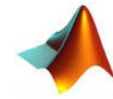
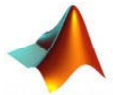


Uvod u programski sustav MATLAB



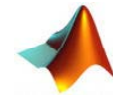
Cilj

- Upoznavanje s osnovama rada u MATLABU
 - Organizacija i struktura podataka
 - Aritmetičke i logičke operacije
 - Grafovi i prikazi krivulja
 - MATLAB Symbolic toolbox
- Ciljna skupina
 - Početnici koji će koristiti MATLAB



Sadržaj

- Uvod
- Pokretanje i organizacija MATLABA
- Varijable
- Operacije
- Funkcije
- Optimizacija koda u MATLABU
- Grafičke funkcije
- MATLAB Symbolic Toolbox

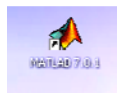


Uvod

- Programi za obradu laboratorijskih rezultata mjerenja
 - MATLAB, Matrixx, Easy
- MATLAB = MATrix LABoratory
 - Mathworks Inc.
 - Svojstva
 - Matrični kalkulator interpreterskog tipa
 - Grupiranje naredbi u skripte i funkcije
 - Otvorenost – razvoj toolboxova

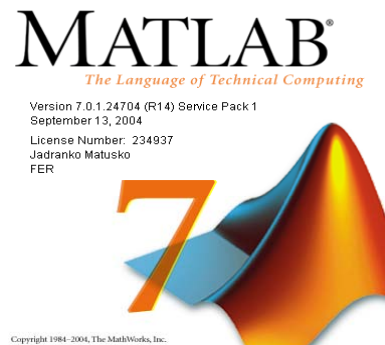
Pokretanje Matlaba

- Ikonom na desktopu



- Izbornik (Start–Programs–Matlab–Matlab)

- Upisom naredbe `matlab` u `run` prozor unutar START izbornika



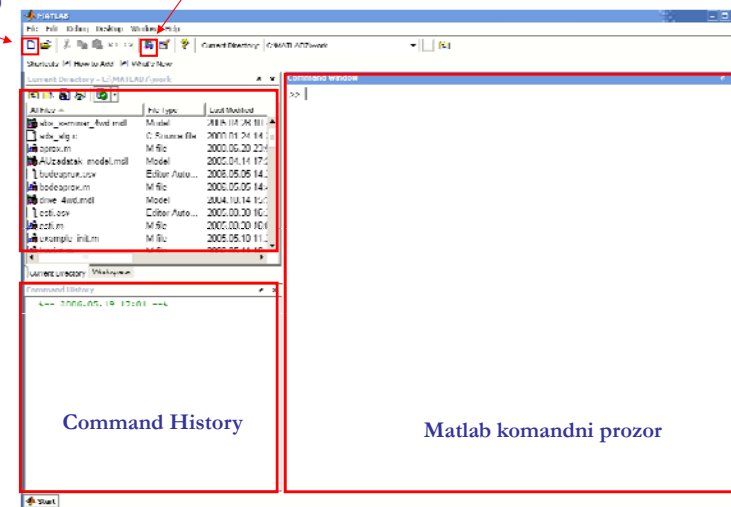
MATLAB REFERALNI CENTAR

Osnovne komponente MATLAB okruženja

Novi m-file
(m-file editor/debugger)

Simulink

Trenutni direktorij



MATLAB REFERALNI CENTAR

Naredbe pomoći i izlaza

- `help`
- `lookfor`
- Izlaz iz MATLABA
 - `quit`
 - File – Exit
 - Zatvaranje osnovnog prozora MATLABA
- MATLAB razlikuje mala i velika slova

MATLAB REFERALNI CENTAR

Naredbe pomoći i izlaza

`lookfor`

```
>> lookfor label
PLOTYY Graphs with y tick labels on the left and right.
TEXTLABEL Produces the TeX format from a character string.
XLABEL X-axis label.
YLABEL Y-axis label.
ZLABEL Z-axis label.
CLABEL Contour plot elevation labels.
```

