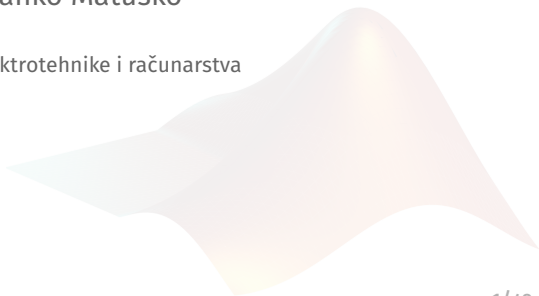


Laboratorij i vještine - MATLAB

Funkcije

Željko Ban
Mato Baotić
Jadranko Matuško

Fakultet elektrotehnike i računarstva



Funkcije

- ▶ **Matlab funkcija** je program koji obavlja niz operacija definiranih unutar tekstualne datoteke (m-funkcije, zbog ekstenzije .m).
- ▶ M-funkcija može prihvaćati jedan ili više ulaznih argumenata odnosno varijabli, te također vraćati kao rezultat jedan ili više izlaznih argumenata odnosno varijabli.
- ▶ Vrste funkcija
 - ▶ Interne funkcije
 - ▶ Funkcije unutar toolboxova
 - ▶ Funkcije definirane od strane korisnika
- ▶ Poziv funkcije `ime_funkcije(arg1,arg2,...,argn);`
- ▶ Kako bi se funkcija mogla pozvati potrebno je da se ona nalazi u trenutnom direktoriju ili u nekom od direktorija koji su dodani u stazu (varijabla `path`)

Logičke funkcije

- Operacije se obavljaju između logičkih varijabli i kao rezultat se također dobiva logička vrijednost (0 ili 1)

Funkcija	Opis
<code>any(x)</code>	Funkcija vraća logičku jedinicu ako je barem jedan član vektora različit od nule
<code>y=all(x)</code>	Funkcija vraća logičku jedinicu ako su svi članovi vektora različiti od nule
<code>y=find(log_izr)</code>	Vraća indekse onih članova vektora koji zadovoljavaju logički izraz
<code>y=isnan(x),</code>	Vraća matricu istih dimenzija kao ulazna matrica x s tim da na mjestima gdje matrica x ima vrijednosti NaN vraća logičku jedinicu.

Logičke funkcije

- Operacije se obavljaju između logičkih varijabli i kao rezultat se također dobiva logička vrijednost (0 ili 1)

Funkcija	Opis
<code>y=isinf(x),</code>	Vraća matricu istih dimenzija kao ulazna matrica <code>x</code> s tim da na mjestima gdje matrica <code>x</code> ima vrijednosti Inf konačnu vrijednost vraća logičku jedinicu.
<code>y=finite(x)</code>	Vraća matricu istih dimenzija kao ulazna matrica <code>x</code> s tim da na mjestima gdje matrica <code>x</code> ima konačnu vrijednost vraća logičku jedinicu.
<code>y=isempty(x)</code>	Vraća logičku jedinicu ukoliko je <code>x</code> prazna matrica tj. ukoliko ima dimenziju 0x0

Logičke funkcije

Primjer

- Generirati niz od 100 slučajnih vrijednosti s uniformnom razdiobom na intervalu [0,1], te izračunati vrijednost funkcije:

$$f(x) = \begin{cases} 2x & x \leq 0.5 \\ 4x^2 & x > 0.5 \end{cases}$$

```
>> x=rand(1,100);  
>> y(find(x<=0.5))=2*x(find(x<=0.5));  
>> y(find(x>0.5))=4*x(find(x>0.5)).^2;
```

Trigonometrijske funkcije

Funkcija	Opis
$y=\sin(x)$	Sinus funkcija kuta u radijanima
$y=\cos(x)$	Cosinus funkcija kuta u radijanima
$y=\tan(x)$	Tangens funkcija kuta u radijanima
$y=\arcsin(x)$, $y=\arccos(x)$, $y=\arctan(x)$	Funkcije arcus sinus, arcus cosinus i arcus tangens
$\phi=\operatorname{atan2}(x,y)$	Arcus tangens funkcija definirana u 4 kvadranta

Eksponencijalne i hiperbolne funkcije

Funkcija	Opis
$y=\exp(x)$	Eksponencijalna funkcija s bazom e
$y=\log(x)$	Logaritamska funkcija s bazom e
$y=\log_{10}(x)$	Logaritamska funkcija s bazom 10
$y=\sinh(x)$, $y=\cosh(x)$, $y=\tanh(x)$	Funkcije sinus hiperbolni, cosinus hiperbolni i tangens hiperbolni
$y=\operatorname{asinh}(x)$, $y=\operatorname{acosh}(x)$, $y=\operatorname{atanh}(x)$	Funkcije arcus sinus hiperbolni, arcus cosinus hiperbolni i arcus tangens hiperbolni

