

Μαθηματικό Λογισμικό

Γραφικά

Σταμάτιος-Άγγελος Ν. Αλεξανδρόπουλος
e-mail: stalexan@ee.duth.gr

https://www.researchgate.net/profile/Stamatios_Aggelos_Alexandropoulos
https://scholar.google.gr/citations?user=mht7W_YAAAAJ&hl=el
<http://cilab.math.upatras.gr>

Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Δημοκρίτειο Πανεπιστήμιο Θράκης
Κιμμέρια 67100, Ξάνθη

21 Οκτωβρίου 2020

Περιεχόμενα I

1 Παραγωγή γραφικών

2 Βιβλιογραφία

Η συνάρτηση `plot()`

Βήματα δημιουργίας γραφικής παράστασης συνάρτησης $y = f(x)$

- Ορίζουμε ένα διάνυσμα x που περιέχει ένα υποσύνολο του πεδίου ορισμού της συνάρτησης, δηλαδή περιέχει τιμές για το x .
 - Υπολογίζουμε τις τιμές της συνάρτησης y για τα συγκεκριμένα x , δηλαδή για κάθε x υπολογίζουμε το $y = f(x)$.
 - Χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση `plot()` για να δημιουργήσουμε τη γραφική απεικόνιση.
-
- Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της γραφικής αναπαράστασης μιας μονοδιάστατης συνάρτησης.

Η συνάρτηση `plot()`

Βήματα δημιουργίας γραφικής παράστασης συνάρτησης $y = f(x)$

- Ορίζουμε ένα διάνυσμα x που περιέχει ένα υποσύνολο του πεδίου ορισμού της συνάρτησης, δηλαδή περιέχει τιμές για το x .
 - Υπολογίζουμε τις τιμές της συνάρτησης y για τα συγκεκριμένα x , δηλαδή για κάθε x υπολογίζουμε το $y = f(x)$.
 - Χρησιμοποιούμε τη συνάρτηση `plot()` για να δημιουργήσουμε τη γραφική απεικόνιση.
-
- Χρησιμοποιείται για τη δημιουργία της γραφικής αναπαράστασης μιας μονοδιάστατης συνάρτησης.
 - Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η ύπαρξη δύο διανυσμάτων (x, y) ίσου μήκους που να περιέχουν τα σημεία των οποίων θέλουμε να δημιουργήσουμε τη γραφική αναπαράσταση.

Χρήσιμες εντολές

- Χρήσιμες εντολές για τις γραφικές αναπαραστάσεις παρουσιάζονται παρακάτω:

`xlabel("onoma1")`: ετικέτα για τον οριζόντιο άξονα

`ylabel("onoma2")`: ετικέτα για τον κατακόρυφο άξονα

`title("onoma3")`: ο τίτλος της γραφικής αναπαράστασης

`legend("onoma4")`: η λεζάντα της γραφικής αναπαράστασης

`text(x_i , y_i , "string")`: προσθήκη κειμένου στη θέση (x_i , y_i)

`grid`: δημιουργία πλέγματος

`figure`: άνοιγμα (άλλου) παραθύρου γραφικών

`hold`: πάγωμα του τρέχοντος παραθύρου γραφικών για το σχεδιασμό και άλλων καμπυλών

Παράδειγμα

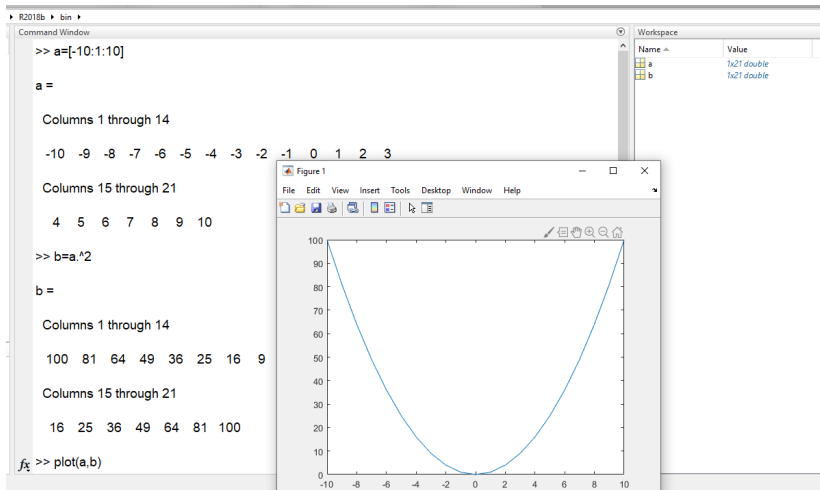
Παράδειγμα

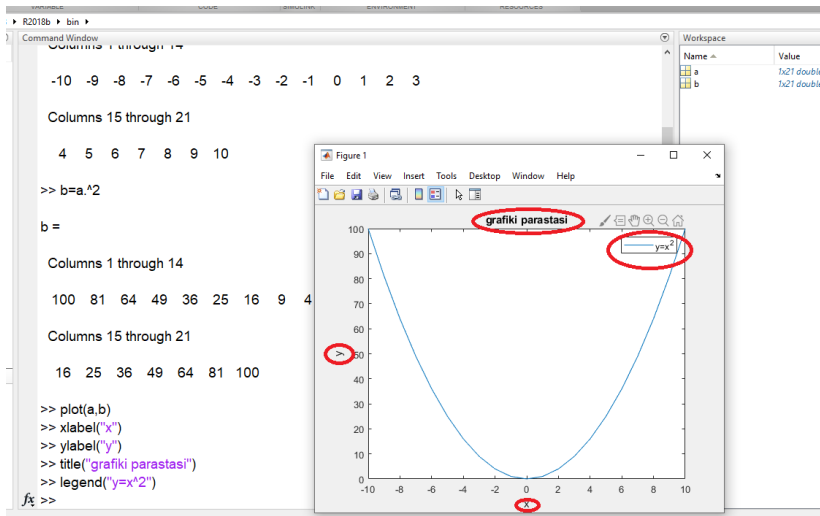
Να δημιουργήσετε τη γραφική αναπαράσταση της $y = x^2$ στο διάστημα $[-10,10]$.

Παράδειγμα

```
1 a=[-10:1:10];  
2 b=a.^2;  
3 plot(a,b)  
4 xlabel("x")  
5 ylabel("y")  
6 title("grafikh anaparastash")  
7 legend("y=x^2")
```