`help`

```
>> help xlabel
XLABEL X-axis label.
XLABEL('text') adds text beside the X-axis on the current axis.

XLABEL('text','Property1',PropertyValue1,'Property2',PropertyValue2,...)
sets the values of the specified properties of the xlabel.

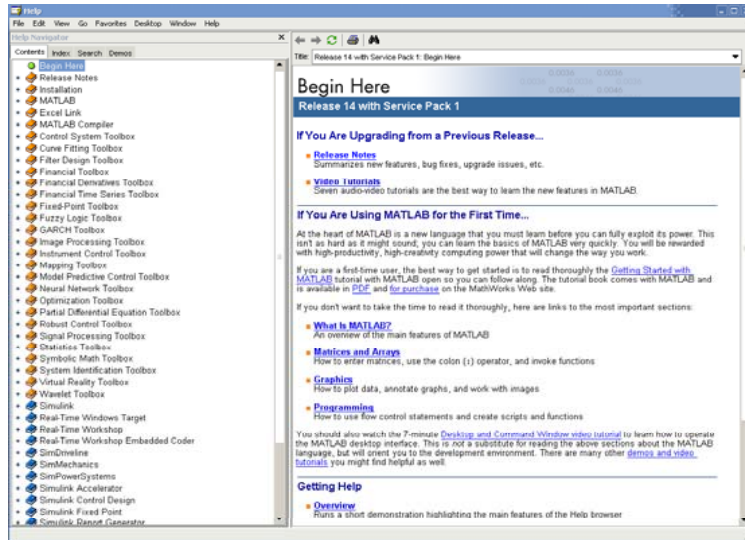
H = XLABEL(...) returns the handle to the text object used as the label.

See also YLABEL, ZLABEL, TITLE, TEXT.
```

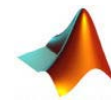
MATLAB REFERALNI CENTAR



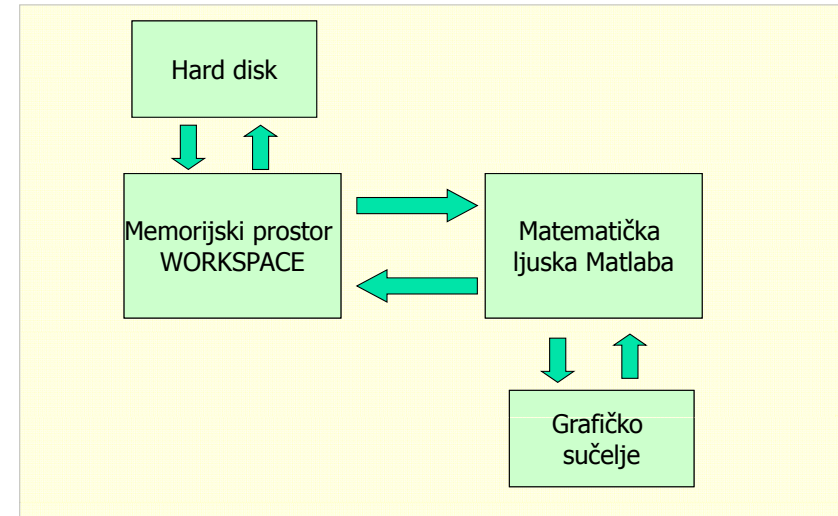
Naredbe pomoći i izlaza



MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcionalna struktura MATLABA



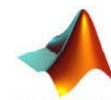
MATLAB REFERALNI CENTAR



Varijable

- Prema sadržaju elemenata matrice
 - Realne
 - Kompleksne
 - Simboličke
 - Polja cell-ova
 - Strukture
- Prema vidljivosti na
 - Lokalne
 - Globalne
- Prema izvoru nastanka:
 - Interne
 - Eksterne

MATLAB REFERALNI CENTAR



Interne varijable

- $\text{eps}=2.2204\text{e-}16$
 - točnost realnih brojeva(razlika između 1.0 i prvog većeg)
- $\text{realmin}=2.2250733858507202\text{e-}308$
 - vrijednost najmanjeg realnog broja
- $\text{realmax}=1.797697134862316\text{e+}308$
 - vrijednost najvećeg realnog broja
- $\text{pi}=3.14154265358979$
 - vrijednost broja π
- $\text{Inf}=1/0$
- $\text{Nan}=0/0$
- i, j imaginarna jedinica kompleksnih brojeva

MATLAB REFERALNI CENTAR

Eksterne varijable

- Ime varijable
 - 19 alfanumeričkih znakova
 - Slova engleske abecede, brojke i _ (underscore)
 - Ime uvijek počinje slovom
- Definiranje varijabli

```
>>b=[1;2;3+4j]
```

```
b =  
  
1.0000  
2.0000  
3.0000 + 4.0000i
```

```
>> c=[1 2 3;2 2 1;3 2 5]
```

```
c =  
  
1 2 3  
2 2 1  
3 2 5
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Definiranje niza brojeva

- $d1=[var_min:prirast:var_max]$
- $d2=[var_min:var_max]$
- $d3=linspace(min,max,br_toc)$
- $d4=logspace(n1,n2,br_toc)$

```
>> d1=[0:0.5:3]
```

```
d1 =  
  
0 0.5000 1.0000 1.5000 2.0000 2.5000 3.0000
```

```
>> d2=linspace(1,-1,5)
```

```
d2 =  
  
1.0000 0.5000 0 -0.5000 -1.0000
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Ekstrakcija dijela matrice