Aritmetičke funkcije

Funkcija	Opis
$y=\text{abs}(x)$	Apsolutna vrijednost broja x
$y=\text{sign}(x)$	Funkcija predznaka (signum funkcija)
$y=\text{round}(x)$	Zaokruživanje prema najbližem cijelom broju
$y=\text{ceil}(x)$, $y=\text{floor}(x)$	Zaokruživanje prema najbližem cijelom broju u smjeru $+\infty$ odnosno $-\infty$
$y=\text{angle}(x)$	Kut kompleksnog broja (u radijanima)
$y=\text{real}(x)$, $y=\text{imag}(x)$	Realni i kompleksni dio kompleksnog broja
$y=\text{conj}(x)$	Konjugirano kompleksna vrijednost broja x
$y=\text{sqrt}(x)$	Kvadratni korijen broja x

Funkcije za obradu vektora i matrica

Funkcija	Opis
<code>y=min(x)</code>	Minimum vektora x
<code>y=max(x)</code>	Maksimum vektora x
<code>y=mean(x)</code>	Srednja vrijednost vektora x
<code>y=median(x)</code>	Median vektora x
<code>y=std(x)</code>	Standardna devijacija vektora x
<code>y=sum(x)</code>	Suma elemenata vektora
<code>y=cumsum(x)</code>	Kumulativna suma elemenata vektora $y=[x_1, x_1+x_2, x_1+x_2+x_3, \dots]$
<code>y=diff(x)</code>	Vektor razlike susjednih elemenata $y(i)=x(i+1)-x(i)$
<code>y=sort(x)</code>	Sortira članove vektora po rastućem redu

Funkcije za obradu vektora i matrica

Funkcija	Opis
<code>y=trace(x)</code>	Trag matrice x (Suma elemenata glavne dijagonale)
<code>y=rank(x)</code>	Rang matrice x (Broj lin. nezavisnih redaka/stupaca)
<code>y=det(x)</code>	Determinanta matrice x
<code>y=eig(x)</code>	Karakteristične vrijednosti matrice x ($\det(\lambda I - x) = 0$)
<code>y=poly(x)</code>	Karakteristični polinom matrice x ($\det(\lambda I - x)$)
<code>y=diag(x)</code>	Vraca vektor koji sadrži elemente glavne dijagonale matrice x
<code>y=inv(x)</code>	Inverzna matrica kvadratne matrice x
<code>y=rot90(x)</code>	Rotacija matrice za 90 stupnjeva

Funkcije za obradu vektora i matrica

Funkcija	Opis
<code>s=blanks(n)</code>	Vraća string koji se sastoji od n praznih mjesta
<code>s=strfind(s1,s2)</code>	Pronalazi string s2 unutar stringa s1 i vraća indekse gdje započinju stringovi s2
<code>s=isstr(s1)</code>	Vraća logičku jedinicu ukoliko je s1 string
<code>s=lower(s1)</code>	Sva slova u stringu s1 pretvara u mala slova
<code>s=upper(s1)</code>	Sva slova u stringu s1 pretvara u velika slova
<code>s=strcat(s1,s2,s3)</code>	Spaja stringove s1,s2 i s3 u jedan string
<code>s=num2str(x)</code>	Pretvara numeričku vrijednost u string

Operacije and nizovima znakova

Primjer

► usporedba dva niza znakova:

```
>>s1 = 'Yes';  
>>s2 = 'No';  
>>tf = strcmp(s1,s2)  
tf =  
    0
```

► Pronalazak niza znakova unutar drugog niza znakova:

```
>> S = 'Find the starting indices of the pattern string';  
>> k = strfind(S, 'in')  
k =  
     2     15     19     45
```

Rad s polinomima u Matlabu

Prikaz polinoma u Matlabu

- ▶ MATLAB prikazuje polinom kao kao vector retke koi sadrže koeficijente polinoma po padajućim potencijama. Na primjer, polinom:

$$p(x) = x^4 + 3x^2 - 2x + 6$$

se u Matlabu prestavlja sljedećim vektorom retkom:

```
P = [1 0 3 -2 6];
```

Rad s polinomima u Matlabu

Izračun vrijednosti polinoma

- ▶ Vrijednost polinoma zadanog vektorom P (vidi prethodni slajd) u točki x proračunava se korištenjem funkcije `polyval(P,x)`.

```
P=[1 0 3 -2 6];  
>> polyval(P,2)  
ans =  
    30
```

- ▶ kao argument funkcije `polyval` x može biti bilo kakav vektor odnosno matrica a rezultatno će vektor odnosno matrica biti istih dimenzija kao x

```
>> polyval(P,[1 2 -1])  
ans =  
     8     30     12
```

- ▶ Proračun iznosa polinoma može se obaviti i matrično ukoliko je matrica X kvadratna i tu se svrhu koristi funkcija `polyvalm(P,X)`.