Γραφική παράσταση $y = x^2$



Γραφική παράσταση $y = x^2$ 

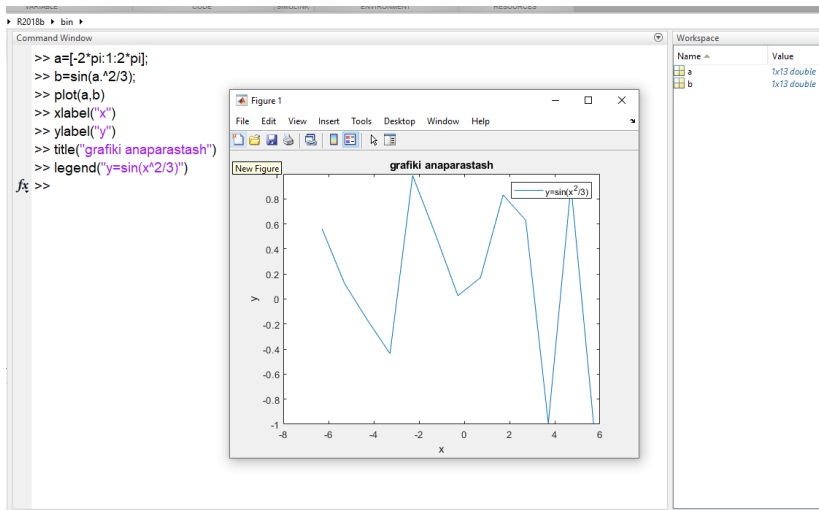
Παράδειγμα

Παράδειγμα

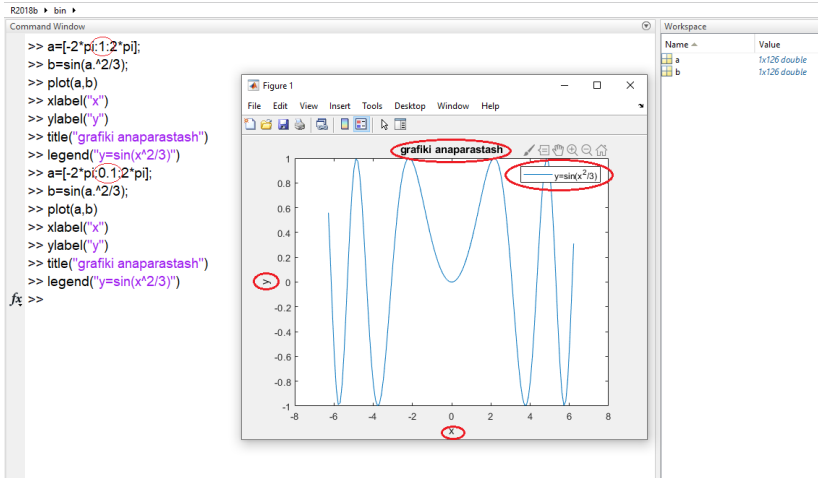
Να δημιουργήσετε τη γραφική αναπαράσταση της $y = \sin\left(\frac{x^2}{3}\right)$ στο διάστημα $[-2\pi, 2\pi]$.

Παράδειγμα

```
1 a=[-2*pi:1:2*pi];
2 b=sin(a.^2/3);
3 plot(a,b)
4 xlabel("x")
5 ylabel("y")
6 title("grafikh anaparastash")
7 legend("y=sin(x^2/3)")
```

Γραφική παράσταση $y = \sin(x^{\frac{2}{3}})$ 

Γραφική παράσταση $y = \sin(x^{\frac{2}{3}})$



Κοινά γραφήματα

- Με την εντολή `plot()` μπορούμε να έχουμε διαφορετικές καμπύλες στο ίδιο γράφημα.

Κοινά γραφήματα

- Με την εντολή `plot()` μπορούμε να έχουμε διαφορετικές καμπύλες στο ίδιο γράφημα.
- Η εντολή `plot()` παρέχει μια ευρεία επιλογή **χρωμάτων**, **συμβόλων** και **τύπων γραμμών** μέσω της εντολής

```
plot(x, y, "[χρώμα][σύμβολο][γραμμή]" )
```

Χρώμα		Σύμβολο		Γραμμή
b	μπλε	.	point	- συνεχής
g	πράσινο	o	circle	: λεπτή διακεκομμένη
r	κόκκινο	x	x-mark	- αδρή διακεκομμένη
c	κυανό	+	plus	-. διακεκομμένη-τελείες
m	μοβ	*	star	
y	κίτρινο	\$	square	
k	μαύρο	d	diamond	
w	άσπρο	v	triangle (down)	
		^	triangle (up)	
		<	triangle (left)	
		>	triangle (right)	
		p	pentagram	
		h	hexagram	

Παράδειγμα

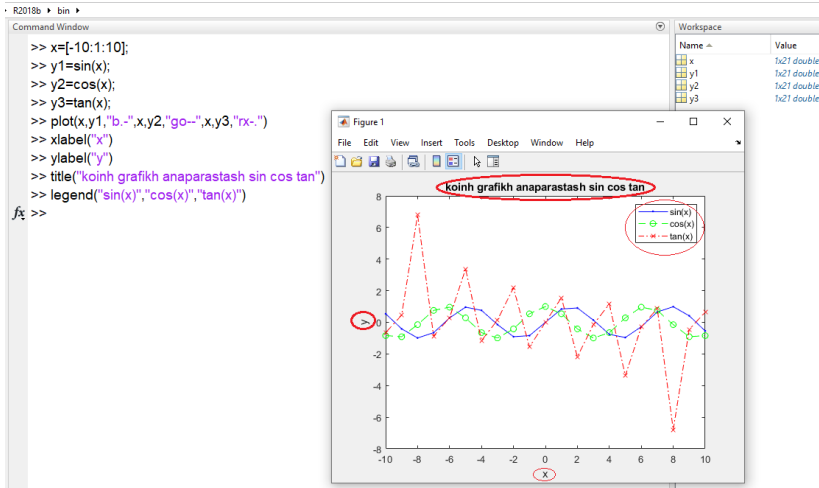
Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε την κοινή γραφική αναπαράσταση των συναρτήσεων $y = \sin(x)$, $y = \cos(x)$ και $y = \tan(x)$ στο διάστημα $[-10,10]$.

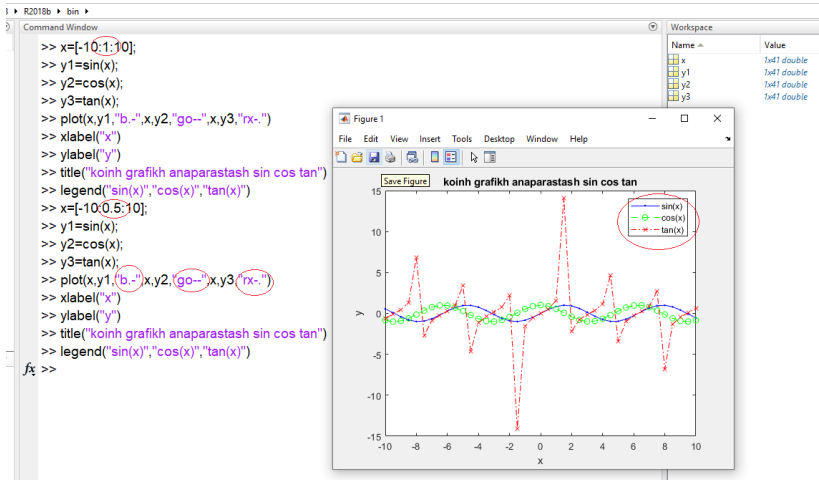
Παράδειγμα

```
1 x=[-10:0.5:10];
2 y1=sin(x);
3 y2=cos(x);
4 y3=tan(x);
5 plot(x,y1,"b.-",x,y2,"go--",x,y3,"rx-.")
6 xlabel("x")
7 ylabel("y")
8 title("koinh grafikh anaparastash sin cos tan")
9 legend("sin(x)", "cos(x)", "tan(x)")
```

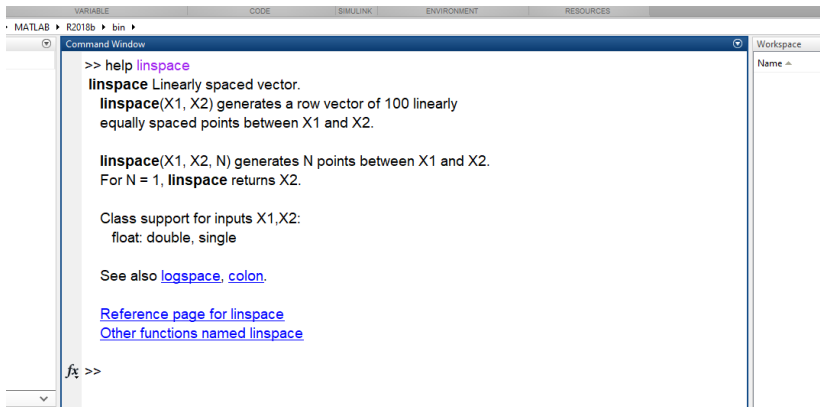
Κοινή γραφική παράσταση



Κοινή γραφική παράσταση



Επιπλέον παραδείγματα

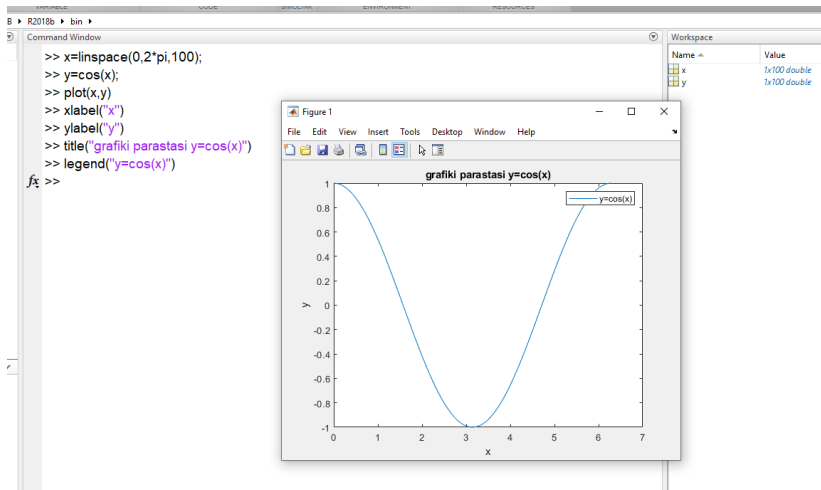


The screenshot shows the MATLAB Command Window interface. At the top, there are tabs for VARIABLE, CODE, SIMULINK, ENVIRONMENT, and RESOURCES. Below these is a navigation bar with 'MATLAB', 'R2018b', and 'bin'. The main area is titled 'Command Window' and contains the following text:

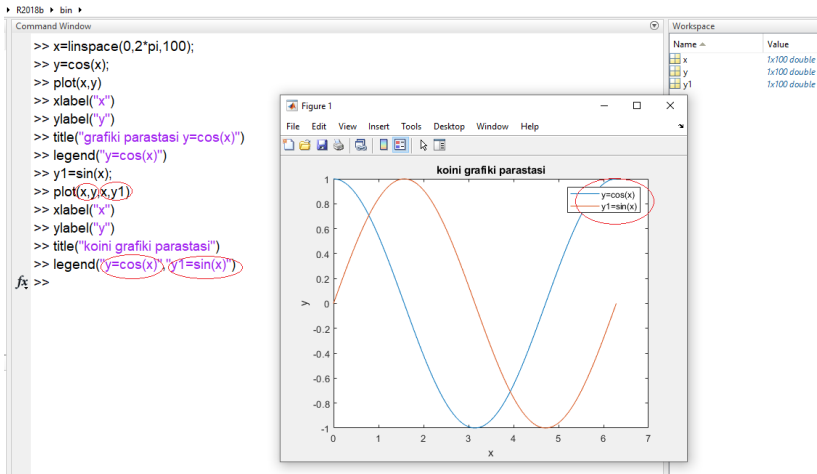
```
>> help linspace  
linspace Linearly spaced vector.  
linspace(X1, X2) generates a row vector of 100 linearly  
equally spaced points between X1 and X2.  
  
linspace(X1, X2, N) generates N points between X1 and X2.  
For N = 1, linspace returns X2.  
  
Class support for inputs X1,X2:  
float: double, single  
  
See also logspace, colon.  
  
Reference page for linspace  
Other functions named linspace
```

At the bottom left of the Command Window, there is a cursor icon and the prompt `f1 >>`. On the right side, there is a 'Workspace' panel with a 'Name' label and an upward-pointing arrow.

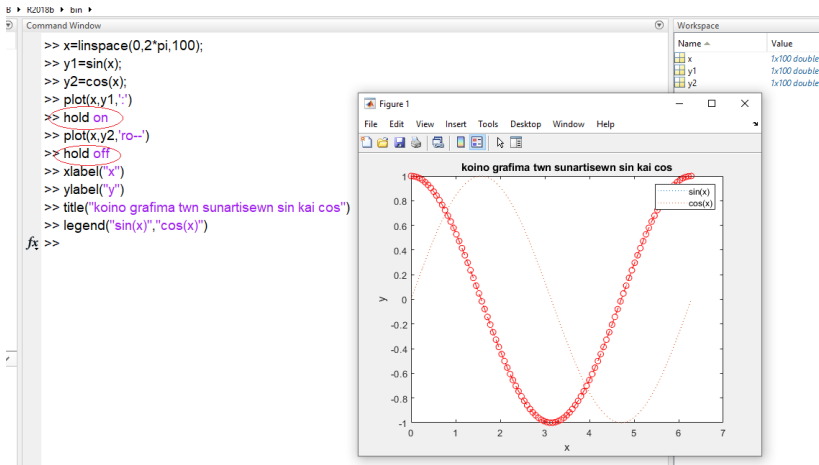
Επιπλέον παραδείγματα



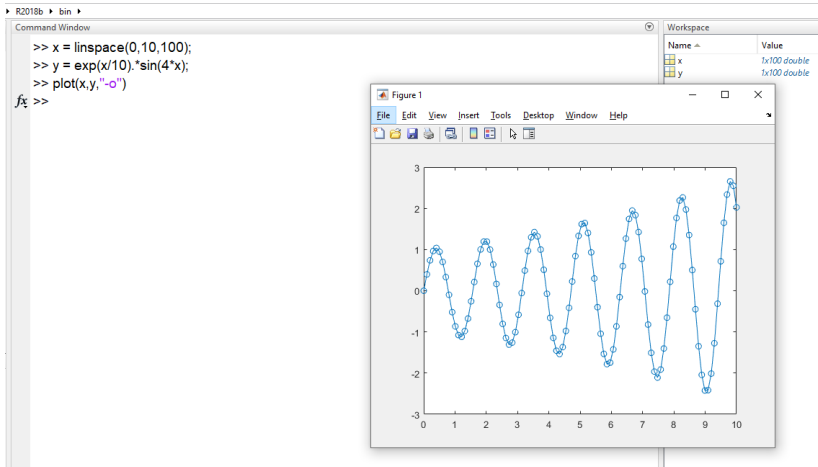
Επιπλέον παραδείγματα



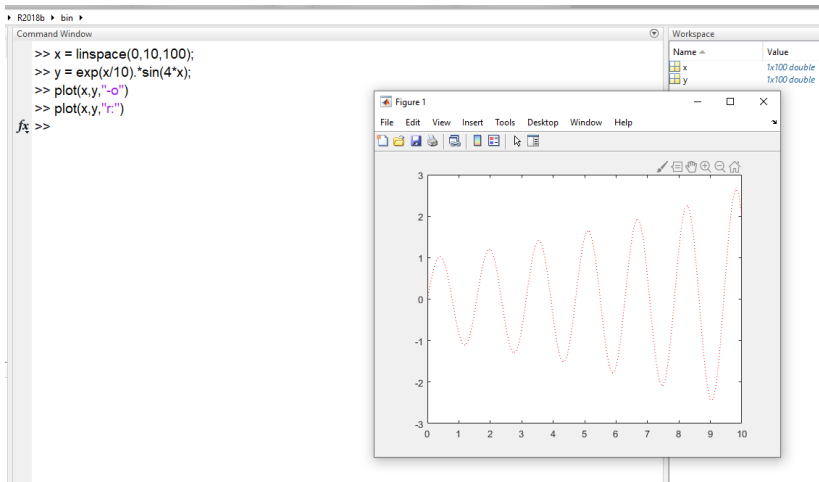
Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα

plot(Y) plots the columns of Y versus their index.
 If Y is complex, **plot(Y)** is equivalent to **plot(real(Y),imag(Y))**.
 In all other uses of **plot**, the imaginary part is ignored.

