

# MATLAB uvod

## Uvod

Matrice, kao osnovni element, sveo ostalo specijalni slučaj matrice.

Nema deklaracije, alociranja memorije.

## Unošenje matrica

Unošenje matrica:

- eksplicitna lista elemenata
- generisanje matrice korišćenjem ugrađenih komandi i funkcija
- kreiranje matrica u M-datotekama
- učitavanje iz datoteka

Primeri

```
A=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]
```

```
A =  
     1     2     3  
     4     5     6  
     7     8     9
```

```
A=[1 2 3  
   4 5 6  
   7 8 9]
```

```
A =  
     1     2     3  
     4     5     6  
     7     8     9
```

Ako postoji datoteka ime.m na primer gena.m

koja sadži samo red A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9]

```
gena
```

```
A =  
     1     2     3  
     4     5     6  
     7     8     9
```

## Elementi matrice

Element matrice može biti bilo koji validan MATLAB izraz

```
x=[-1.3 sqrt(3) (1+2+3)*4/5]
```

```
x =  
 -1.3000    1.7321    4.8000
```

element matrice se referencira pomoću indeksa (jednog ili dva) koji se piše u malim zagradama

```
x(1)
```

```
ans =  
 -1.3000
```

```
x(1,2)
```

```
ans =  
    1.7321
```

```
x(5)=abs(x(1))
```

```
x =  
 -1.3000    1.7321    4.8000         0    1.3000
```

zapaziti dopunjavanje sa nulama.

Sastavljanje matrica:

```
A=[A A]
```

```
A =  
     1     2     3     1     2     3  
     4     5     6     4     5     6  
     7     8     9     7     8     9
```

Izvlačenje podmatrice:

```
A=A(2:3,4:5)
```

```
A =  
     4     5  
     7     8
```

```
A=A(1,:) 
```

```
A =  
     4     5
```

## Manipulacija vektorima i matricama

Specifičan način indeksiranja u MATLAB-u omogućava manipulaciju redovima, kolonama, individualnim elementima, podmatricama matrica. Najinteresantnija je maipulacija vektorima koji se generišu korišćenjem simbola ":".

### Generisanje vektora

Simbol ":" je važan element u MATLAB-u. Izraz

Primer

```
x=1:5
```

Generiše vektor koji sadži brojeve od 1 do 5 sa jediničnim inkrementom.

```
x =  
     1     2     3     4     5  
y=0:pi/4:pi
```

```
y =  
         0    0.7854    1.5708    2.3562  
3.1416  
z=6:-1:1
```

```
z =  
     6     5     4     3     2     1
```

Korišćenjem ":" mogu se jednostavno kreirati i tabele. Da bi se dobila vertikalna tabelarna forma, treba transponovati vektor dobijen sa :, izračunati kolonu vrednosti neke funkcije i najzad formirati matricu koja sadži dev kreirane kolone.

Primer

```
x=(0.0:0.2:3.0)';
```

```
y=exp(-x).*sin(x);
z=[x y]
```

```
z =
    0         0
  0.2000    0.1627
  0.4000    0.2610
  0.6000    0.3099
  0.8000    0.3223
  1.0000    0.3096
  1.2000    0.2807
  1.4000    0.2430
  1.6000    0.2018
  1.8000    0.1610
  2.0000    0.1231
  2.2000    0.0896
  2.4000    0.0613
  2.6000    0.0383
  2.8000    0.0204
  3.0000    0.0070
```

Postoje i funkcije za automatsko generisanje vektora kao što su logspace i linspace.

Linspace(d1,d2,N) (Od d1 do d2, N (def 100) tačaka)  
Logspace(d1,d2,N) (Od  $10^{d1}$  do  $10^{d2}$ , N (default 50) tačaka)

Primer

```
k=linspace(-pi,pi,4)
```

```
k =
 -3.1416 -1.0472  1.0472  3.1416
```

### Subscripting (Indeksiranje)

Individualni elementi matrica mogu se referencirati korišćenjem njihovih indeksa, uokvirenih malim zagradama. Indeksiranje počinje od 1, odnosno indeks je pozitivan ceo broj. Ako se kao indeks koristi izraz njegova vrednost se zaokružuje na najbliži pozitivan ceo broj.