Rad s polinomima u Matlabu

Korjeni polinoma

- ▶ Korjeni (nultočke) polinoma zadanog vektorom P proračunava se korištenjem funkcije `roots(P)`.
- ▶ Inverzna funkciji `roots(P)` je funkcija `poly(R)` gdje vektor R sadrži korjene polinoma a kao rezultat dobiva se vektor redak P koji predstavlja polinom u standardnoj formi.

```
>> R=roots(P)
R =
   -0.7229 + 1.6475i
   -0.7229 - 1.6475i
    0.7229 + 1.1537i
    0.7229 - 1.1537i
```

```
>> poly(R)
ans =
     1     0     3    -2     6
```

Rad s polinomima u Matlabu

Derivacija polinoma

- Derivacija polinoma zadanog vektorom P proračunava se primjenom funkcije `polyder(P)`, te se kao rezultat dobije vektor koji predstavlja rezultatni polinom.

```
P=[1 0 3 -2 6];  
>> polyder(P)
```

```
ans =
```

```
4      0      6     -2
```

- Ako se funkcija poziva s dva parametra (polinoma) kao `R=polyder(P,Q)` tada vraća derivaciju umnoška polinoma $P(x)Q(x)$, dok u slučaju poziva `[R,S]=polyder(P,Q)` vraća derivaciju kvocijenta polinoma $P(x)$ i $Q(x)$, tj. $P(x)/Q(x)$.

Rad s polinomima u Matlabu

Rastav na parcijalne razlomke

- Kvocijent dvaju polinoma $P(x)/Q(x)$ može se rastaviti na parcijalne razlomke:

$$\frac{P(x)}{Q(x)} = \sum_{i=1}^n \frac{r_i}{x - s_i} + t(x),$$

korištenjem funkcije
`[r,s,t]=residue(P,Q)`.

```
% Zadavanje polinoma P i Q
P =[1 -4 8];
Q =[1 6 8];
% Rastav na parcijalne razlomke
[r,s,t]=residue(P,Q)
r =
    -20
     10
s =
    -4
    -2
t =
     1
```

Rad s polinomima u Matlabu

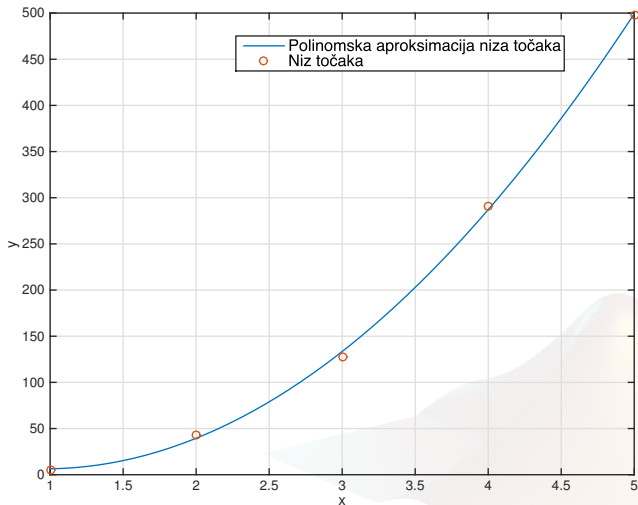
Polinomska aproksimacija niza točaka

- Niz točaka u 2D opisan vektorima X i Y aproksimira se polinomom reda n uz minimalnu kvadratičnu pogrešku aproksimacije (engl least square) pomoću funkcije:
`[P]=polyfit(X,Y,n)`.

```
% generiraj ulazne vektore
x = [1 2 3 4 5];
y = [5.5 43.1 128 290.7 498.4];
% proračun aproksimacijskog polinoma
p = polyfit(x,y,3)
p =
    -0.1917    31.5821   -60.3262    35.3400
```