Various line types, plot symbols and colors may be obtained with **plot(X,Y,S)** where S is a character string made from one element from any or all the following 3 columns:

b	blue	.	point	-	solid
g	green	o	circle	:	dotted
r	red	x	x-mark	-.	dashdot
c	cyan	+	plus	--	dashed
m	magenta	*	star	(none)	no line
y	yellow	s	square		
k	black	d	diamond		
w	white	v	triangle (down)		
		^	triangle (up)		
		<	triangle (left)		
		>	triangle (right)		
		p	pentagram		
		h	hexagram		

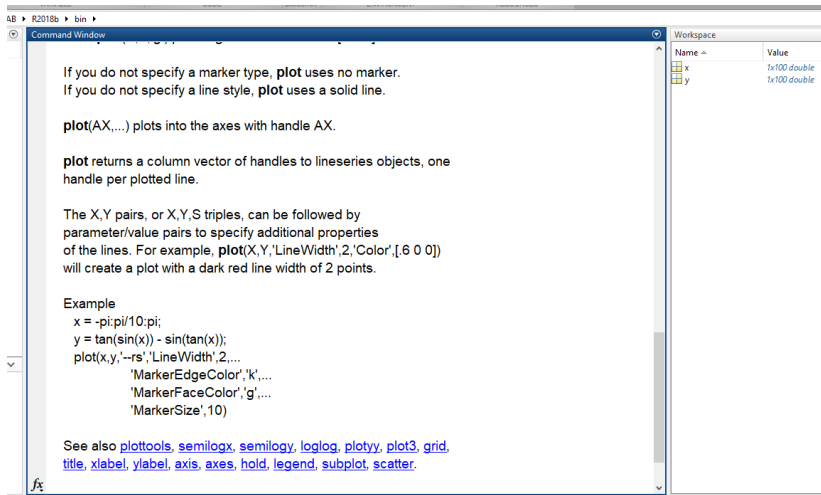
For example, **plot(X,Y,'c+')** plots a cyan dotted line with a plus at each data point; **plot(X,Y,'bd')** plots blue diamond at each data point but does not draw any line.

f_x

Workspace

Name	Value
x	1x100 double
y	1x100 double

Επιπλέον παραδείγματα



If you do not specify a marker type, **plot** uses no marker.
If you do not specify a line style, **plot** uses a solid line.

plot(AX,...) plots into the axes with handle AX.

plot returns a column vector of handles to lineseries objects, one handle per plotted line.

The X,Y pairs, or X,Y,S triples, can be followed by parameter/value pairs to specify additional properties of the lines. For example, **plot**(X,Y,'LineWidth',2,'Color',[6 0 0]) will create a plot with a dark red line width of 2 points.

Example

```
x = -pi:pi/10:pi;  
y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));  
plot(x,y,'--rs','LineWidth',2,...  
     'MarkerEdgeColor','k',...  
     'MarkerFaceColor','g',...  
     'MarkerSize',10)
```

See also [plottools](#), [semilogx](#), [semilogy](#), [loglog](#), [plotyy](#), [plot3](#), [grid](#), [title](#), [xlabel](#), [ylabel](#), [axis](#), [axes](#), [hold](#), [legend](#), [subplot](#), [scatter](#).

Name	Value
x	1x100 double
y	1x100 double

Επιπλέον παραδείγματα

3 > R2018b > bin >

Command Window

plot returns a column vector of handles to line series objects, one handle per plotted line.

The X,Y pairs, or X,Y,S triples, can be followed by parameter/value pairs to specify additional properties of the lines. For example, `plot(X,Y,'LineWidth',2,'Color','r')` will create a plot with a dark red line width of 2 points.

Example

```
x = -pi:pi/10:pi;
y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));
plot(x,y,'-rs','LineWidth',2,...
     'MarkerEdgeColor','k',...
     'MarkerFaceColor','g',...
     'MarkerSize',10)
```

See also [plottools](#), [semilogx](#), [semilogy](#), [loglog](#), [plotyy](#), [title](#), [xlabel](#), [ylabel](#), [axis](#), [axes](#), [hold](#), [legend](#), [subplot](#), [s](#)

[Reference page for plot](#)
[Other functions named plot](#)

```
>> plot(x,y,"-s","MarkerSize",10,...
'MarkerEdgeColor', "red",...
'MarkerFaceColor', [1 .6 .6]);
fx >>
```

Workspace

Name	Value
x	1x100 double
y	1x100 double

Figure 1

Επιπλέον παραδείγματα

Command Window

The X, Y pairs, or X, Y, Z triples, can be followed by parameter/value pairs to specify additional properties of the lines. For example, `plot(X,Y,'LineWidth',2,'Color',[.6 0 0])` will create a plot with a dark red line width of 2 points.

Example

```
x = -pi/10*pi;
y = tan(sin(x)) - sin(tan(x));
plot(x,y,'--rs','LineWidth',2,...
     'MarkerEdgeColor','k',...
     'MarkerFaceColor','g',...
     'MarkerSize',10)
```

See also [plottools](#), [semilogx](#), [semilogy](#), [loglog](#), [plotyy](#), [title](#), [xlabel](#), [ylabel](#), [axis](#), [axes](#), [hold](#), [legend](#), [subplot](#), [s](#)

[Reference page for plot](#)
[Other functions named plot](#)

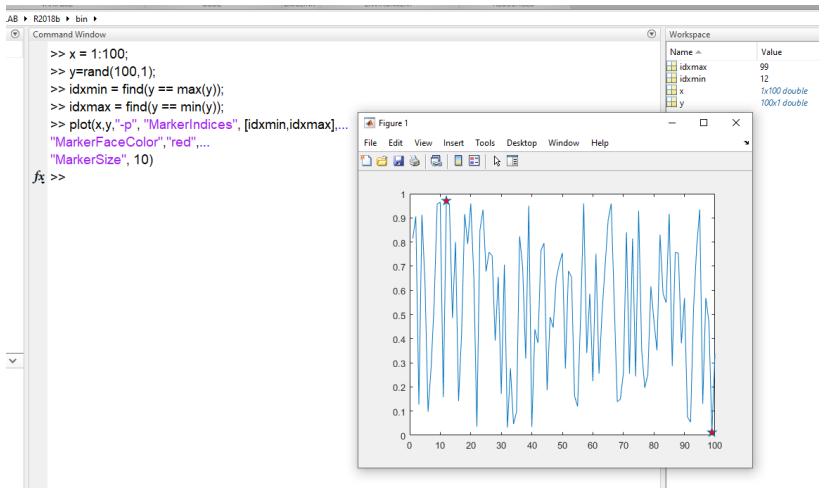
```
>> plot(x,y,"-s","MarkerSize",10,...
'MarkerEdgeColor',"red",...
'MarkerFaceColor',[.6 .6]);
>> plot(x,y,"-s","MarkerSize",8,...
'MarkerEdgeColor',"black",...
'MarkerFaceColor',[0.6 .6 .6]);
fx >>
```

Workspace

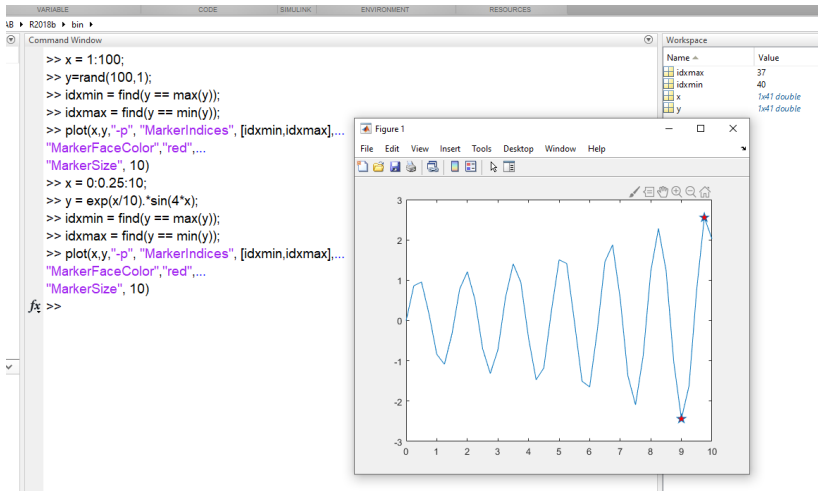
Name	Value
x	1x100 double
y	1x100 double

