

Ćwiczenie 7 (8) (4 godziny). Grafika w Matlabie

Obiekty graficzne wyświetlane są w specjalnym oknie, które otwiera się poleceniem `figure`. Jednocześnie może być otwartych wiele okien, a każde z nich ma przypisany numer. Jedno z otwartych okien jest zawsze aktywne i do tego okna odnoszą się wszystkie polecenia wydawane w wierszu poleceń.

<code>figure</code>	tworzy nowe okno, nadając mu najmniejszy wolny numer oraz uaktywnia je
<code>figure (n)</code>	uaktywnia okno o numerze n (jeżeli takie istnieje) lub tworzy nowe, przyporządkowuje mu nr n i uaktywnia je
<code>close</code>	zamyka aktywne okno
<code>close (n)</code>	zamyka okno o numerze n
<code>close all</code>	zamyka wszystkie okna
<code>clf</code>	czyści aktywne okno
<code>hold on</code>	zachowuje bieżący widok okna graficznego, ewentualne kolejne polecenia dodają elementy do aktywnego okna (np. dodają nowe serie)
<code>hold off</code>	powoduje, że nowa grafika zastępuje istniejącą w aktywnym oknie

Przykład. Utwórz cztery okna graficzne.

```
figure
figure
figure(4)
figure
```

Funkcja `subplot (mnp)` tworzy wiele obszarów rysowania (np. dla kilku wykresów) w obrębie jednego okna graficznego. Parametry oznaczają utworzenie $m \times n$ podobszarów rozmieszczonych w m wierszach i n kolumnach. Parametr p określa, w którym oknie ma znaleźć się wykres (licząc od lewej do prawej).

Przykład. Utwórz okno graficzne i podziel je na cztery podobszary (dwa wiersze, dwie kolumny) ustawiając jako aktywny ten w prawym dolnym rogu.

```
figure
subplot(221)
subplot(222)
subplot(223)
subplot(224)
```

Wykresy 2D

```
plot(wartości_x, wartości_y, 'opcje_stylu')
```

gdzie `wartości_x` oraz `wartości_y` są wektorami zawierającymi współrzędne x i y .

Uwaga! Oba wektory, x i y muszą mieć tą samą długość.

'opcje stylu' to argument opcjonalny definiujący kolor, styl linii oraz styl znaczników punktów danych. Wszystkie trzy elementy można zdefiniować razem stosując formę

kolor_styllinii_stylznacznika

Opcje koloru	Opcje stylu linii	opcje stylu znaczników
y żółty	- ciągła	· kropka
m purpurowy	- - przerywana	° kółko
c turkusowy	: kropkowana	x iks
r czerwony	-. kropka-kreska	+ krzyżyk
g zielony		* gwiazdka
b niebieski		s kwadrat
w biały		d romb
k czarny		v trójkąt w dół
		< t trójkąt w lewo
		> trójkąt w prawo
		p gwiazda 5-ramienna
		h gwiazda 6-ramienna

`xlabel('tekst')` - wyświetla tekst jako opis osi x aktywnego wykresu,

`ylabel('tekst')` - wyświetla tekst jako opis osi y aktywnego wykresu,

`title('tekst')` - wyświetla tekst jako tytuł aktywnego wykresu,

`text(x, y, 'tekst')` - wyświetla tekst w miejscu określonym przez współrzędne x, y ,

`legend('s1, s2, ...)` - wyświetla legend, $s1$ jest opisem dotyczącym pierwszego wykresu, $s2$ drugiego itd.

`grid on/off` - włącza/wyłącza wyświetlanie pomocniczej siatki współrzędnych.

Przykład

Narysuj czerwony wykres funkcji $\cos(x)e^{\sin(x)}$ w przedziale $\langle 0, 3\pi \rangle$. Użyj znacznika $+$ oraz linii przerywanej. Podpisz wykres oraz osie, dodaj legendę oraz włącz siatkę.

```
x=0:0.1:3*pi;
y=cos(x).*exp(sin(x));
plot(x,y,'r--*');
xlabel('x');
ylabel('y');
title('wykres funkcji cos(x)*exp(sin(x))');
legend('cos(x).*exp(sin(x))');
```

Uwaga! Wektor x możesz utworzyć również poleceniem `x=linspace(0,3*pi,100);`

Polecenie `axis([xmin xmax ymin ymax])` służy do skalowania wykresów.

<code>axis('equal')</code>	ustawia jednakową skalę dla obu osi
<code>axis('square')</code>	przekształca domyślną prostokątną ramkę w kwadratową
<code>axis('normal')</code>	przywraca domyślne wartości na osiach
<code>axis('off')</code>	usuwa ramkę otaczającą wykres oraz znaczniki podziałki

Uwaga! Aby to polecenie zadziało należy użyć go po poleceniu `plot`.