Indeks može biti i vektor. Ako su x i v vektori onda je x(v)

```
[x(v(1)), x(v(2)), ..., x(v(n))]
```

Primer

```
x=[100 200 300 400];
v=[3 1 2];
x(v)
```

```
ans =
    300    100    200
```

Za matrice, vektor kao indeks omogućava pristup podmatricama i njihovo generisanje.

Primer

```
A=1:5;
A=A'*A
```

```
A =
     1     2     3     4     5
     2     4     6     8    10
     3     6     9    12    15
     4     8    12    16    20
     5    10    15    20    25
```

```
A(1:3,3)
```

```
ans =
     3
     6
     9
```

```
A(1:3,2:5)
```

```
ans =
     2     3     4     5
     4     6     8    10
     6     9    12    15
```

```
A(:,2)
```

```
ans =
     2
     4
     6
     8
    10
```

```
A(1:2,:)
```

```
ans =
     1     2     3     4     5
     2     4     6     8    10
```

Dvotačka se istovremeno može koristiti sa obe strane izraza.

Primer

```
B(:,[1 3 5])=A(1:2,2:4)
```

```
B =
     2     0     3     0     4
     4     0     6     0     8
```

Uopšteno, ako su v i w vektori sa celobrojnim pozitivnim elementima

Primer

```
v=[2 1];
w=[5 1 3];
A(v,w)
```

```
ans =
    10     2     6
     5     1     3
```

```
v=[1.2 2];
A(v,w)
```

```
ans =
     5     1     3
    10     2     6
```

```
v=[10 1];
A(v,w)
```

```
??? Index exceeds matrix dimensions.
```

Još jedna primena dvotačke je oblika A(:). Ako se nalazi sa desne strane izraza ovo označava sve elemente A nanizane u jednu kolonu

*Primer*

```
b=A(:)
```

```
b =  
1  
2  
3  
4  
5  
2  
4  
6  
8  
10  
3  
6  
9  
12  
15  
4  
8  
12  
16  
20  
5  
10  
15  
20  
25
```

### Naredbe i promenljive Matlab-a

Matlab je interpreterski jezik. Interpretira i izračunava unete izraze jedan po jedan.

Najčešći oblik je:

promenljiva=izraz

ili samo izraz.

*Primer*

```
b=1+sqrt(4)-sin(pi/2)
```

```
b =  
2
```

Ako se napiše ; (tačka-zarez) na kraju onda se na ekranu ništa ne ispisuje ali se računa. Ovo je zgodno ako je naredba takva da definiše matricu jako velikih dimenzija.

*Primer*

```
b(100,100)=1;
```

Ako se unese samo izraz onda se automatski generiše ans (od answer).

*Primer*

```
2+5
```

```
ans =  
7
```

Ako je naredba suviše komplikovana deli se u više redova sa dve ili više tačaka na kraju svakog prelomljenog reda.

*Primer*

```
c=100+200+300 ...  
+1+2 ...  
+pi
```

```
c =  
606.1416
```

Imena promenljivih u Matlab-u počinju sa slovom a onda može da stoji bilo koji niz slova i brojeva osim rezervisanih reči. Matlab je case sensitive, imena funkcija se pišu malim slovima. Naredbom casesen poništava se case sensitive osobina.

### Radni prostor

Naredba who lista sve promenljive koje su definisane u okviru radnog prostora Matlab-a.

```
who
```

```
Your variables are:
```

```
A      ans      b      c      x
```

Naredba whos daje i dimenzije promenljivih.

```
whos
```

Name	Size	Elements	Bytes	Density	Complex
A	1 by 2	2	16	Full	No
ans	1 by 1	1	8	Full	No
b	100 by 100	10000	80000	Full	No
c	1 by 1	1	8	Full	No
x	1 by 5	5	40	Full	No

```
Grand total is 10009 elements using 80072 bytes
```

```
1/0
```

```
Warning: Divide by zero
```

```
ans =  
Inf
```

Naredba help daje kratak opis naredbe.

```
help sin
```

```
SIN Sine.  
SIN(X) is the sine of the elements of X.
```

Naredba save upisuje promenljive u datoteku.

