Ćwiczenia 9 (10) (4 godziny). Wizualizacja i manipulacja w Matlabie

1. Tworzenie animacji

W środowisku Matlab, możemy tworzyć różnego rodzaju wykresy przy wykorzystaniu wzorów funkcyjnych. Jeżeli funkcja posiada dodatkowe parametry to możliwa jest manipulacja takim wykresem i wizualizacja jego postaci po zmianie parametry w okienku graficznym.

Tworzenie wizualizacji oraz manipulacja jej może odbyć się na kilka sposobów. W niniejszym opracowaniu przedstawiono metodę tworzenia macierzy klatek (`getframe`) oraz metodę wykorzystującą polecenie `comet`.

2. Tworzenie macierzy klatek dla wykresów 2D i 3D

Ponieważ każdy narysowany wykres znajduje się w elemencie `figure` możemy wykorzystać polecenie `getframe`, aby zapisać np. do macierzy wartość całego okna. W ten sposób możemy tworzyć w pętli kolejne klatki animacji odrysowywanego wykresu funkcji dla zmienności pewnych jego parametrów.

Koncepcja wydaje się prosta i intuicyjna. Przyjrzyjmy się teraz pętli, która może tworzyć macierz klatek:

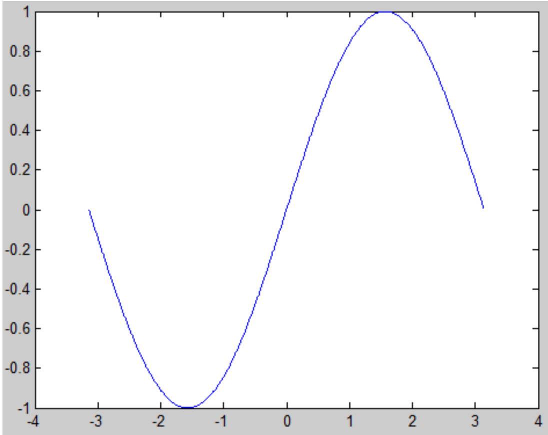
```
for k = 1:10
rysowanie_wykresu();//przykładowa funkcja rysowania – obraz plota do macierza.
M(k) = getframe;
end
```

następnie poniższym poleceniem odtwarzamy powstały w ten sposób film:

```
movie(M,20)
```

Rozważmy funkcję `sin(x)`, gdzie x zmienia się od `[-pi;pi]`.

Wykres funkcji znajduje się poniżej:



Jeżeli funkcję sinus pomnożymy przez wartość skalarną, to zmienimy jej amplitudę na mniejszą lub większą.

Przykład. 1. Stwórz animację zmienności wykresu funkcji `k*sin(x)` dla k `= 1 0.99 0.98 ... 0.99 1`.

Należy najpierw stworzyć macierz klatek przy pomocy polecenia `getframe`, a następnie przy wykorzystaniu polecenia:

```
movie(M,n,fps);
```

przekazać macierz klatek M, liczbę powtórzeń animacji n oraz podać liczbę klatek na sekundę `fps`.

Poniżej znajduje się skrypt tworzący macierz M:

```
clear;
set(gcf,'NumberTitle','Off','MenuBar','None','Name','Animacja funkcji k*sin(x)');

W=[1:-0.01:0 0.01:0.01:1];
[m,n]=size(W);
x=-pi:0.01:pi;
for k = 1:n
    y=W(k)*sin(x);
    plot(x,y);
    axis equal
    M(k) = getframe;
end
```

Dodatkowo funkcja `set()` modyfikuje nasze okno z wykresem. Polecenie `clear` czyści niepotrzebne zmienne w środowisku. Teraz, macierz `M` jest już gotowa wystarczy więc w konsoli wpisać:

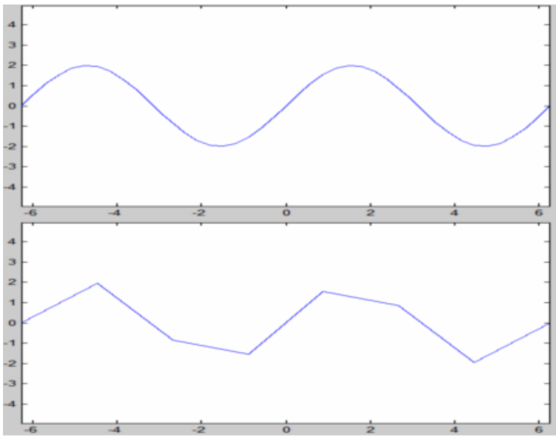
```
movie(M,10,120)
```

aby ujrzeć animację. Szybkością animacji możemy manipulować poprzez zmniejszenie liczby elementów w wektorze k lub manipulację parametru `fps`.

