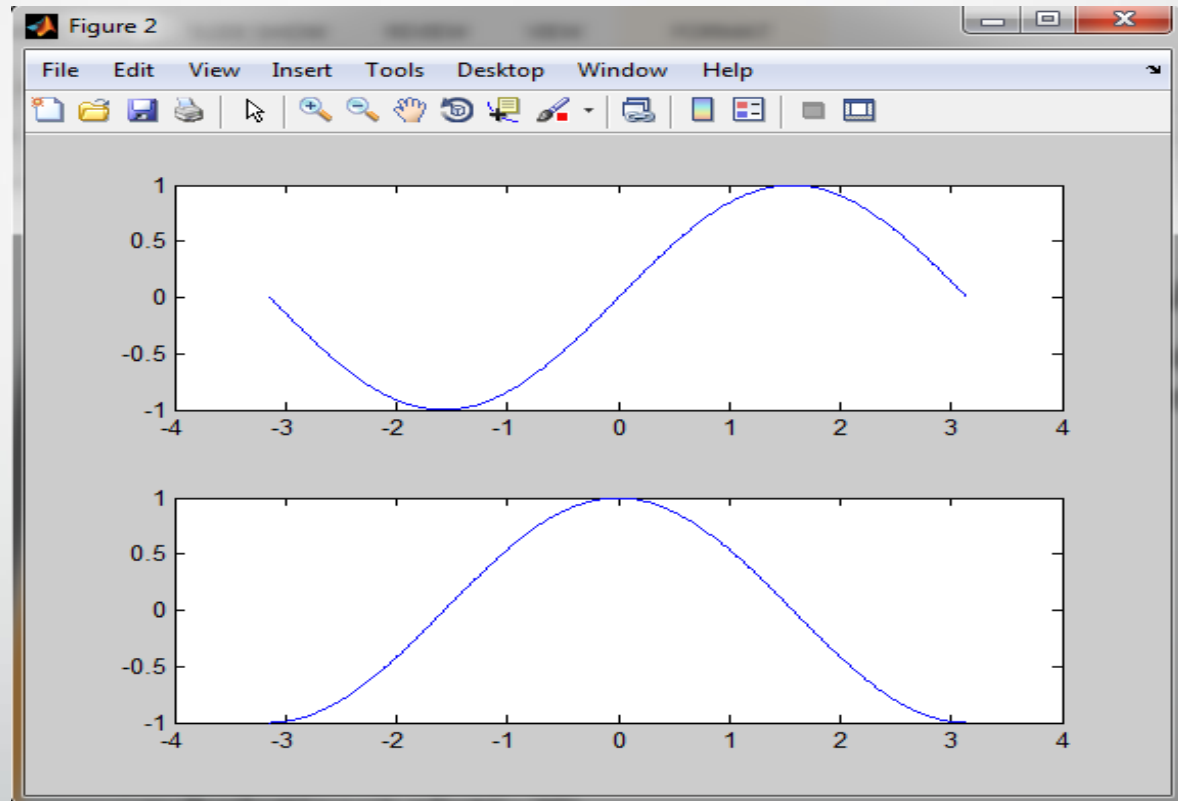
```
x = -pi:0.01:pi;
```

```
Y=sin(x);
```

```
A=sin(x + pi/2);
```

```
subplot(2 1 1); plot(x, Y)
```

```
subplot(2 1 2); plot(x, A)
```



Γραφικές απεικονίσεις

- Η εντολή `stem()` χρησιμοποιείται για να σχεδιάσουμε διακριτά δεδομένα
- Η χρήση της `stem()` είναι παρόμοια με την `plot()`