<code>loglog(x, y)</code>	rysuje wykres z użyciem skal logarytmicznych na obu osiach
<code>semilogx(x, y)</code>	rysuje wykres z użyciem skali logarytmicznej na osi x
<code>semilogy(x, y)</code>	rysuje wykres z użyciem skali logarytmicznej na osi y

Wykresy nakładane (używamy funkcji `hold on/off`)

Wywołanie polecenia `hold on` powoduje zamrożenie bieżącego wykresu w oknie graficznym. Następne wykresy generowane poleceniem `plot` są dodawane do bieżącego wykresu.

Grafika 3D

Polecenie `plot3` działa analogicznie do polecenie `plot`. Pojawia się tylko dodatkowa zmienna z. Wygląd linii, kolor, styl, znaczniki opisuje się tak samo jak w przypadku polecenia dwuwymiarowego.

Przykład

```
t=0:pi/50:6*pi;
x=sin(t);y=cos(t);z=t;
plot3(x,y,z)
axis square;
grid on;
```

Wykresy siatkowe i powierzchniowe

Funkcje rysujące wykresy siatkowe i powierzchniowe to `mesh` oraz `surf(Z)`.

Aby utworzyć wykres powierzchniowy należy najpierw utworzyć siatkę współrzędnych (x,y) i znaleźć wysokość (współrzędna z) powierzchni w każdym punkcie tejże siatki. Siatkę punktów nad wybranym obszarem można utworzyć za pomocą funkcji `meshgrid`.

Przykład. Sporządź wykres funkcji $z = \frac{xy(x^2-y^2)}{x^2+y^2}$, $-3 \leq x \leq 3$, $-3 \leq y \leq 3$ obliczając wartości z na obszarze 50×50 we wskazanej domenie.

```
x=linspace(-3,3,50);
y=x;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=X.*Y.*(X.^2-Y.^2)./(X.^2+Y.^2);
mesh(X,Y,Z)
```

Widać, że dostaliśmy wykres siatkowy. Chcąc dostać wykres powierzchniowy wpisujemy `surf(X,Y,Z)`

Oprócz poleceń `plot`, `plot3`, `mesh` oraz `surf` Matlab umożliwia rysowanie wykresów funkcji podanych wzorem. Służą do tego polecenia

<code>fplot('funkcja', [xmin xmax])</code>	wykres funkcji jednej zmiennej w przedziale od <code>xmin</code> do <code>xmax</code>
<code>ezplot('funkcja', [xmin xmax])</code>	automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi <code>x</code>
<code>ezpolar('funkcja', [xmin xmax])</code>	wersja polecenia <code>ezplot</code> dla współrzędnych biegunowych
<code>ezplot3(x,y,z,[tmin tmax])</code>	wykres parametrycznej krzywej przestrzennej o współrzędnych <code>x(t)</code> , <code>y(t)</code> i <code>z(t)</code> , automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi
<code>ezcontour('funkcja', [xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	wykres konturowy funkcji dwóch zmiennych, automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi
<code>ezcontourf('funkcja', [xmin, xmax, ymin,ymax])</code>	wypełniony wykres konturowy funkcji dwóch zmiennych, automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi
<code>ezsurf('funkcja', [xmin, xmax, ymin,ymax])</code>	trójwymiarowy wykres powierzchniowy funkcji dwóch zmiennych, automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi.
<code>ezsurfc('funkcja', [xmin, xmax, ymin,ymax])</code>	trójwymiarowy wykres powierzchniowy oraz dwuwymiarowy konturowy funkcji dwóch zmiennych
<code>ezmesh('funkcja', [xmin, xmax, ymin,ymax])</code>	trójwymiarowy wykres siatkowy funkcji dwóch zmiennych, automatycznie dodaje tytuł wykresu i opis osi
<code>ezmeshc('funkcja', [xmin,xmax,ymin,ymax])</code>	trójwymiarowy wykres siatkowy oraz dwuwymiarowy konturowy funkcji dwóch zmiennych
<code>polar(t,r)</code>	wykres w biegunowym układzie współrzędnych, gdzie <code>t</code> jest wektorem wartości kątów (rad) dla poszczególnych punktów, <code>r</code> - wektor odległości poszczególnych punktów od początku układu współrzędnych

bar (x,y)	wykres słupkowy
sphere (n)	wykres kuli o promieniu 1 i środka w początku układu współrzędnych
cylinder (r,n)	wykres powierzchni obrotowych, r oznacza wektor, który definiuje promień walca w kolejnych punktach wzdłuż osi , n oznacza liczbę punktów siatki na obwodzie walca
hist(x)	histogram
rose(x)	histogram kołowy
fill(x,y)	rysuje wieloboki wypełnione wskazanym kolorem
stairs(x,y)	wykres schodkowy
pie (x,etykiety)	wykres kołowy
quiver	wykres pól wektorowych
elipsoid(cx,cy,cz,rx,ry,rz)	elipsoida o promieniach rx, ry, rz wyśrodkowana względem punktów cx,cy,cz
pie3(x, etykiety)	

Inne funkcje znajdziesz w pomocy help specgraph, help graph2d, help graph3d.