Figure 1

Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα

3 ▶ R2018b ▶ bin ▶

Command Window

```

>> x = 1:100;
>> y=rand(100,1);
>> idxmin = find(y == max(y));
>> idxmax = find(y == min(y));
>> plot(x,y,"-p", "MarkerIndices", [idxmin,idxmax],...
"MarkerFaceColor","red",...
"MarkerSize", 10)
>> x = 0:0.25:10;
>> y = exp(x/10).*sin(4*x);
>> idxmin = find(y == max(y));
>> idxmax = find(y == min(y));
>> plot(x,y,"-p", "MarkerIndices", [idxmin,idxmax],...
"MarkerFaceColor","red",...
"MarkerSize", 10)
>> x = 0:0.1:10;
>> y = exp(x/10).*sin(4*x);
>> idxmin = find(y == max(y));
>> idxmax = find(y == min(y));
>> plot(x,y,"-p", "MarkerIndices", [idxmin,idxmax],...
"MarkerFaceColor","red",...
"MarkerSize", 10)
fx >>

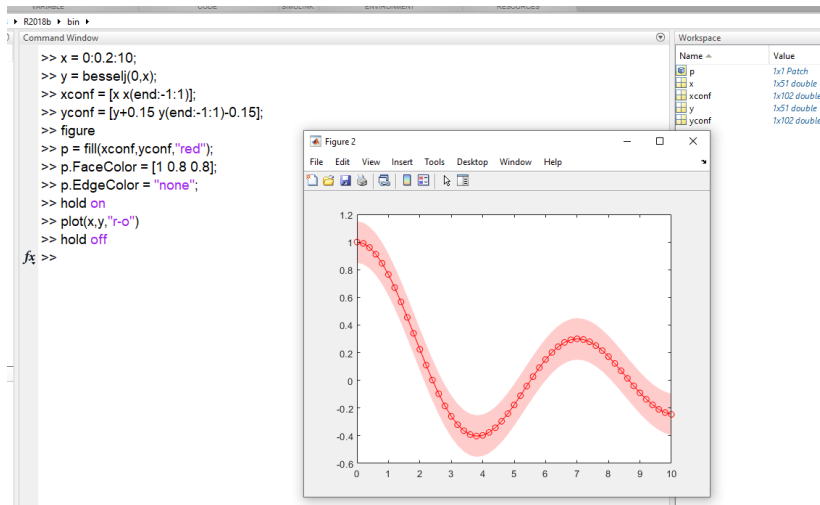
```

Workspace

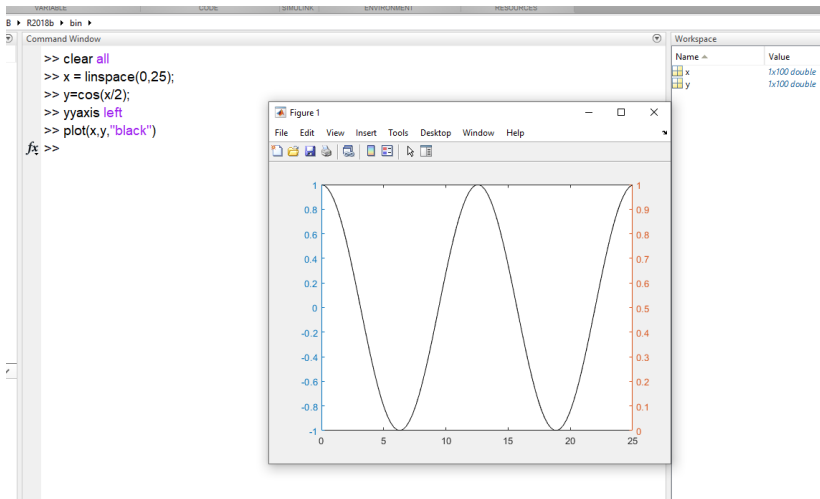
Name	Value
idxmax	91
idxmin	99
x	1x101 double
y	1x101 double