- $ime_var(n1:n2,m1:m2)$

```
A =  
  
1 4 2  
3 6 1  
6 8 3
```

```
>> A(:,1)
```

```
ans =  
  
1  
3  
6
```

```
>> A(2:3,2:3)
```

```
ans =  
  
6 1  
8 3
```

```
>> A(1,3)
```

```
ans =  
  
2
```

```
>> A(end,1:end)
```

```
ans =  
  
6 8 3
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Strukture i polja cell-ova

- Omogućuju grupiranje podataka **različitih tipova** i **dimenzija** u jednu cjelinu

```
>> T={'Tlak',2,[1.2 1.25 1.1 1 1.2]}  
T =  
  
'Tlak' [2] [1x5 double]
```

```
Mjerenje=struct('Name','Tlak','Ts',2,'data',[1.2  
1.25 1.1 1 1.2])  
Mjerenje =  
Name: 'Tlak'  
Ts: 2  
data: [1.2000 1.2500 1.1000 1 1.2000]
```

```
>> T{3}  
ans =  
1.20 1.25 1.10 1.00 1.20  
>> T{3}(2)  
ans =  
1.2500
```

```
>> Mjerenje.data  
ans =  
1.2000 1.2500 1.1000 1.0000 1.2000  
>> Mjerenje.data(2)  
ans =  
1.2500
```

MATLAB REFERALNI CENTAR



Brisanje varijabli

- `clear` – briše sve varijable iz workspace-a
- `clear a, b, c` –briše varijable a, b i c iz workspace-a
- `clear global` – briše globalne varijable iz workspace-a
- `clear d*`
- Brisanje pomoću prozora workspace-a



Spremanje varijabli na disk

- Spremanje i učitavanje varijabli
 - `save ime_datoteke`
 - `save ime_datoteke var1,var2,var3`
 - `save ime_datoteke var1,var2,var3 –ascii`
 - `load ime_datoteke`
- Naredbe operacijskog sustava
 - `pwd, cd, what, delete, type`
 - `!naredba` –prosljđivanje naredbe operacijskom sustavu



Operacije MATLABA

- Aritmetički operatori
- Relacijski operatori
- Logički operatori
- Naredbe odluke i ponavljanja
- Funkcije



Aritmetički operatori

Prioritet	Operator	Opis
1	()	Grupiranje i prioritet
2	' '	Konjugiranje i transponiranje Transponiranje
3	^ .^	Potenciranje Potenciranje između elemenata
4	* .* / \ ./	Matrično množenje Množenje među elementima matrica Desno dijeljenje ($X*Y^{-1}$) Lijevo dijeljenje ($Y^{-1}*X$) Dijeljenje među elementima matrica
5	+ -	Zbrajanje Oduzimanje

Aritmetički operatori-primjer

```
>> A=[1+i 2; 4 3+2i]
A =
 1.0000 + 1.0000i  2.0000
 4.0000          3.0000 + 2.0000i
```

```
>> B=A'
B =
 1.0000 - 1.0000i  4.0000
 2.0000          3.0000 - 2.0000i
```

```
>> C=A.'
C =
 1.0000 + 1.0000i  4.0000
 2.0000          3.0000 + 2.0000i
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Aritmetički operatori -primjer

$$A = \begin{bmatrix} 1+i & 2 \\ 4 & 3+2i \end{bmatrix}$$

```
>> B=A^2
B =
 8.0000 + 2.0000i  8.0000 + 6.0000i
16.0000 +12.0000i 13.0000 +12.0000i
```

```
>> B=A.^2
B =
 0 + 2.0000i  4.0000
16.0000      5.0000 +12.0000i
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Aritmetički operatori - primjer

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 4 & 3 \end{bmatrix}$$

```
>> A*B
ans =
 5  4
15 6
```

$$B = \begin{bmatrix} 3 & 0 \\ 1 & 2 \end{bmatrix}$$

```
>> A.*B
ans =
 3  0
 4  6
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Aritmetički operatori - primjer

■ Sustav lin. jednadžbi

$$\begin{bmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 1 & -1 & 1 \\ 3 & 1 & 2 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 9 \\ 0 \\ 7 \end{bmatrix}$$

```
>> X=A\B
X =
 1.0000
 2.0000
 1.0000
```

■ Poddeterminiran sustav (npr. zadane samo prve dvije jednadžbe)

```
>> X=A(1:2,:)\B(1:2)
X =
 0
 1.8000
 1.8000
```

■ Ukoliko je sustav predeterminiran tada $X=A \setminus B$ daje least square rješenje

MATLAB REFERALNI CENTAR

Relacijski operatori

- Kao rezultat operacije se dobiva logička vrijednost (0 ili 1)