Ako iza save ne piše ništa onda se sve promenljive upisuju u datoteku matlab.mat.

```
save
```

```
Saving to: matlab.mat
```

Pojedinačne promenljive se upisuju na sledeći način:

```
save xfile x
```

upisuje x u xfile.mat

```
save afile.dat A -ascii
```

upisuje A u datoteku afile.dat u ascii formatu i ta datoteka izgleda ovako:

```
type afile.dat
```

```
4.0000000e+000 5.0000000e+000
```

Naredba clear briše promenljive.

```
clear b
```

```
who
```

```
Your variables are:
```

```
A      ans      c      x
```

```
clear
```

```
who
```

```
Your variables are:
```

Naredba load učitava datoteku u radno okruženje.

Ako je datoteka u ascii formatu:

```
load afile.dat -ascii
```

```
who
```

```
Your variables are:
```

```
afile
```

```
afile
```

```
afile =  
      4      5
```

Ako želimo da učitamo sve promenljive koje smo sačuvali u nekoj prethodnoj sesiji Matlab-a onda se to radi sa:

```
load
```

```
Loading from: matlab.mat
```

```
who
```

```
Your variables are:
```

```
A      afile      b      c      x
```

### Brojevi i aritmetički izrazi

Matlab podržava sve uobičajene načine za predstavljanje decimalnih brojeva.

*Primer*

```
3          -99          0.0001  
9.6397238  1.60210E-20  6.02252e23
```

Na računarima koji podržavaju IEEE aritmetiku sa pokretnom tačkom relativna tačnost brojeva je eps.

```
eps
```

```
eps =  
2.2204e-016
```

Izrazi se prave pomoću standardnih aritmetičkih operatora koji podležu standardnim pravilima prvenstva.

- + sabiranje
- oduzimanje
- \* množenje
- / deljenje s desna
- \ deljenje s leva
- ^ stepenovanje

Dva deljenja postoje zbog toga što su sve operacije prilagođene za matrični račun.

### Kompleksni brojevi i matrice

Matlab podržava rad sa kompleksnim brojevima. Imaginarna jedinica se označava ili sa i ili sa j. Kada se koriste kompleksni brojevi, i i j ne treba koristiti kao ime promenljive.

```
j
```

```
ans =  
0 + 1.0000i
```

Kompleksni brojevi se zadaju na uobičajene načine.

```
z=2+3i
```

```
z =  
2.0000 + 3.0000i
```

ili

```
z1=2*exp(i*pi)
```

```
z1 =  
-2.0000 + 0.0000i
```

### Operacije sa matricama

#### Transponovanje

Ako je matrica realna transponovana matrica se dobija pomoću '.

```
y=x'
```

```
y =  
-1.3000  
1.7321  
4.8000  
0  
1.3000
```

Ako je matrica kompleksna onda se kao rezultat dobija konjugovano kompleksna transponovana matrica, o čemu treba voditi računa. Ako je matrica kompleksna, transponovana matrica se dobija pomoću .' (postoji tačka pre ').

### Sabiranje i oduzimanje

Matrice se mogu sabirati i oduzimati samo ako su istih dimenzija.

*Primer*

**A=[1 2 3;4 5 6;7 8 9];**  
**B=A' ;**  
**C=A+B**

C =

2	6	10
6	10	14
10	14	18

Dozvoljena je i naredba tipa:

**D=A+2**

D =

3	4	5
6	7	8
9	10	11

koja svakom elementu matrice dodaje 2.

### Množenje matrica

Dozvoljeno je množenje matrica\*matrica s tim što unutrašnje dimenzije moraju biti iste. Ovo podrazumeva i specijalne slučajeve matrica, vektore .

Dozvoljeno je i množenje matrica\*skalar.

### Deljenje matrica

Postoje levo i desno deljenje. Definišu se na sledeći način:

$X=A\setminus B$  odnosno,  $X=A^{-1}*B$ , je rešenje jednačine  $A*X=B$   
 $X=A/B$  odnosno,  $X=A*B^{-1}$ , je rešenje jednačine  $X*B=A$

### Stepenovanje matrica

Ako je A kvadratna matrica a p skalar definisano je stepenovanje:

$A^p$ .