Przykłady

Pole wektorowe

$$z = x^2 + y^2 - 5 \sin(xy), \quad |x| \leq 2, |y| \leq 2$$

```
x=linspace(-2,2,100);
y=x;
[X,Y]=meshgrid(x,y);
Z=X.^2-5*sin(X.*Y)+Y.^2;
[dx,dy]=gradient(Z,.2,.2);
quiver(X,Y,dx,dy,2)
```

wykres kołowy

```
x=[807 3701 731 481 349];
kontynent={'Afryka' 'Azja' 'Europa' 'Ameryka Pln' 'Ameryka Pld'};
pie(x,kontynent)
```

Elipsoida

```
rx=1;
ry=2;
rz=0.5;
cx=1;
cy=2;
xz=3;
ellipsoid(cx,cy,cz,rx,ry,rz)
```

Zadania

1. Utwórz wykres funkcji $y = \sin 2x$ dla $-\pi \leq x \leq \pi$. Następnie przeskaluj go, tak aby $0 \leq x \leq \pi/2$ i $0 \leq y \leq 1$.
2. Narysuj wykres funkcji e^{x^2} dla $0 \leq x \leq 1$ w skali liniowej, w skali logarytmicznej na osi y , w skali logarytmicznej na osi x oraz w skali logarytmicznej na obu osiach. Wykresy te narysuj jako podwykresy w jednym oknie graficznym (użyj funkcji subplot).
3. Narysuj nałożone na siebie wykresy funkcji $\sin(x)$ oraz $\cos(x)$ w przedziale $\langle -\pi, \pi \rangle$. Podpisz wykres i osie, dodaj legendę, funkcję $\sin x$ narysuj czerwoną przerywaną linią, natomiast funkcję $\cos x$ narysuj czarną linią za pomocą rombów.
4. Narysuj wykres funkcji $r^2 = 2 \sin 5t$, $0 \leq t \leq 2\pi$. Użyj polecenia polar.
5. Narysuj powierzchnię funkcji $(x - 5)^2 - (y - 5)^2$ dla $x, y \in \langle 1, 10 \rangle$. Użyj funkcji meshgrid oraz surf.
6. Narysuj wykres krzywej parametrycznej zdefiniowanej za pomocą zależności $x(t) = t \cos(2\pi t)$, $y(t) = t^2 \sin(2\pi t)$, $z(t) = t$ dla $t \in \langle 0, 2\pi \rangle$. Włącz wyświetlanie linii siatki.
7. Narysuj trójwymiarowy wykres kołowy. Na przykład dla danych kryminal – 200, obyczajowa – 100, przygodowa – 50, historyczna – 10, biografia – 20.
8. Narysuj kulę, elipsoidę, histogram oraz histogram kołowy.
9. Używając polecenia fill narysuj trójkąt o współrzędnych $A=(0,0)$, $B=(2,4)$, $C=(4,0)$, który będzie wypełniony czerwonym kolorem.
10. Za pomocą funkcji ezplot narysuj wykres funkcji $f(x) = x \sin(x)$, dla $x \in [-2\pi, 2\pi]$.
11. Korzystając z funkcji ezplot3 sporządź wykres krzywej parametrycznej zdefiniowanej za pomocą zależności $x(t) = t \cos(2\pi t)$, $y(t) = t^2 \sin(2\pi t)$, $z(t) = t$ dla $t \in [0, 2\pi]$.
12. Otwórz nowe okno graficzne i podziel je na dwa wykresy. Na górnym wykresie narysuj powierzchnię funkcji $z = \frac{x^2}{2} + 5 - \sin(x) \cos(y)$ dla $|x| < 2$ i $|y| < 2\pi$ korzystając z funkcji ezmesh, a na dolnym narysuj wykres konturowy tej funkcji korzystając z funkcji ezcontour.
13. Korzystając z funkcji ezpolar sporządź wykres kardiody $r(t) = 1 + \cos(t)$ dla $t \in [0, 2\pi]$.