Operator	Opis	Primjer
<	Manje	a<b
<=	Manje ili jednako	a<=b
>	Veće	a>b
>=	Veće ili jednako	a>=b
==	Jednako	a==b
~=	Različito	a~=b

MATLAB REFERALNI CENTAR

Relacijski operatori - primjer

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 6 & 3 & 3 \\ 1 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

```
>> A>=B
ans =
     0     1     0
     1     1     1
```

```
>> A>2
ans =
     0     1     0
     0     1     1
```

```
>> A~=B
ans =
     1     0     1
     1     0     1
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Logički operatori

Operator	Opis	Primjer
&	Logičko I	A&B
	Logičko ILI	A B
~	Logički komplement	~A
xor	Logičko ekskluzivno ILI	xor(A,B)

MATLAB REFERALNI CENTAR

Logički operatori - primjer

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 3 & 2 \\ 2 & 5 & 4 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 6 & 3 & 3 \\ 1 & 5 & 2 \end{bmatrix}$$

```
>> A>2&B<3
ans =
     0     0     0
     0     0     1
```

```
>> ~(A<3)
ans =
     0     1     0
     0     1     1
```

```
>> A&A>2
ans =
     0     1     0
     0     1     1
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Naredbe odluke i ponavljanja

■ if naredba

SINTAKSA

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

PRIMJER

```
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

SINTAKSA

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

while petlja

```
while logicki_izraz
    naredbe;
end
```

PRIMJER

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

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

Funkcije

■ Vrste funkcija

- Interne funkcije
- Funkcije unutar toolboxova
- Funkcije definirane od strane korisnika

■ Pozivanje 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 (path)
- Direktoriji u kojima se nalaze interne i toolbox funkcije su automatski dodane u stazu kod instalacije
- Direktoriji s korisničkim funkcijama se dodaju pomoću naredbe `addpath mydir;`

Podjela funkcija

■ Elementarne matematičke funkcije

- Trigonometrijske i ciklotometrijske funkcije
- Logaritamske i hiperbolne funkcije
- Ostale funkcije

■ Funkcije za obradu vektora i matrica

■ Funkcije za rad s polinomima

■ M funkcije



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
$y=\text{asin}(x)$	Arcus sinus funkcija $-1 \leq x \leq 1$
$y=\text{acos}(x)$	Arcus cosinus funkcija $-1 \leq x \leq 1$
$y=\text{atan}(x)$	Arcus tangens funkcija
$\text{phi}=\text{atan2}(x,y)$	Arcus tangens funkcija definirana u 4 kvadranta

MATLAB REFERALNI CENTAR



Logaritamske 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
$y=\sinh(x)$	Funkcija sinus hiperbolni
$y=\cosh(x)$	Funkcija cosinus hiperbolni
$y=\tanh(x)$	Funkcija tangens hiperbolni
$y=\text{asinh}(x)$	Funkcija arcus sinus hiperbolni
$y=\text{acosh}(x)$	Funkcija arcus cosinus hiperbolni
$y=\text{atanh}(x)$	Funkcija arcus tangens hiperbolni

MATLAB REFERALNI CENTAR



Ostale 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
$y=\text{ceil}(x)$	Zaokruživanje prema najbližem cijelom broju u smjeru $+\infty$
$y=\text{floor}(x)$	Zaokruživanje prema najbližem cijelom broju u smjeru $-\infty$
$y=\text{angle}(x)$	Kut kompleksnog broja (u radijanima)
$y=\text{real}(x)$	Realni dio kompleksnog broja
$y=\text{imag}(x)$	Imaginarni dio kompleksnog broja
$y=\text{conj}(x)$	Konjugirano kompleksna vrijednost broja x
$y=\text{sqrt}(x)$	Kvadratni korijen broja x

MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcije za obradu vektora i matrica

■ Definiranje matrica

Funkcija	Opis
$y=\text{zeros}(m)$ $y=\text{zeros}(m,n)$	Matrica čiji su svi elementi jednaki nula
$y=\text{ones}(m)$ $y=\text{ones}(m,n)$	Matrica čiji su svi elementi jednaki jedinici
$y=\text{eye}(m)$, $y=\text{eye}(m,n)$	Jedinična matrica
$y=\text{rand}(m)$ $y=\text{rand}(m,n)$	Matrica slučajnih vrijednosti na $[-1,1]$ s uniformnom razdiobom
$y=\text{randn}(m)$ $y=\text{randn}(m,n)$	Matrica slučajnih vrijednosti na $[-1,1]$ s normalnom razdiobom

MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcije za obradu vektora i matrica

■ Relacijske i logičke funkcije

Funkcija	Opis
$y = \text{any}(x)$	Funkcija vraća logičku jedinicu ako je barem jedan član vektora različit od nule
$y = \text{all}(x)$	Funkcija vraća logičku jedinicu ako su svi članovi vektora različiti od nule
$y = \text{find}(\text{log_izraz})$	Vraća indekse onih članova vektora koji zadovoljavaju logički izraz
$y = \text{isnan}(x)$ $y = \text{isinf}(x)$ $y = \text{finite}(x)$	Vraća matricu istih dimenzija kao ulazna matrica x s tim da na mjestima gdje matrica x ima vrijednosti NaN, Inf ili konačnu vrijednost vraća logičku jedinicu.
$y = \text{isempty}(x)$	Vraća logičku jedinicu ukoliko je x prazna matrica tj. ukoliko ima dimeziju 0×0

MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcije za obradu vektora i matrica

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

MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcije za obradu vektora i matrica

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

MATLAB REFERALNI CENTAR



Funkcije za obradu stringova

Funkcija	Opis
$s = \text{blanks}(n)$	Vraća string koji se sastoji od n praznih mjesta
$s = \text{findstr}(s1, s2)$	Pronalazi string $s2$ unutar stringa $s1$ i vraća indekse gdje započinju stringovi $s2$
$s = \text{isstr}(s1)$	Vraća logičku jedinicu ukoliko je $s1$ string
$s = \text{lower}(s1)$	Sva slova u stringu $s1$ pretvara u mala slova
$s = \text{upper}(s1)$	Sva slova u stringu $s1$ pretvara u velika slova
$s = \text{strcat}(s1, s2, s3)$	Spaja stringove $s1, s2$ i $s3$ u jedna string
$s = \text{num2str}(x)$	Pretvara numeričku vrijednost u string

MATLAB REFERALNI CENTAR

Funkcije za rad s polinomima

- Polinomi se u Matlabu predstavljaju s vektorima koji sadržavaju koeficijente uz pojedine potencije varijable x
- Primjer

Polinom: $P(x)=x^4-x^2+2x$

Matlab: $P=[1\ 0\ -1\ 2\ 0]$

MATLAB REFERALNI CENTAR

Funkcije za rad s polinomima

Funkcija	Opis
$x=\text{roots}(P)$	Korijeni polinoma P
$P=\text{poly}(x)$	Vraća polinom na temelju korijena polinoma
$R=\text{conv}(P,Q)$	Množenje polinoma P i Q
$[R,S]=\text{deconv}(P,Q)$	Dijeljenje polinoma P/Q (R je rezultat dijeljenja a S ostatak)
$Q=\text{polyder}(P)$	Derivacija polinoma P
$P=\text{polyfit}(x,y,n)$	Metodom najmanjih kvadrata računaju se koeficijenti polinoma $P(x)$ n -tog reda

MATLAB REFERALNI CENTAR

Funkcije za rad s polinomima-primjer

$$P(x)=x^3-5x^2+8x-6$$

$$Q(x)=x^2-4x+3$$