Rad s polinomima u Matlabu

Polinomska aproksimacija niza točaka



Naredbe odluke i ponavljanja

IF naredba

```
if logicki_izraz
    naredbe;
elseif logicki_izraz
    naredbe;
else
end;
```

```
if a>b&a<3
    a=0;
end;
```

```
if a>b&a<3
    a=0;
elseif a>c
    a=1;
end;
```

Naredbe odluke i ponavljanja

FOR petlja i WHILE petlja

```
for varijabla=izraz  
    naredbe;  
end;
```

```
for i=1:10  
    for j=1:2:6  
        a(i,j)=i+j;  
    end;  
end;
```

```
while logicki_izraz  
    naredbe;  
end
```

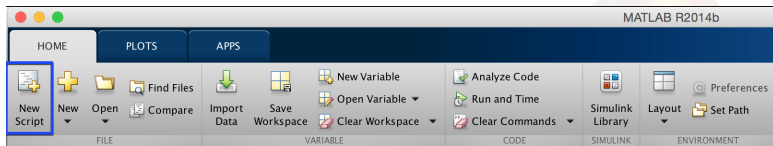
```
while i>1  
    a(i)=5*i  
    i=i-2;  
end;
```

M-datoteke

- ▶ M-datoteka je tekstualna datoteka koja sadrži Matlab naredbe definirane od strane korisnika koja može biti u jednoj od sljedeće dvije forme:
 - ▶ M-skripta
 - ▶ M-funkcije.
- ▶ M-skripta predstavlja niz Matlab naredbi spremljenih u tekstualnu datoteku. Izvođenje M-skripte jednako je slijednom pojedninačnom izvođenju naredbi sadržanih u M-skripti.
- ▶ M-funkcija sa ostalim funkcijama/naredbama komunicira preko skupa ulazno/izlaznih argumenata. Za spremanje lokalnih varijabli koristi se njoj pridruženi blok memorije - funkcijski radni prostor (engl. function workspace).

M-skripta

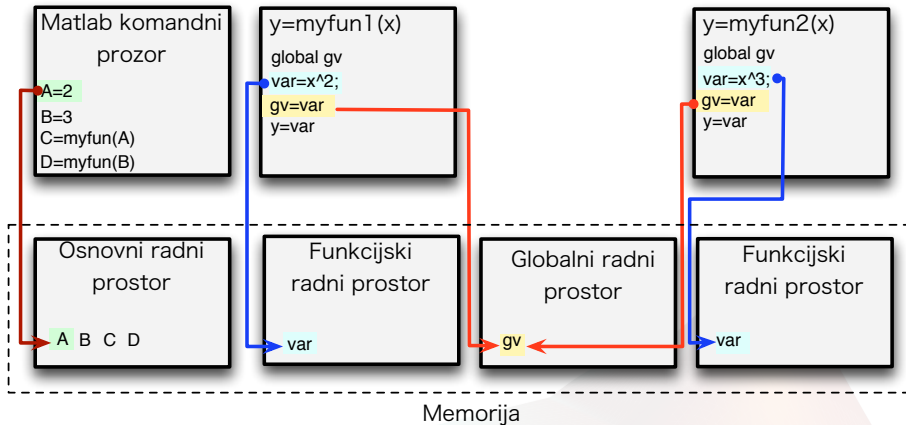
- ▶ M skripta se u Matlabu mogu generirati na jedan od sljedeća tri načina:
 - ▶ Naredbom `edit ime_datoteke.m`, pri čemu se otvara postojeća m-datoteka, ako postoji, odnosno stvara nova, ako ne postoji.
 - ▶ Pomoću kombinacije naredbi `diary on` i `diary off`, pri čemu se sve naredbe izvedene u komandnom prozoru dok god je naredba `diary on` aktivna, spremaju u tekstualnu datoteku `diary`
 - ▶ klikom na ikonicu nova m-datoteka u osnovnom prozoru programskog sustava Matlab.



Radni prostori u Matlabu

- ▶ Tri tipa radnih prostora u Matlabu:
 - ▶ Osnovni radni prostor
 - ▶ Funkcijski radni prostor
 - ▶ Globalni radni prostor
- ▶ Prilikom izvođenja naredbi u komandnom prozoru varijable koje se pritom stvaraju spremaju se u osnovnom radnom prostoru.
- ▶ Prilikom poziva m-funkcija pridružuje joj se odgovarajući funkcijski radni prostor, koji joj služi kao njena lokalna memorija.
- ▶ Ukoliko se iz više različitih funkcija želi pristupiti istoj varijabli tada ju je potrebno deklarirati kao globalnu u svim funkcijama i ona se sprema u globalni radni prostor.