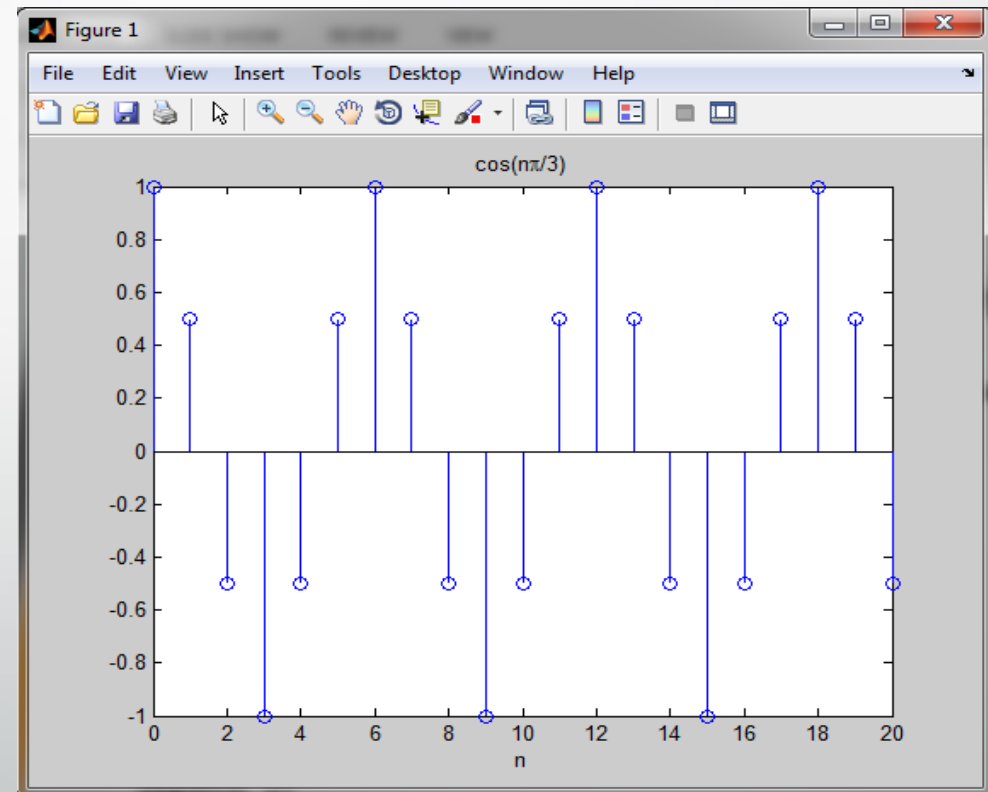
```
n = 0:20;
```

```
x = cos(pi*n/3);
```

```
stem(n, x)
```

```
title('cos(n\pi/3)')
```

```
xlabel('n')
```



Γραφικές Παραστάσεις Επιφανειών

```
x = linspace(-5,5,20);
```

```
%x διάνυσμα πλέγματος (χρησιμοποιείται επίσης για το y)
```

```
[X,Y] = meshgrid(x,x);
```

```
% πίνακες πλέγματος στο τετράγωνο
```

```
Z = 2-X.^2-Y.^2;
```

```
% διανυσματικοποιημένος υπολογισμός του Z = f(X,Y)
```