```
>> R=roots(P)
R =
 3.0000
 1.0000 + 1.0000i
 1.0000 - 1.0000i

>> P=poly(R)
P =
 1.0000 -5.0000 8.0000 -6.0000
```

```
>> P=[1 -5 8 -6];
>> Q=[1 -4 3];
```

$P(x)$

$Q(x)$

```
>> R=conv(P,Q)
R =
 1 -9 31 -53 48 -18
```

$P(x)Q(x)$

```
>> R=polyder(P)
R =
 3 -10 8
```

$P'(x)$

```
>> [R,S]=deconv(P,Q)
R =
 1 -1
S =
 0 0 1 -3
```

$P(x)/Q(x)$

MATLAB REFERALNI CENTAR

M funkcije

- M-datoteka je tekstulna datoteka koja sadrži Matlab naredbe definirne od strane korisnika
 - M-skripte
 - M-funkcije


```
function out=myfun(in1,in2,...)
%komentar
Naredbe i pozivi drugih funkcija
Out=...
```
 - Sve varijable koje se koriste unutar funkcije su lokalne osim onih koje eksplicitno deklarirane kao globalne (global a)
 - Pozivanje m-funkcije
 - `ime_fun(in1,in2,...)`
 - `feval('ime_fun',in1,in2,...)`

MATLAB REFERALNI CENTAR

M funkcije - primjer

- Funkcija za pronalaženje najvećeg elementa vektora X

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

MATLAB REFERALNI CENTAR

Poboljšanje performanci

- Prednost korištenju m-funkcija u odnosu na m-skripte zbog bržeg izvršavanja
- Prealokacija memorije

```
A = rand(100);
y = ones(100,1);
dt = 0.001;
for n = 1:(1/dt)
y(:,n+1) = y(:,n) + dt*A*y(:,n);
end
```

SPORO