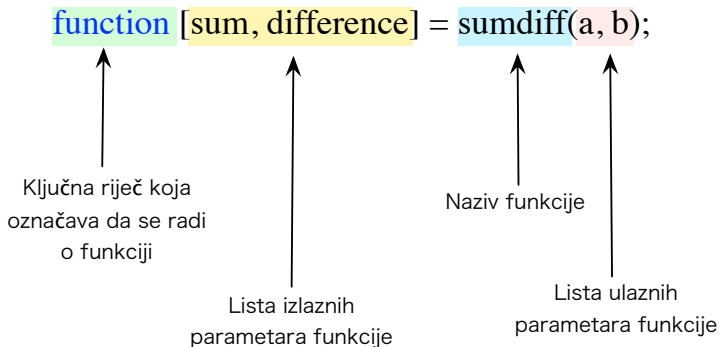
Radni prostori u Matlabu



M-funkcije

- ▶ M-funkcija je tekstualna datoteka koja sadrži ulazne i izlazne parametre.
- ▶ Za razliku od skripti M-funkcije su prikladne za rješavanje općenitih zadataka i mogu se primjeniti na različite skupine podataka.
- ▶ M-skripte koriste radni prostor (memoriju) iz kojeg su pozvane.
- ▶ Ako su pozvane iz komandnog prozora tada koriste osnovni radni prostor (engl. base workspace)
- ▶ Ako su pozvana iz m-funkcije tada za spremanje svojih varijabli m-skripta koristi funkcijski radni prostor pridružen funkciji iz kojeg su pozvane.

M-funkcije



M-funkcije

Primjer: Funkcija za pronalaženje maksimalne vrijednosti u zadanom vektoru

```
function xmax=maxfun(X)
% Komentar funkcije koji se ispisuje kada utipkamo help maxfun
% Provjera ispravnosti poziva funkcije
if nargin~=1
error('Funkcija ima samo jedan ulazni argument')
end;
if nargout~=1
error('Funkcija ima samo jedan izlazni argument')
end;
% Glavni dio funkcije
n=length(X);
xmax=X(1);
for i=1:n-1
if X(i+1)>xmax xmax=X(i+1);
end;
end;
```

M-funkcije

Provjera ispravnosti poziva funkcije

- ▶ Premda ne spada u obvezatni dio funkcije preporuča se zbog jednostavnijeg korištenja prije samo primarnog koda funkcije dodati i dio za provjeru ispravnosti poziva
- ▶ Na taj način se također omogućuje pozivanje funkcija s različitim brojem ulaznih parametara (ulaznih i izlaznih)
- ▶ U tu se svrhu koriste sljedeće funkcije `nargin()`, `nargout()`, `narginchk(min,max)` i `nargoutchk(min,max)`.

Grafički objekti u Matlabu

Prikaz grafova u 2D

- ▶ Prikaz 2D grafova zasniva se na principu *povezivanja točaka*.
- ▶ Prvi je korak generiranje vektora x s vrijednostima u kojima će se proračunavati funkcija $f(x)$.

```
>> x = linspace(0,2*pi,20);
```

- ▶ Sljedeći je korak proračun funkcije u tim točkama:

```
>> y=sin(x);
```

- ▶ Dobivene točke povežemo pravicima naredbom:

```
>> plot(x,y);
```

Grafički objekti u Matlabu

Prikaz grafova u 2D

- Prikaz 2D grafova zasniva se na principu *povezivanja točaka*.
- Prvi je korak generiranje vektora x s vrijednostima u kojima će se proračunavati funkcija $f(x)$.

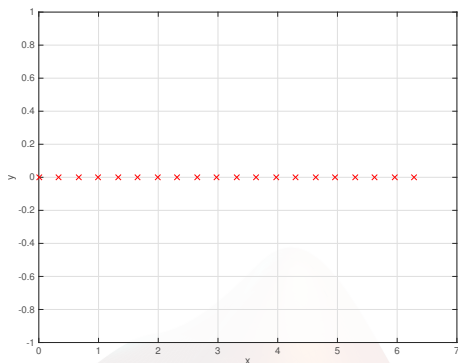
```
>> x = linspace(0,2*pi,20);
```

- Sljedeći je korak proračun funkcije u tim točkama.

```
>> y=sin(x);
```

- Dobivene točke povežemo pravicima naredbom:

```
>> plot(x,y);
```



Grafički objekti u Matlabu

Prikaz grafova u 2D

- Prikaz 2D grafova zasniva se na principu *povezivanja točaka*.
- Prvi je korak generiranje vektora x s vrijednostima u kojima će se proračunavati funkcija $f(x)$.