### Operacije sa nizovima

Pod operacijama sa nizovima se zapravo podrazumevaju operacije koje želimo da sprovedemo na pojedinim elementima matrica, tj. operacije tipa "element po element".

*Primer*

**E=A.\*B**

E =

1	8	21
8	25	48
21	48	81

daje matricu kod koje su elementi a11 i b11 pomnoženi i tako redom. Dakle, sve pomenute operacije kada im se ispred doda tačka postaju operacije tipa "element po element".

### Relacioni operatori

Postoji šest relacionih operatora koji se mogu koristiti za poređenje dve matrice istih dimenzija.

< manje od  
 <= manje ili jednako  
 > veće od  
 >= veće ili jednako  
 == jednako  
 ~= različito

Primena operatora daje matricu istih dimenzija kao matrice koje se porede. Poređenje se vrši po odgovarajućim parovima elemenata a rezultujuća matrica je ispunjena nulama (netačno) i jedinicama (tačno).

*Primer*

**A**

A =

1	2	3
4	5	6
7	8	9

**B**

B =

1	4	7
2	5	8
3	6	9

**F=A==B**

F =

1	0	0
0	1	0
0	0	1

### Logički operatori

Postoje tri logička operatora:

& i  
 | ili  
 ~ ne

koji se najčešće koriste nad matricama koje su dobijene primenom relacionih operatora.

## Elementarne matematičke funkcije

abs	apsolutna vrednost ili moduo kompleksnog broja
sqrt	kvadratni koren
real	realni deo kompleksnog broja
imag	imaginarni deo kompleksnog broja
conj	konjugovao kompleksni broj
round	zaokruživanje
fix	zaokruživanje ka 0
floor	zaokruživanje ka manjem celom broju
ceil	zaokruživanje ka većem celom broju
sign	signum funkcija
rem	ostatak pri deljenju
sin	sinus
cos	kosinus
tan	tangens
asin	arksusinus
acos	arksukosinus
atan	arkustangens
atan2	arkustangens za četiri kvadranta
sinh	sinus hiperbolički
cosh	kosinus hiperbolički
tanh	tangens hiperbolički
exp	eksponencijalna funkcija
log	prirodni logaritam
log10	logaritam sa osnovom 10
bessel	Beselova funkcija
gamma	gama funkcija

## Specijalne matrice

U MATLAB-u postoji i kolekcija funkcija za generisanje specijalnih matrica koje se koriste u linearnoj algebri i obradi signala.

Postoje i druge funkcije za generisanje manje interesantnih ali i vrlo korisnih matrica

Jedinična matrica se generiše funkcijom eye, jer se I(tj. i) često koristi kao indeks ili kao imaginarna jedinica.

zeros  
ones  
rand  
randn  
eye  
linspace  
logspace

## Naredbe za kontrolu toka

Naredbe za kontrolu toka MATLAB-a slične su onim koje se koriste u drugim programskim jezicima. Upravo naredbe za kontrolu toka izdižu MATLAB iznad nivoa kalkulatora omogućavajući njegovu upotrebu kao kompletnog programskog jezika visokog nivoa.

U MATLAB naredbe za kontrolu toka spadaju: FOR petlja, WHILE petlja, IF i BREAK, CASE struktura.

*Primer*

```
if 2, x=5, end;
```

```
x =  
5  
if 0, x=7, end;  
x  
  
x =  
5
```

## Grafika

Grafički sistem MATLAB-a nudi niz sofisticiranih tehnika za prezentiranje i vizuelni prikaz podataka. Sistem sastavljan od kolekcije grafičkih objekata, kao što su linije i površine, čije se pojavljivanje može do detalja kontrolisati postavljanjem vrednosti pojedinih karakteristika objekata. Međutim kako MATLAB nudi bogat set funkcija visokog nivoa za 2-D i 3-D grafiku, najčešće nije bitno baviti se i pristupati grafičkim objektima na niskom nivou.