Przykład.2. Wykorzystując animację możemy także przyjrzeć się jaki wpływ ma precyzja rysowania wykresu (liczba par `(x,y)`) na jego wygląd.

Rozważmy poniższy skrypt:

```
clear;
set(gcf,'NumberTitle','Off','MenuB
ar','None','Name','Animacja
funkcji 2*sin(x)');
W=[1:-0.01:0 0.01:0.01:1];
[m,n]=size(W);
for k = 1:n
x=linspace(-2*pi,2*pi,W(k)*50);
    y=2*sin(x);
    plot(x,y);
    axis equal
    M(k) = getframe;
end
movie(M,10,30)
```



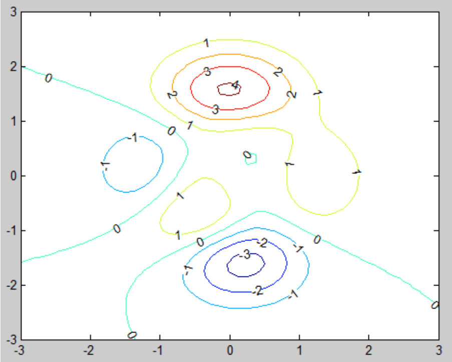
Umieszczenie parametru zmienności jako trzeci argument funkcji `linspace(a,b,n)`, pozwala na obserwację zmienności dokładności wykresu, gdzie a i b określa przedział natomiast n liczbę elementów w wektorze wynikowym.

Przykład.3. Stwórz wykres konturowy dla dowolnej funkcji powierzchniowej.

Najwygodniej wykorzystać gotową funkcja tworząca konturowy wykres `contour()`. Jako przykład powierzchni został wybrany gotowy wykres peaks.

```
W=[1:-0.01:0 0.01:0.01:1];
[m,n]=size(W);
for k = 1:n
x = linspace(-2*pi,2*pi);
y = linspace(0,4*pi);
[X,Y,Z] = peaks;
Z=Z*W(k);
% figure
contour(X,Y,Z,'ShowText','on')

    M(k) = getframe;
end
movie(M,10,30)
```



Podczas zmiany procentowej macierzy Z możemy zaobserwować co się dzieje z powierzchnią na wykresie konturowym.

Przykład.4. Przedstaw animację siatki dowolnego wykresu powierzchniowego przy zmianie wybranego parametru.

Do symulacji wybrano funkcję `sinc`.

```
a=50;
[X,Y] = meshgrid(-a:.5:a);
R = sqrt(X.^2 + Y.^2) + eps;
figure('Resize','off');
W=[1:-0.01:0 0.01:0.01:1];
[m,n]=size(W);
```

```
for k = 1:n
    Z = sin(R*W(k))./(R*W(k));
    mesh(X,Y,Z)
    axis([-a a -a a -0.2 1]);
    M(k) = getframe;
end
movie(M,10,30)
```

Powyższy przykład manipuluje wartościami parametru R. Wartości, podobnie jak w poprzednich przykładach, są zmniejszane od 100% do 0% i z powrotem zwiększane do 100%. Warto zauważyć, że podczas animacji wykresu, osie mogą być modyfikowane. Jeżeli nie chcemy aby osie zmieniały swoją skalę należy użyć polecenia `axis` do ustawienia stałych wartości osi.

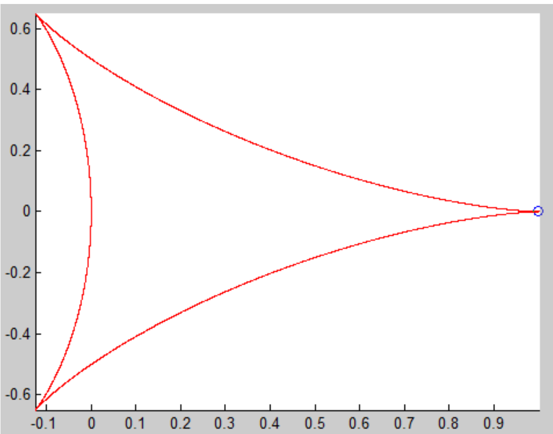
Dzięki temu możemy zaobserwować co dzieje się z wykresem podczas manipulacji wybranych danych.

3. Tworzenie animacji wykresów.

Do tworzenia animacji wykresów możemy wykorzystać też polecenie comet.