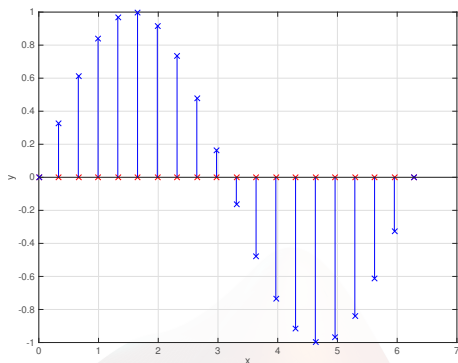
```
>> x = linspace(0,2*pi,20);
```

- Sljedeći je korak proračun funkcije u tim točkama.

```
>> y=sin(x);
```

- Dobivene točke povežemo pravicima naredbom:

```
>> plot(x,y);
```



Grafički objekti u Matlabu

Prikaz grafova u 2D

- Prikaz 2D grafova zasniva se na principu *povezivanja točaka*.
- Prvi je korak generiranje vektora x s vrijednostima u kojima će se proračunavati funkcija $f(x)$.

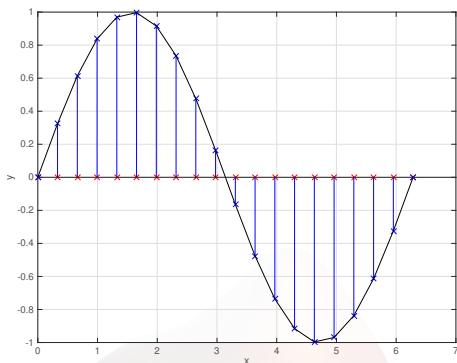
```
>> x = linspace(0,2*pi,20);
```

- Sljedeći je korak proračun funkcije u tim točkama.

```
>> y=sin(x);
```

- Dobivene točke povežemo pravicima naredbom:

```
>> plot(x,y);
```



Grafički prikaz 3D ploha u Matlabu

- ▶ U prvom se koraku generiraju vektori x i y .

```
>> x = linspace(-2,2,20);  
>> y = linspace(-2,2,20);
```

- ▶ Sljedeći je korak kreiranje mreže točaka u 2D.

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

- ▶ Proračunava se vrijednost funkcije $z = f(x,y)$.

```
>> Z = X.^2+Y.^2;
```

- ▶ Kao posljednji korak iscrtava se ploha $z = f(x,y)$.

```
>> surf(X,Y,Z);
```

Grafički prikaz 3D ploha u Matlabu

- ▶ U prvom se koraku generiraju vektori x i y .

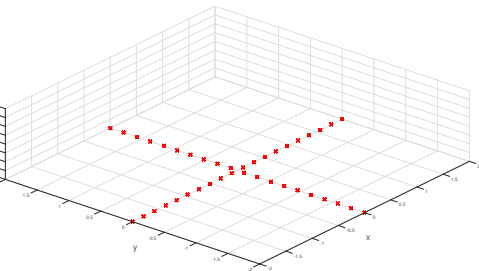
```
>> x = linspace(-2,2,20);  
>> y = linspace(-2,2,20);
```

- ▶ Sljedeći je korak kreiranje mreže točaka u 2D.

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

- ▶ Proračunava se vrijednost funkcije $z = f(x,y)$.

```
>> Z = X.^2+Y.^2;
```



- ▶ Kao posljednji korak iscrtava se ploha $z = f(x,y)$.

```
>> surf(X,Y,Z);
```

Grafički prikaz 3D ploha u Matlabu

- U prvom se koraku generiraju vektori x i y .

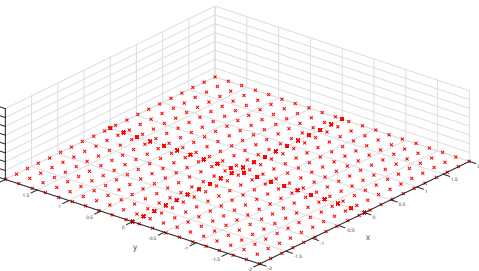
```
>> x = linspace(-2,2,20);  
>> y = linspace(-2,2,20);
```

- Sljedeći je korak kreiranje mreže točaka u 2D.

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

- Proračunava se vrijednost funkcije $z = f(x,y)$.

```
>> Z = X.^2+Y.^2;
```



- Kao posljednji korak iscrtava se ploha $z = f(x,y)$.

```
>> surf(X,Y,Z);
```

Grafički prikaz 3D ploha u Matlabu

- U prvom se koraku generiraju vektori x i y .