## 2-D grafici

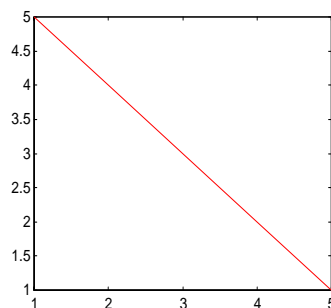
### Elementarne 2-D funkcije

plot; loglog; semilogx; semilogy; stem; title; xlabel; ylabel

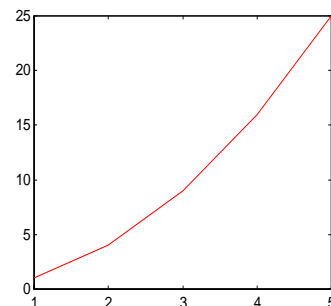
### Kreiranje grafika

*Primer*

```
x=5:-1:1;  
plot(x)
```

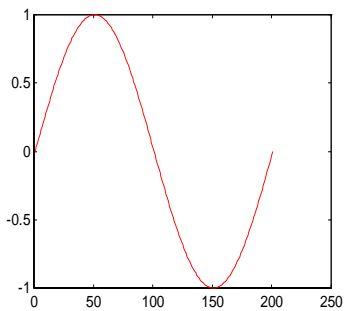


```
y=x.*x;  
plot(x,y)
```

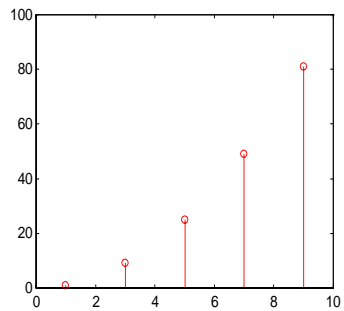


*Primer*

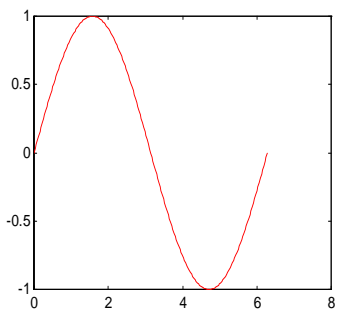
```
x=0:pi/100:2*pi;  
y=sin(x);  
plot(y)
```



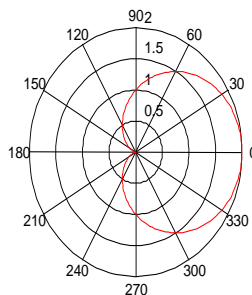
`plot(x,y)`



`teta=0:pi/100:2*pi;`  
`polar(teta,1+cos(teta))`



`plot(x,y,'b-')`



Imaginarni i kompleksni podaci

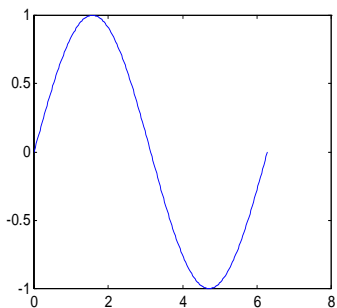
Kada su argumenti plot naredbe kompleksni brojevi imaginarni deo se zanemaruje izuzev u slučaju `plot(Z)` kada se prikazuje `plot(real(Z),imag(Z))`

*Primer*

`korak=-1:-1:-5;`  
`Z=abs(korak)+sqrt(korak)`

Z =  
Columns 1 through 4  
1.0000 + 1.0000i 2.0000 + 1.4142i 3.0000 +  
1.7321i 4.0000 + 2.0000i  
Column 5  
5.0000 + 2.2361i

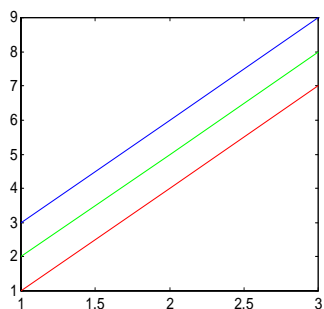
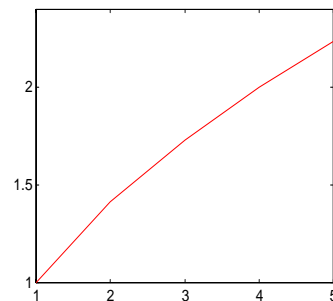
`plot(Z)`



Ako se navede matrica kao argument crtaju se kolone  
Može i `plot(x1,y1,x2,y2,x3,y3)`

*Primer*

`z=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9];`  
`plot(z)`



`x=1:2:10;`  
`y=x.^2;`  
`stem(x,y)`