```
A = rand(100,1001);
y = ones(100,1);
dt = 0.001;
for n = 1:(1/dt)
y(:,n+1) = y(:,n) + dt*A*y(:,n);
end
```

BRZO

MATLAB REFERALNI CENTAR

Poboljšanje performanci

- Vektorizacija s ciljem eliminacije petlji

```
x=linspace(-5,5,500);
n=length(x);
for i=1:n
    y(i)=x(i)*exp(-x(i)^2);
end;
```

SPORO

```
x=linspace(-5,5,500);
y=x.*exp(-x.^2)
```

BRZO

MATLAB REFERALNI CENTAR

Poboljšanje performanci

- Korištenje maski

$$f(x) = \begin{cases} 2\pi \cdot \cos(x) & x \leq 0.5 \\ 0 & x > 0.5 \end{cases}$$

```
f = zeros(size(x));
for j = 1:length(x)
if abs(x(j)) <= 0.5
f(j) = 1 + cos(2*pi*x(j));
end;
end;
```

SPORO

```
f = zeros(size(x));
mask = (abs(x) < 0.5);
f(mask) = 1 + cos(2*pi*x(mask));
```

BRZO

MATLAB REFERALNI CENTAR

Poboljšanje performanci

m-funkcija

```
function y=mymax(x)
n=length(x);
xm=x(1);
for i=2:n
    if xm<x(i)
        xm=x(i);
    end;
end;
y=xm;
```

```
mex -setup
mex mymax.c
```

mex funkcija

```
#include "math.h"
#include "mex.h"
void mexFunction(int nlhs, mxArray *plhs[ ], int nrhs,
const mxArray *prhs[ ])
{
    long int i,n;
    double *x,*y,xm;
    x=mxGetPr(prhs[0]);
    n=mxGetN(prhs[0]);
    xm=x[0];
    for (i=0;i<n-1;i++)
    {
        if (xm<x[i])
            xm=x[i];
    }
    plhs[0] = mxCreateDoubleMatrix(1, 1, mxREAL);
    y = mxGetPr(plhs[0]);
    y[0]=xm;
}
```

MATLAB REFERALNI CENTAR

Poboljšanje performanci

Profiler

Matlab 7
Desktop->profiler

Matlab 6.5
View>profiler

The screenshot shows the MATLAB Profiler window. At the top, it indicates 'test1 (1 call, 0.000 sec)'. Below this, there are several checkboxes for displaying parent files, busy lines, child files, M-Lint results, line coverage, and line listing. A table titled 'Lines where the most time was spent' is highlighted with a red box. The table has columns for Line Number, Code, Calls, Total Time, % Time, and Time Plot. The data in the table is as follows:

Line Number	Code	Calls	Total Time	% Time	Time Plot
5	z = cos(2*pi*x(1));	4080	0.001 s	48.2%	[Bar chart]
6	z = sin(x(1)) * v;	10000	0.001 s	26.0%	[Bar chart]
7	sumz	4080	0.000 s	11.1%	[Bar chart]
8	endz	10000	0.000 s	4.8%	[Bar chart]
9	Ev = 1:1:sumz(x);	1	0.000 s	0.1%	[Bar chart]
Total			0.000 s	100%	

Below the table, there are sections for 'Children (called functions)', 'M-Lint results', and 'Coverage results'.

MATLAB REFERALNI CENTAR

Grafičke funkcije – 2D

- 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)

MATLAB REFERALNI CENTAR

Grafičke funkcije – 2D (Opcije)

Oznaka	Boja	Oznaka	Tip linije
y	Žuta	-	Puna
m	Ljubičasta	:	Točkasta linija
c	Svjetloplava	-.	Crta točka
r	Crvena	--	Isprekidana linija
g	Zelena		
b	Plava		
w	Bijela		
k	Crna		

MATLAB REFERALNI CENTAR



Grafičke funkcije – 2D (Opcije)

■ Crtanje na logaritamskoj skali

- semilogx
- semilogy
- loglog

```
semilogx(x,y,'r');
```

```
semilogy(x2,y2,'k');
```

■ Nova slika

- figure

```
figure, plot(x,y,'r');
```

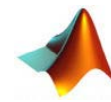
■ Više odvojenih grafova na istoj slici

- subplot

```
subplot(211), plot(x1,y1,'r');
```

```
subplot(212), plot(x2,y2,'k');
```

MATLAB REFERALNI CENTAR



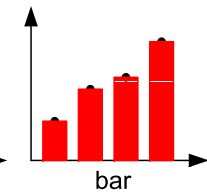
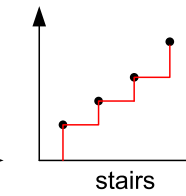
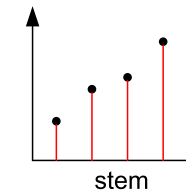
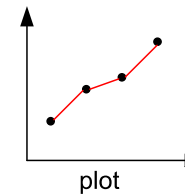
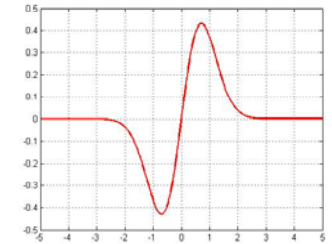
Grafičke funkcije – 2D (Primjer)

- 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;
```