Figure 1

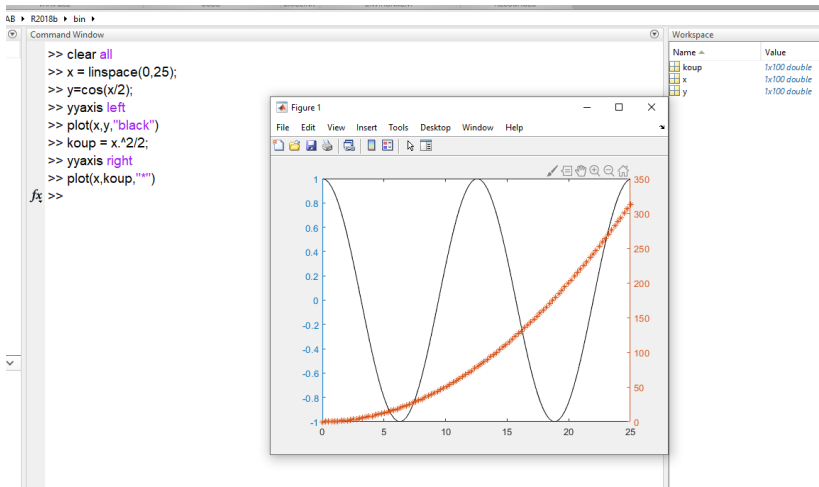
Επιπλέον παραδείγματα



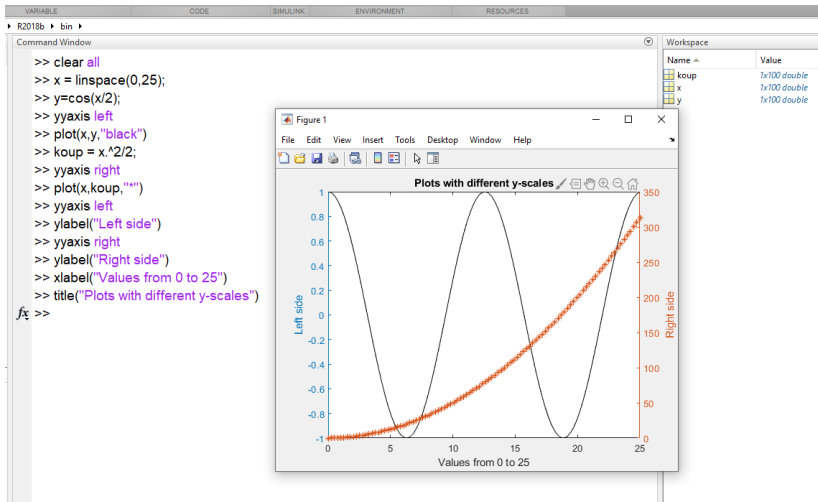
Επιπλέον παραδείγματα



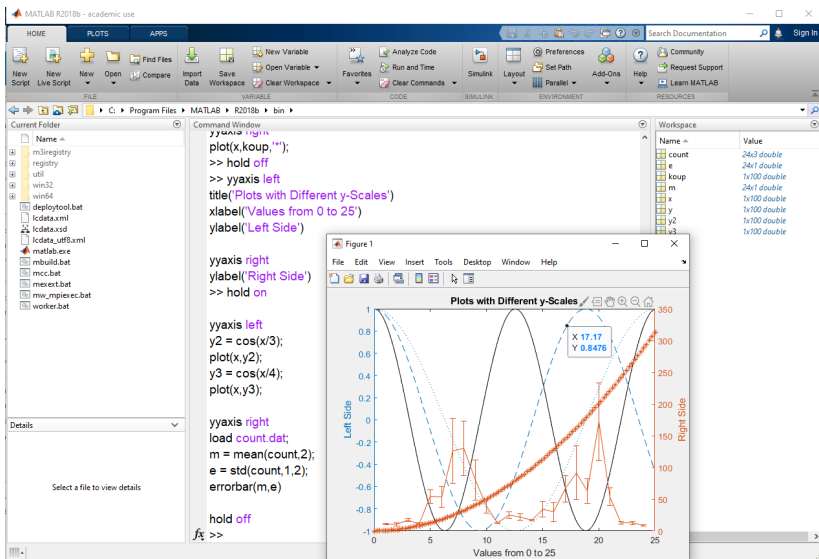
Επιπλέον παραδείγματα



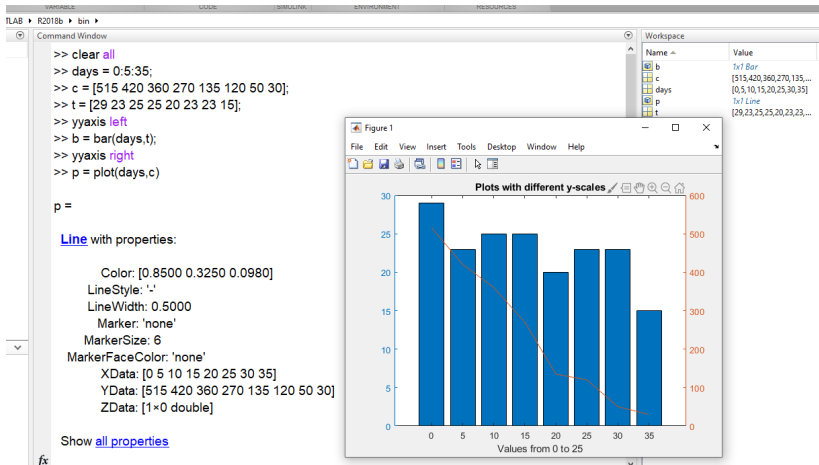
Επιπλέον παραδείγματα



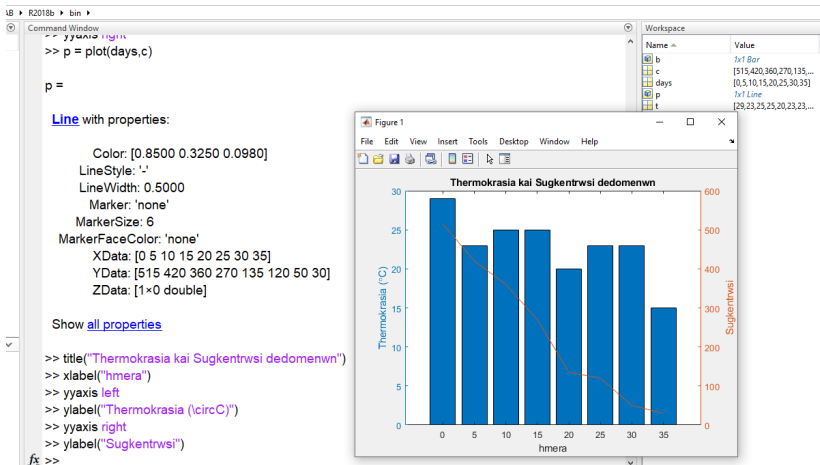
Επιπλέον παραδείγματα



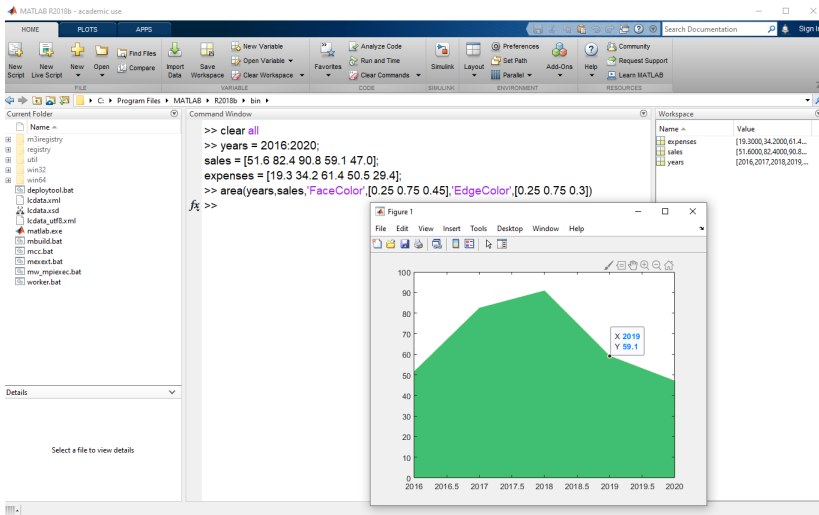
Επιπλέον παραδείγματα



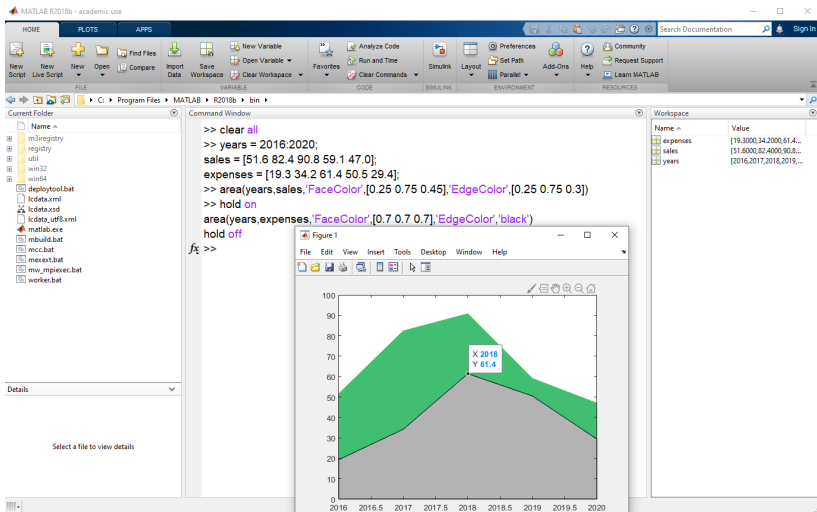
Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



Η συνάρτηση surf

Για να δημιουργήσουμε **τριδιάστατο γράφημα** θα χρειαστούμε τις παρακάτω εντολές:

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
surf(x, y, z)
```

Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = 2 \cdot x^2 \cdot y + x + y^3$ στο διάστημα $[-4, 4] \times [-4, 4]$.

Η συνάρτηση surf

Για να δημιουργήσουμε **τριδιάστατο γράφημα** θα χρειαστούμε τις παρακάτω εντολές:

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
surf(x, y, z)
```

Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = 2 \cdot x^2 \cdot y + x + y^3$ στο διάστημα $[-4, 4] \times [-4, 4]$.

Η συνάρτηση surf

Για να δημιουργήσουμε **τριδιάστατο γράφημα** θα χρειαστούμε τις παρακάτω εντολές:

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
surf(x, y, z)
```

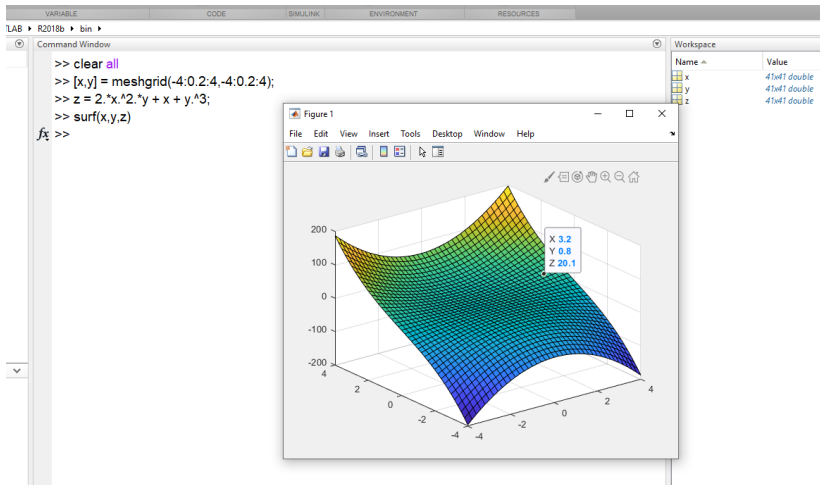
Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = 2 \cdot x^2 \cdot y + x + y^3$ στο διάστημα $[-4, 4] \times [-4, 4]$.

Παράδειγμα