Przykład.5. Animacja ruchu punktu po wyznaczonej krzywej zadanej parametrycznie.

```
t = 0:.01:2*pi;
x = cos(2*t).*(cos(t).^2);
y = sin(2*t).*(sin(t).^2);
comet(x,y);
```



Powyższy przykład generuje animację punktu poruszającego się zgodnie z równaniem parametrycznym.

$$\begin{cases} x = \cos(2t)\cos^2(t) \\ y = \sin(2t)\sin^2(t) \end{cases}$$

dla $t \in [0; 2\pi]$.

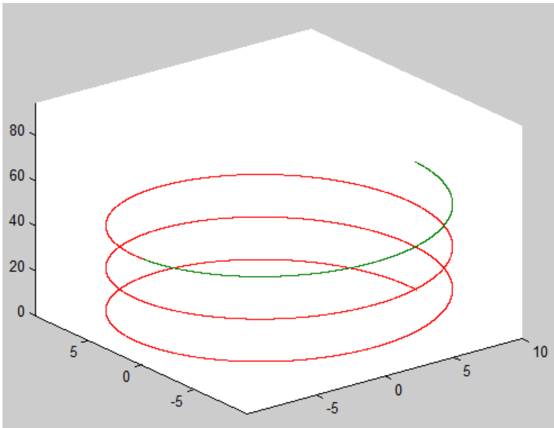
W Matlabie zaimplementowana jest również odmiana 3D tegoż polecenia: `comet3`.

Przykład.6. Zaprezentuj ruch punktu po Helisie kołowej zadanej równaniem:

$$\begin{cases} x = a * \cos(t) \\ y = a * \sin(t) \\ z = b * t \end{cases}$$

dla a=10, b=4. Natomiast parametr $t \in [0; 10\pi]$

```
t=0:0.001:10*pi;
a=10;
b=4;
x = a*cos(t);
y = a*sin(t);
z=b*t;
comet3(x,y,z);
```



Zadania

Zad.1. Stwórz animację zmienności parametru k dla funkcji:

- potęgowej $f(x) = x^k$, dla $k \in [2,4,\ldots,20]$ oraz dla $k \in [1,3,\ldots,21]$
- trygonometrycznej f(x)=sin(x+k*2*pi), dla $k \in [0;1]$

Zad.2. Korzystając z przykładu 4, gdzie zaprezentowano siatkę na wykresie, opracuj animację dla powierzchni tegoż wykresu. Skorzystaj z polecenia surf().

Zad.3. Narysuj wizualizację manipulacją parametru k dla funkcji powierzchniowej:

$$z(x,y) = \cos(kx) + \cos(ky)$$

Na przedziale $(x,y) \in [-20,20]$ oraz dla $k = [1\ 0.99\ 0.98\ \ldots\ 0.99\ 1]$. Wykorzystaj właściwości `figure()` do wyświetlenia animacji na oknie zmaksymalizowanym:

```
figure('Resize','off','units','normalized','outerposition',[0 0 1 1])
```

Zad.4 Zaprezentuj ruch punktu po elipsie o środku $(0,0)$ i promieniach $a = 2$ i $b = 6$.

Zad.5. Zaprezentuj ruch punktu po krzywej zadanej w postaci parametrycznej

```
x = cos(t) + cos(7*t)/2 + sin(17*t)/3
y = sin(t) + sin(7*t)/2 + cos(17*t)/3
```

dla $t \in [0,2\pi]$. Podpowiedź: im mniejszy skok dla `t` tym wolniej będzie poruszać się punkt.

Zad.6. Dana jest cykloida wydłużona:

```
x = a*t - b*sin(t);
y = a-b*cos(t);
```

dla $a = 4$ i $b = 9$. Zaprezentuj ruch punktu po zadanej krzywej dla $t \in [0,20\pi]$.

Zad.7. Zaprezentuj punkt poruszający się po Spirali Archimedesa zadanej parametrycznie:

$$\begin{cases} x = a * t * \cos(t) \\ y = a * t * \sin(t) \end{cases}$$

dla a=0.1 i $t \in [0;50]$.

Zad.8. Zaprezentuj ruch punktu po krzywej Lissajousa:

$$\begin{cases} x = A * \cos(a * t + b) \\ y = B * \cos(c * t + d) \end{cases}$$

dla $A = 20$, $B = 10$ oraz:

$$\begin{bmatrix} a & b \\ c & d \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 10 & 3 \\ 6 & 4 \end{bmatrix}$$

Zad.9. Dana jest krzywa Vivaniego (lemniskata sferyczna):

$$\begin{cases} x = a * \cos^2(t) \\ y = a * \sin(t) * \cos(t) \\ z = a * \sin(t) \end{cases}$$

dla $a = 5$. Przedstaw symulację ruchu punktu po powyższej krzywej.