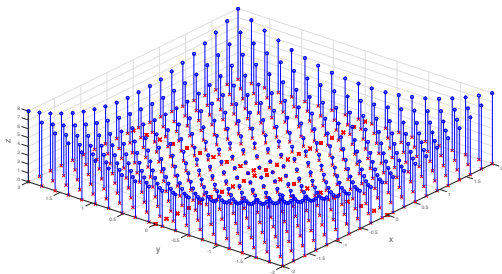
```
>> x = linspace(-2,2,20);  
>> y = linspace(-2,2,20);
```

- Sljedeći je korak kreiranje mreže točaka u 2D.

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

- Proračunava se vrijednost funkcije $z = f(x,y)$.

```
>> Z = X.^2+Y.^2;
```



- Kao posljednji korak iscrtava se ploha $z = f(x,y)$.

```
>> surf(X,Y,Z);
```

Grafički prikaz 3D ploha u Matlabu

- U prvom se koraku generiraju vektori x i y .

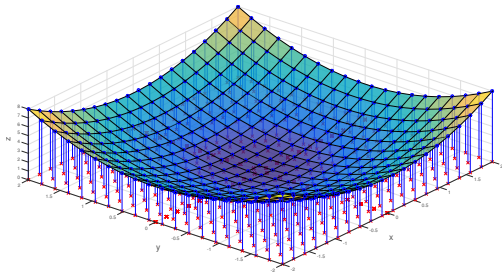
```
>> x = linspace(-2,2,20);  
>> y = linspace(-2,2,20);
```

- Sljedeći je korak kreiranje mreže točaka u 2D.

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

- Proračunava se vrijednost funkcije $z = f(x, y)$.

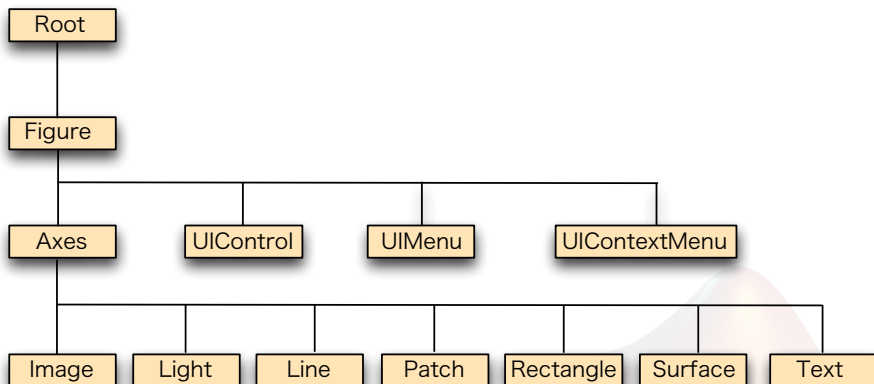
```
>> Z = X.^2+Y.^2;
```



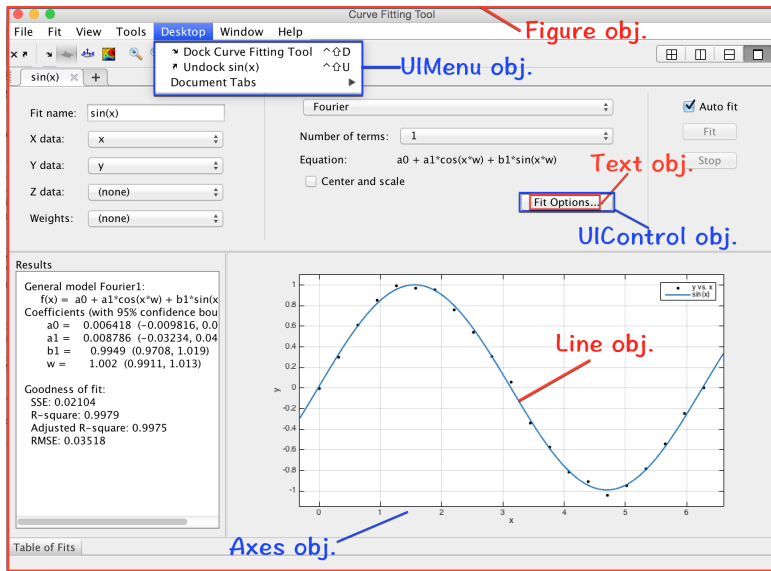
- Kao posljednji korak iscrtava se ploha $z = f(x, y)$.

```
>> surf(X,Y,Z);
```