```
1 [x, y] = meshgrid(-4:0.2:4, -4:0.2:4);  
2 z = 2.*x.^2.*y+x+y.^3;  
3 surf(x, y, z)
```

Τρισδιάστατο γράφημα



Τρισδιάστατο γράφημα

Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = \sin\left(\frac{x^2}{3}\right) + \cos\left(\frac{y^2}{3}\right)$ στο διάστημα $[-2\pi, 2\pi]$.

Τρισδιάστατο γράφημα

Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = \sin\left(\frac{x^2}{3}\right) + \cos\left(\frac{y^2}{3}\right)$ στο διάστημα $[-2\pi, 2\pi]$.

Τρισδιάστατο γράφημα

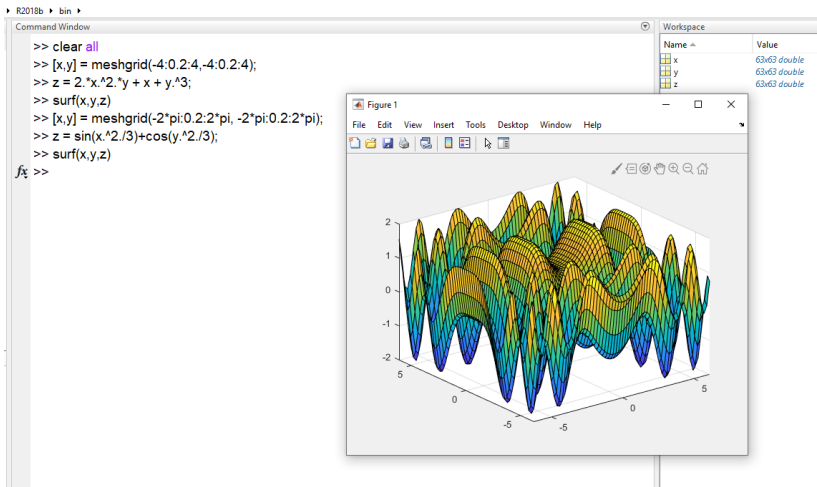
Παράδειγμα

Να δημιουργήσετε τη γραφική παράσταση για τη συνάρτηση $f(x, y) = \sin\left(\frac{x^2}{3}\right) + \cos\left(\frac{y^2}{3}\right)$ στο διάστημα $[-2\pi, 2\pi]$.

Παράδειγμα

```
1 [x, y] = meshgrid(-2*pi:0.2:2*pi, -2*pi:0.2:2*pi);  
2 z = sin(x.^2./3) + cos(y.^2./3);  
3 surf(x, y, z)
```

Τρισδιάστατο γράφημα



Ισοϋψείς καμπύλες

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contour(x, y, z)
```

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contourf(x, y, z)
```


Ισοϋψείς καμπύλες

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contour(x, y, z)
```

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contourf(x, y, z)
```

Να δημιουργήσετε τα γραφήματα ισοϋψών για τη συνάρτηση $f(x, y) = 2 \cdot x^2 \cdot y + x + y^3$ στο διάστημα $[-100, 100] \times [-100, 100]$.

Ισοϋψείς καμπύλες

```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contour(x, y, z)
```

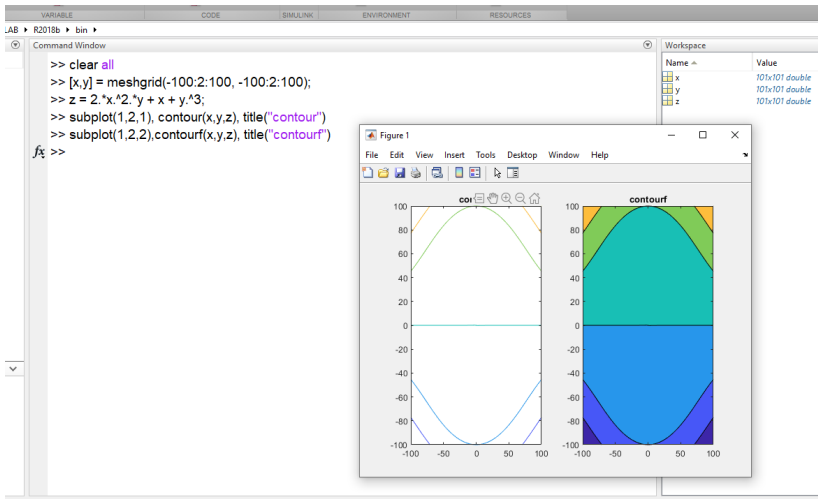
```
[x, y] = meshgrid(διάστημα για το x, διάστημα για το y);  
z = τύπος συνάρτησης;  
contourf(x, y, z)
```

Να δημιουργήσετε τα γραφήματα ισοϋψών για τη συνάρτηση $f(x, y) = 2 \cdot x^2 \cdot y + x + y^3$ στο διάστημα $[-100, 100] \times [-100, 100]$.

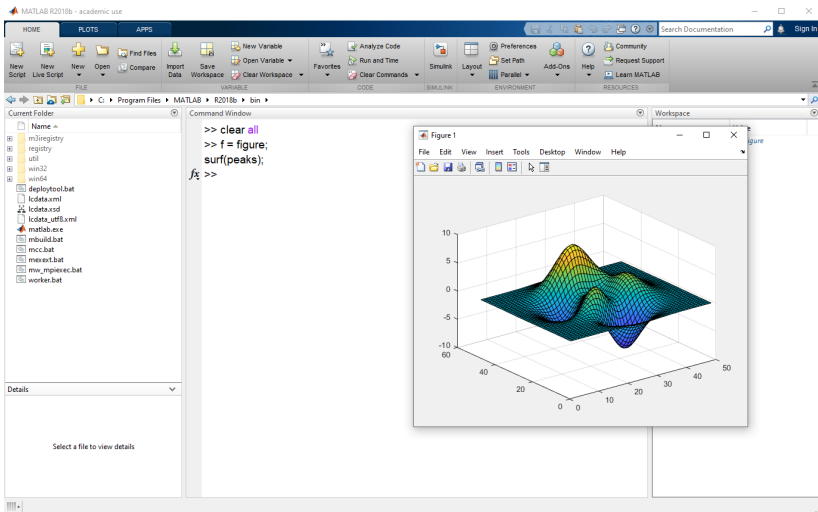
Παράδειγμα

```
1 [x, y] = meshgrid(-100:2:100, -100:2:100);  
2 z = 2.*x.^2.*y+x+y.^3;  
3 subplot(1,2,1), contour(x, y, z), title("contour")  
4 subplot(1,2,2), contourf(x, y, z), title("contourf")
```

Ισοϋψείς καμπύλες



Επιπλέον παραδείγματα

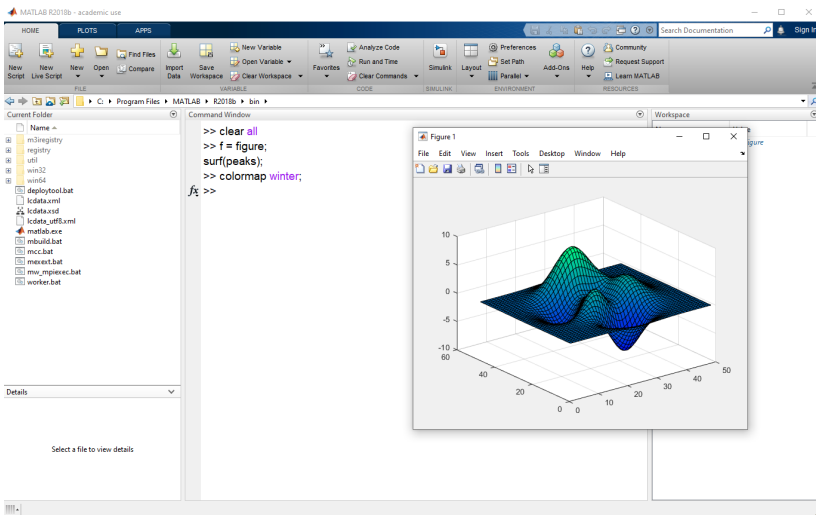


The screenshot displays the MATLAB R2018b software interface. The Command Window shows the following code:

```
>> clear all  
>> f = figure;  
surf(peaks);  
f; >>
```

The Figure 1 window displays a 3D surface plot of the 'peaks' function. The plot shows a complex surface with multiple peaks and valleys, rendered in a color gradient from blue (low values) to yellow (high values). The axes are labeled with numerical values: the vertical axis ranges from -10 to 10, and the horizontal axes range from 0 to 60.

Επιπλέον παραδείγματα

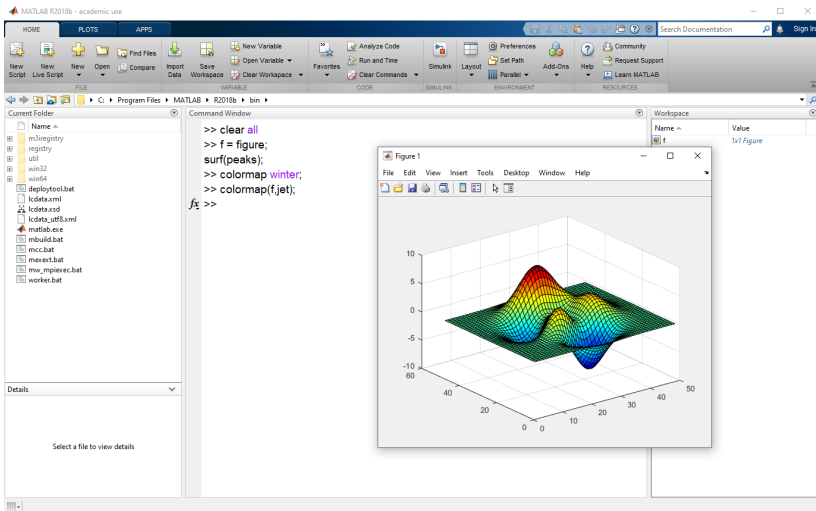


The image displays the MATLAB R2018b software interface. The Command Window shows the following code:

```
>> clear all  
>> f = figure;  
surf(peaks);  
>> colormap winter;  
f  
>>
```

The workspace window shows a 3D surface plot titled "Figure 1". The plot displays a 3D surface of the "peaks" function, colored using the "winter" colormap. The x and y axes range from 0 to 60, and the z-axis ranges from -10 to 10.

Επιπλέον παραδείγματα



The screenshot displays the MATLAB R2018b interface. The Command Window shows the following code:

```
>> clear all  
>> f = figure;  
>> surf(peaks);  
>> colormap winter;  
>> colormap(f, jet);  
fx >>
```

The Figure window displays a 3D surface plot of the 'peaks' function. The plot uses a 'winter' colormap, which is a gradient from blue to red. The axes are labeled with values: the vertical axis ranges from -10 to 10, and the horizontal axes range from 0 to 50. The plot shows a complex surface with multiple peaks and valleys.

Επιπλέον παραδείγματα

The image displays the MATLAB R2018b software interface. The Command Window contains the following code:

```
>> clear all
>> f = figure;
>> colormap winter;
>> colormap(f, jet);
>> c = jet(5);
colormap(c);
fx >>
```

The Workspace window shows the following variables:

Name	Value
c	5x3 double
f	Text Figure

The Figure 1 window displays a 3D surface plot of the peaks function, rendered with a color map. The plot shows a complex surface with a prominent peak and a valley, colored using a gradient from blue to red. The axes are labeled with numerical values: the vertical axis ranges from -10 to 10, and the horizontal axes range from 0 to 60.

Επιπλέον παραδείγματα

MATLAB R2018b - academic use

HOME PLOTS APPS

New Script New Live Script New Open Find Files Import Data Save Workspace Open Variable Open Variable Clear Workspace Favorites Run and Time Clear Commands Simulink Layout Set Path Add-Ons Help Community Request Support Learn MATLAB

FILE VARIABLE CODE SIMULINK ENVIRONMENT RESOURCES

Current Folder: C:\Program Files\MATLAB\R2018b\bin

```

>> clear all
>> f = figure;
surf(peaks);
colormap winter;
colormap(f, jet);
>> c = jet(5);
colormap(c);
mycolors = [1 0 0; 1 1 0; 0 0 1];
colormap(mycolors);
fx >>

```

Workspace

Name	Value
c	5x3 double
f	1x7 Figure
mycolors	[1,0,0;1,1,0;0,0,1]

Figure 1

Select a file to view details

Επιπλέον παραδείγματα

The screenshot shows the MATLAB R2018b interface. The Command Window displays the following text:

```
>> help peaks
peaks A sample function of two variables.
peaks is a function of two variables, obtained by translating and
scaling Gaussian distributions, which is useful for demonstrating
MESH, SURF, PCOLOR, CONTOUR, etc.
There are several variants of the calling sequence:

Z = peaks;
Z = peaks(N);
Z = peaks(V);
Z = peaks(X,Y);

peaks;
peaks(N);
peaks(V);
peaks(X,Y);

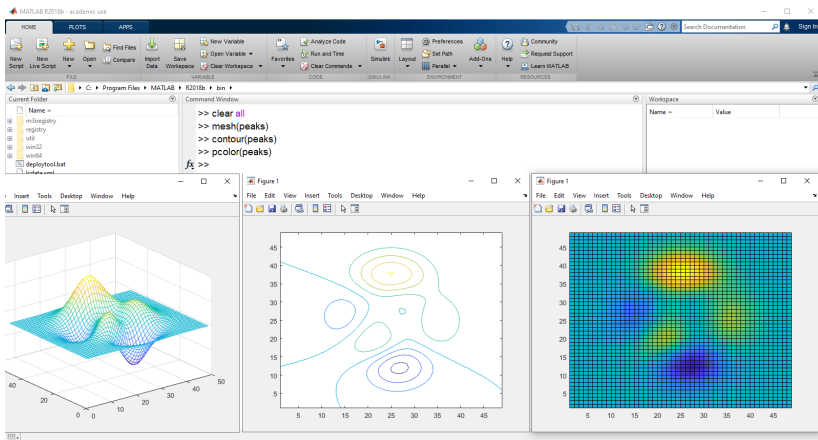
[X,Y,Z] = peaks;
[X,Y,Z] = peaks(N);
[X,Y,Z] = peaks(V);
```

The Workspace window shows the following variables:

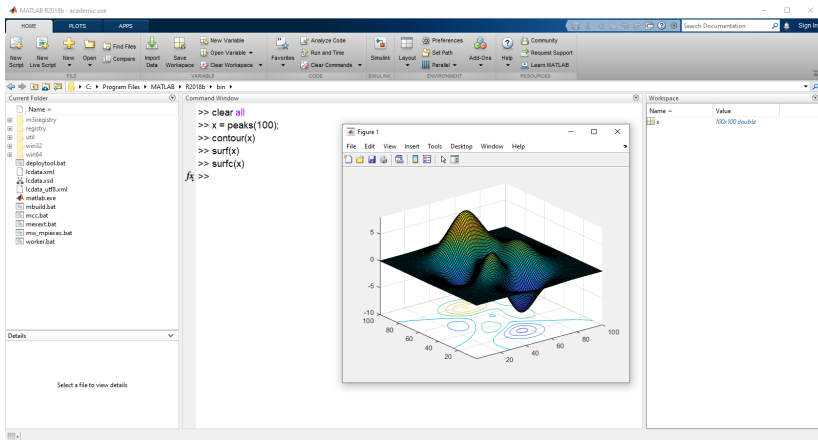
Name	Value
c	5x3 double
f	1x1 Figure
mycolors	[1,0,0;1,1,0,0,1]

The first variant produces a 49-by-49 matrix.
 The second variant produces an N-by-N matrix.
 The third variant produces an N-by-N matrix where $N = \text{length}(V)$.

Επιπλέον παραδείγματα



Επιπλέον παραδείγματα



The image displays the MATLAB R2018b software interface. The Command Window shows the following code:

```
>> clear all
>> x = peaks(100);
>> contour(x)
>> surf(x)
>> surfc(x)
fx >>
```

The Figure window displays a 3D surface plot of the function $f(x)$. The plot shows a complex surface with multiple peaks and valleys, colored with a gradient from blue (low values) to red (high values). The axes are labeled from -10 to 100.

The Workspace window shows the variable x with the value `100x100 double`.

Περιεχόμενα I

1 Παραγωγή γραφικών

2 Βιβλιογραφία

Βιβλιογραφία - Αναφορές

- Gilat A., MATLAB: An Introduction with Applications, Second Edition, John Wiley & Sons, 2004.
- Chapra S.C., Applied Numerical Methods with MATLAB for Engineering and Science with Engineering Subscription Card, McGraw-Hill, 2004.
- Hunt B.R., Lipsman R.L., Rosenberg J.M., Coombes K.R., Osborn J.E. and Stuck G.J., A guide to MATLAB for beginners and experienced users, Second Edition, Cambridge University Press, 2006.
- Quarteroni A. and Saleri F, Scientific Computing with MATLAB and OCTAVE, Springer, 2006.
- Malek-Madani R., Advanced Engineering Mathematics with Mathematica and MATLAB, Pearson Higher Education, 1998.