MATLAB REFERALNI CENTAR



Grafičke funkcije – 3D

- Slično kao u 2D slučaju korisnik mora sam kreirati vrijednosti nezavisnih varijabli u kojima će se funkcija izračunavati

```
x1=linspace(0,5,100);
```

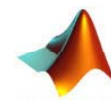
```
y1=linspace(0,10,100);
```

```
[x,y]=meshgrid(x1,y1);
```

■ Funkcije za crtanje u 3D

- surf
- mesh
- contour
- contoursurf

MATLAB REFERALNI CENTAR



Grafičke funkcije – 3D (primjer)

- Nacrtati plohu $z=\sin(x^2+y^2)$

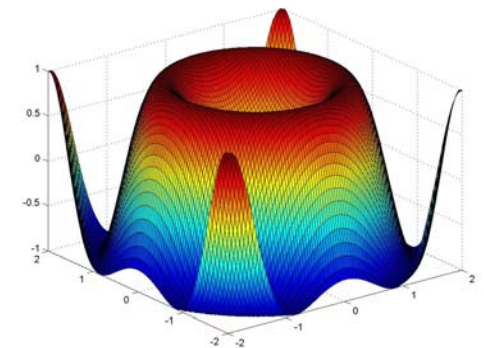
```
>> x1=linspace(-2,2,100);
```

```
>> y1=linspace(-2,2,100);
```

```
>> [x,y]=meshgrid(x1,y1);
```

```
>> z=sin(x.^2+y.^2);
```

```
>> surf(x,y,z);
```



MATLAB REFERALNI CENTAR

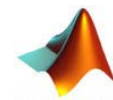


Easy-to-use grafičke funkcije

- **ezplot, ezplot3, ezsurf, ezmesh, ezcontour,....**
 - **ezplot(f, [a,b])** – iscrtava graf eksplicitno zadane funkcije $y=f(x)$ na intervalu $[a,b]$

```
ezplot('x*exp(-x^2)',[-3,3])
```
 - **ezplot(f, [xmin,xmax,ymin,ymax])** – iscrtava graf implicitno zadane funkcije $f(x,y)=0$ na području definiranom $xmin < x < xmax$ i $ymin < y < ymax$

```
ezplot('x^2 - y^2 - 1')
```
 - **ezplot(x,y, [tmin,tmax])** – iscrtava parametarski zadanu funkciju $x=x(t)$, $y=y(t)$ na intervalu $[tmin,tmax]$



Symbolic Math Toolbox

- Za simboličko rješavanje matematičkih problema
 - Osnovni symbolic math toolbox
 - Prošireni symbolic math toolbox
- Koristi Maple engine za simboličke izračune
- Osnovni symbolic math toolbox sastoji od više od 100 funkcija
- Popis funkcija [help symbolic](#)



Symbolic Math Toolbox

- Simboličke varijable
 - Varijable koje koristimo kod simboličkog izračuna je potrebno kreirati kao

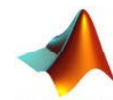

```
x=sym('x')
y=sym('y')
```

 ili


```
syms x y
```
 - Ukoliko je potrebno kreirati kompleksnu simboličku varijablu:


```
syms x y real
z=x+i*y
```
 - Simboličku varijablu moguće je zamjeniti numeričkom vrijednosti ili drugom simboličkom varijablom


```
subs(f,x,xvalue)
```



Važnije funkcije - Derivacija

$\text{diff}(f)$, $\text{diff}(f,'x')$, $\text{diff}(f,'x',n)$

$$f(x)=x^2\sin(x)$$

$$\frac{d^2f(x)}{dx^2} = ?$$

```
syms x;
f=x^2*sin(x);
diff(f,2)
ans =
2*sin(x)+4*x*cos(x)-x^2*sin(x)
```

$$f(x,y)=x^2y + 2y^2x$$

$$\frac{d^2f(x,y)}{dx dy} = ?$$

```
syms x y;
f=x^2*y+2*y^2*x
diff(diff(f,x),y)
ans =
2*x+4*y
```




Važnije funkcije - Limes

limit(f,a) ili limit(f,x,a,'right' ili 'left')

$$\lim_{x \rightarrow \infty} x \left(1 + \frac{a}{x}\right)^x \sin\left(\frac{b}{x}\right)$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{1}{x}$$

```
syms x a b;
f=x*(1+a/x)^x*sin(b/x);
limit(f,x,inf)
```

```
syms x;
limit(1/x,x,0) →NaN
```

```
limit(1/x,x,0,'left') →-Inf
```