Grafički objekti u Matlabu



Grafički objekti u Matlabu



Grafički objekti u Matlabu

- ▶ Matlab grafički sustav je objektno orijentiran sustav zasnovan na hierarhijskom odnosu između pojedinih objekata (roditelj-dijete sustav).
- ▶ Svaki objekt je karakteriziran sa skupom svojstava.
- ▶ Da bi kreirali određeni grafički objekt u Matlabu prethodno mora biti kreiran njegov *roditelj* objekt.

```
figure;  
axes;  
plot(0:0.1:2*pi, sin(0:0.1:2*pi));
```

- ▶ Krajnji korisnik ipak ne mora brinuti o spomenutoj hijerarhiji već može samo upisati naredbu:

```
plot(0:0.1:2*pi, sin(0:0.1:2*pi));
```

dok će se sam sustav pobrinuti sa se prethodno kreiraju potrebni (*roditelji*) objekti.

Grafički objekti u Matlabu

- ▶ Svaki grafički objekt u Matlabu ima odgovarajući identifikator (*handle*), koji je ujedno i pokazivač na taj objekt.
- ▶ Ovisno o složenosti grafičkog objekta postojat će veći ili manji broj pokazivača na pojedine njegove podobjekte.
- ▶ Većina grafičkih funkcija vraća kao rezultat i pokazivač na kreirani objekt npr:

```
h1=figure;  
h2=axes;  
h3=plot(0:0.1:2*pi, sin(0:0.1:2*pi));
```

- ▶ Za već kreirane objekte figure i axes pokazivač se može dobiti pomoću naredbi **h=gcf** (engl. get current figure) i **h=gca** (engl. get current axes).
- ▶ Pokazivači na grafičke objekte koriste za isčitavanje i promjenu svostava grafičkih objekata i u tu se svrhu koriste funkcije **get(h,PropertyName)** i **set(h,PropertyName,Value)**.

2D grafičke funkcije u Matlabu

- ▶ Važnije funkcije (`plot`, `bar`, `stem`, `stairs`)
- ▶ Kao prvi korak potrebno generirati vektor x koji sadrži vrijednosti u kojima se izračunava funkcija $y = f(x)$, te nakon izračunavanja graf funkcije se iscrtava.

```
>> plot(x, y);
```

- ▶ Ove funkcije primaju i dodatne parametre koji definiraju izgled samog grafa (npr. boja i vrsta linija)

2D grafičke funkcije u Matlabu

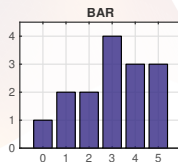
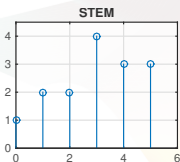
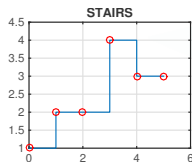
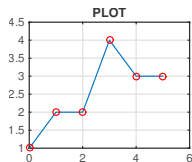
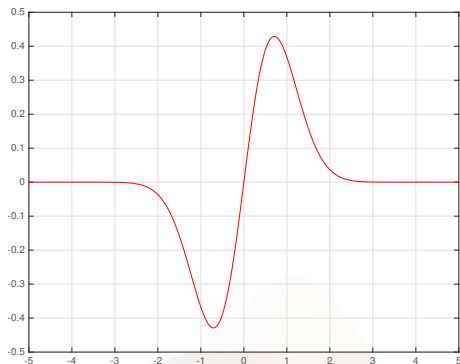
Oznaka	Boja	Oznaka	Vrsta linije
y	žuta	-	puna
m	ljubičasta	:	točkasta
c	svjetloplava	-.	crta-točka
r	crvena	—	isprekidana
g	zelena		
b	plava		
w	bijela		
k	crna		

2D grafičke funkcije u Matlabu

Primjer

- Nacrtati graf funkcije $y = xe^{-x^2}$ na intervalu $(-5, 5)$

```
x=linspace(-5,5,500);  
y=x.*exp(-x.^2);  
plot(x,y,'r'),  
grid on;
```



3D grafičke funkcije u Matlabu

Primjer

- Nacrtati graf funkcije $z = \sin(x^2 + y^2)$ na području $-2 \leq x \leq 2$ i $-2 \leq y \leq 2$.

```
>> x1=linspace(-2,2,100);  
>> y1=linspace(-2,2,100);  
>> [x,y]=meshgrid(x1,y1);  
>> z=sin(x.^2+y.^2);  
>> surf(x,y,z);
```