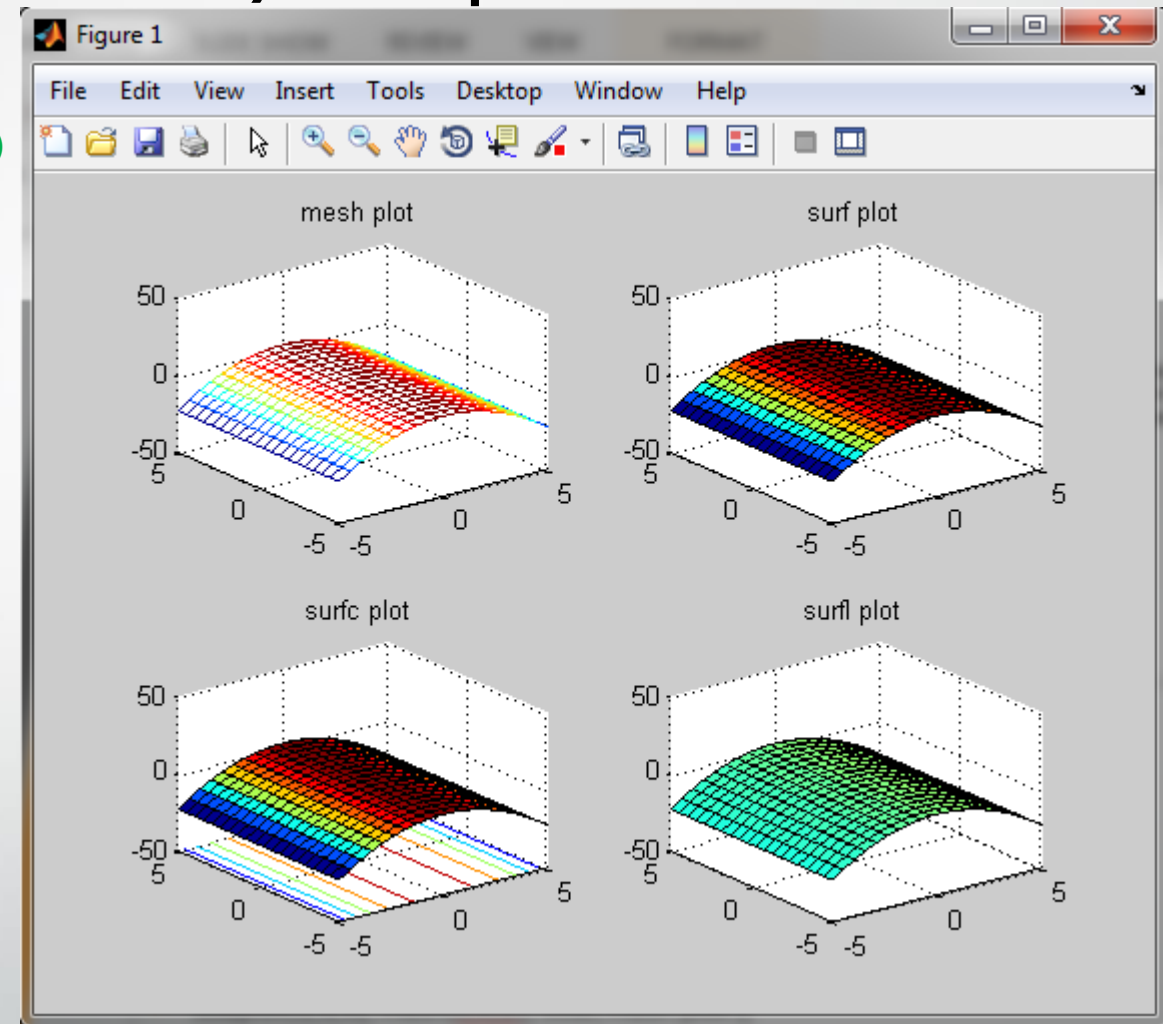
```
subplot(2, 2, 1); mesh(x, x, Z); title('mesh plot');
```

```
subplot(2, 2, 2); surf(x, x, Z); title('surf plot');
```

```
subplot(2, 2, 3); surfc(x, x, Z); title('surfc plot');
```

```
subplot(2, 2, 4); surfli(x, x, Z); title('surfli plot');
```

Οι ακόλουθες εντολές παρουσιάζουν τέσσερις διαφορετικούς τύπους διαγραμμάτων επιφάνειας



Γραφικές απεικονίσεις

- Μερικές από τις γραφικές ρυθμίσεις συνοψίζονται στον πίνακα πιο κάτω:

Τύπος Γραμμής		Χρώμα	
.	Σημείο	y	Κίτρινο
o	Κύκλος	g	Πράσινο
x	Τύπου X	c	Κυανό
+	Σταυροειδής	r	Κόκκινο
*	Αστεράκι	m	Μοβ
-	Συνεχής	b	Μπλε
:	Διακεκομμένη	w	Άσπρο
-.	Συνεχής με τελεία	k	Μαύρο
--	Συνεχής με κενό		

- Οι εντολές ταυτοποίησης μιας γραφικής παράστασης δίνονται πιο κάτω:

Τιτλοδότηση Γραφικής	
title	Τίτλος
xlabel	Ονομασία άξονα x
ylabel	Ονομασία άξονα y
text	Κείμενο στην γραφική
gtext	Κείμενο με ρυθμισμένη θέση
grid	Πλέγμα



Ευχαριστώ!!!
Ευχαριστώ!!!



Αναφορές

- <http://www.google.com>
- <http://www.mathworks.com>
- <http://www.math.toronto.edu/mpugh/primer.pdf>
- http://users.auth.gr/~theodoru/CompuStat/MATLAB_AUTH.pdf