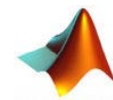
```
limit(1/x,x,0,'right') →Inf
```

```
ans =
exp(a)*b
```

Za one koji koriste TeX

```
>> latex(f)
ans =
x \left( 1 + \frac{a}{x} \right)^x \sin \left( \frac{b}{x} \right)
```

MATLAB REFERALNI CENTAR



Važnije funkcije - Integral

int(f), int(f,x), ili int(f,x,a,b)

Neodređeni integral

$$\int x e^{-x} dx$$

```
>> syms x
>> f=x*exp(-x);
>> F=int(f)
F =
-x*exp(-x)-exp(-x)
```

Određeni integral

$$\int_a^b x e^{-x} dx$$

```
>> syms x a b;
>> f=x*exp(-x);
>> F=int(f,x,a,b)
F =
-b*exp(-b)-exp(-b)+a*exp(-a)+exp(-a)
```

```
>> subs(F,{a,b},{0,10})
ans =
0.9995
```

MATLAB REFERALNI CENTAR



Važnije funkcije – Pojednostavljenje izraza

R=expand(f)

```
syms x y
expand(cos(x+y))
ans =
cos(x)*cos(y)-sin(x)*sin(y)
```

R=factor(f)

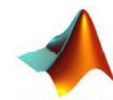
```
syms x y
factor(x^3-y^3)
ans =
(x-y)*(x^2+x*y+y^2)
```

R=simplify(f)

```
syms x
f=(x^2+5*x+6)/(x+2)
simplify(f)
ans =
x+3
```

R=simple(f)

MATLAB REFERALNI CENTAR

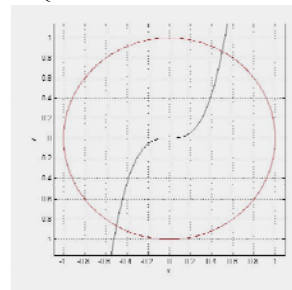


Važnije funkcije - solve

▪ Simboličko rješavanje algebarskih jednažbi

solve(eq), solve(eq,var) ili solve(eq1,eq2,...,eqn)

$$\begin{cases} x^2+y^2-1=0 \\ 0.75x^3-y+0.9=0 \end{cases}$$



```
ezplot('x^2+y^2-1=0')
hold on
ezplot('0.75*x^3-y+0.9=0')
```

```
>> S=solve('x^2+y^2-1=0','y=4*sqrt(3)*x^3')
S =
x: [6x1 sym]
y: [6x1 sym]
```

```
>> S.x
ans =
```

```
1/2
-1/2
-1/12*(-18+6*i*39^(1/2))^(1/2)
1/12*(-18+6*i*39^(1/2))^(1/2)
-1/12*(-18-6*i*39^(1/2))^(1/2)
1/12*(-18-6*i*39^(1/2))^(1/2)
```

```
>> S.y
ans =
```

```
1/2*3^(1/2)
-1/2*3^(1/2)
-1/432*(-18+6*i*39^(1/2))^(3/2)*3^(1/2)
1/432*(-18+6*i*39^(1/2))^(3/2)*3^(1/2)
-1/432*(-18-6*i*39^(1/2))^(3/2)*3^(1/2)
1/432*(-18-6*i*39^(1/2))^(3/2)*3^(1/2)
```

MATLAB REFERALNI CENTAR



Važnije funkcije - dsolve

- Simboličko rješavanje običnih diferencijalnih jednačbi

`dsolve(deq)`, `dsolve(deq,c1)` ili `dsolve(deq1,deq2,c1,c2)`

Bez početnih uvjeta

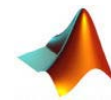
Primjer: $y'(t)=y(t)+\sin(t)$

```
>> dsolve('Dy = y + sin(t)')
ans =
-1/2*cos(t)-1/2*sin(t)+exp(t)*C1
```

$y^{(n)} \Rightarrow D^n y$

Početni uvjet $y(0)=1$

```
>> dsolve('Dy = y + sin(t)', 'y(0)=1')
ans =
-1/2*cos(t)-1/2*sin(t)+3/2*exp(t)
```



Važnije funkcije

Suma reda

`sum(f)`
`sum(f,a,b)`

```
>> symsum(x^2)
```

```
ans =
1/3*x^3-1/2*x^2+1/6*x
```

Linearna algebra

`det(A)`
`eig(A)`
`poly(A)`
`inv(A)`
`rank(A)`

```
syms a;
poly([1 a;a^2 2])
```

```
ans =
x^2-3*x+2-a^3
```