



RAČUNARSKI ALATI - MATLAB

UVOD

PROMENLJIVE I TIPOVI PODATAKA

Elementarna izračunavanja

□ Zlatni presek

```
>> phi=(1+sqrt(5))/2
```

```
phi =
```

```
1.6180
```

■ Prikažimo više cifara

```
>>
```

```
>> format long
```

```
>> phi
```

```
phi =
```

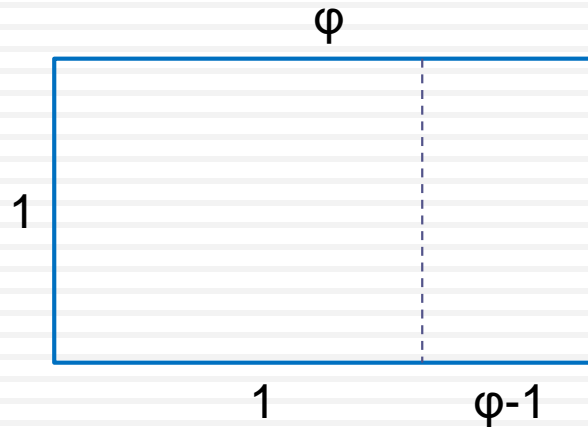
```
1.618033988749895
```

```
>>
```

- Nema ponovnog izračunavanja samo se prikazuje 16 značajnih cifara date vrednosti

Zlatni presek

□ Zlatni pravougaonik



□ $\frac{1}{\varphi} = \frac{\varphi-1}{1}$

▣ $\varphi^2 - \varphi - 1 = 0$

▣ $\varphi = \frac{1 \pm \sqrt{5}}{2}$

▣ Pozitivni koren je zlatni presek

Polinomi

□ $\varphi^2 - \varphi - 1 = 0$

- Polinom se predstavlja nizom koeficijenata
- Nule polinoma se izračunavaju funkcijom *roots*

```
>> p=[1, -1, -1]

p =

     1     -1     -1

>> r=roots(p)

r =

   -0.618033988749895
    1.618033988749895

>> phi=r(2)

phi =

    1.618033988749895

>> |
```

Simbolička izračunavanja

□ $\frac{1}{\varphi} = \frac{\varphi-1}{1}$

- Simbolička promenljiva se kreira funkcijom *syms*
- Funkcijom *solve* rešava se algebarska jednačina

```
>> syms x  
>> r=solve(1/x==x-1)
```

```
r =
```

```
5^(1/2)/2 + 1/2  
1/2 - 5^(1/2)/2
```

```
>> phi=r(1)
```

```
phi =
```

```
5^(1/2)/2 + 1/2
```

```
>>
```

Simbolička izračunavanja

- Čitljiviji zapis se može dobiti funkcijom *pretty*
- Numerička vrednost simboličkog izraza se može dobiti funkcijom *double*

```
>> pretty(phi)
```

$$\frac{1}{2} \sqrt{5} - \frac{1}{2}$$

```
>> double(phi)
```

```
ans =
```

```
1.618033988749895
```

```
>> |
```

Približni račun

$$\square \frac{1}{\varphi} - \frac{\varphi-1}{1} = 0$$

▣ Anonimna funkcija

▣ Nula funkcije u okolini neke tačke se može približno izračunati funkcijom *fzero*

```
>> f=@(x) 1./x-(x-1)
```

```
f =
```

```
@(x) 1./x-(x-1)
```

```
>>
```

```
>> phi=fzero(f, 1)
```

```
phi =
```

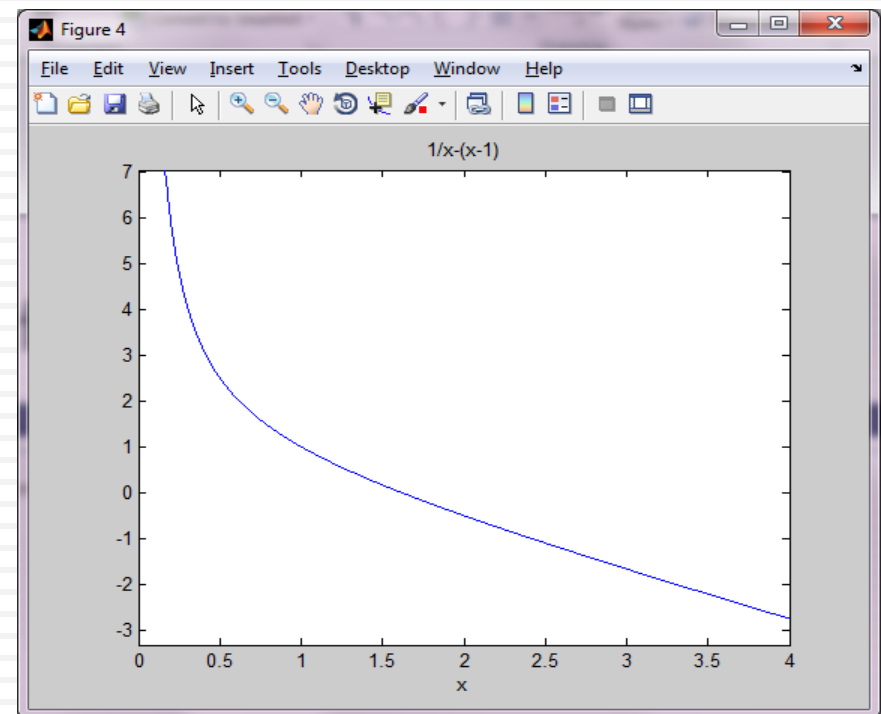
```
1.618033988749895
```

```
>>
```

Grafika u MATLAB-u

- Grafik funkcije f na intervalu $(0, 4)$ se može dobiti na sledeći način korišćenjem funkcije *ezplot*

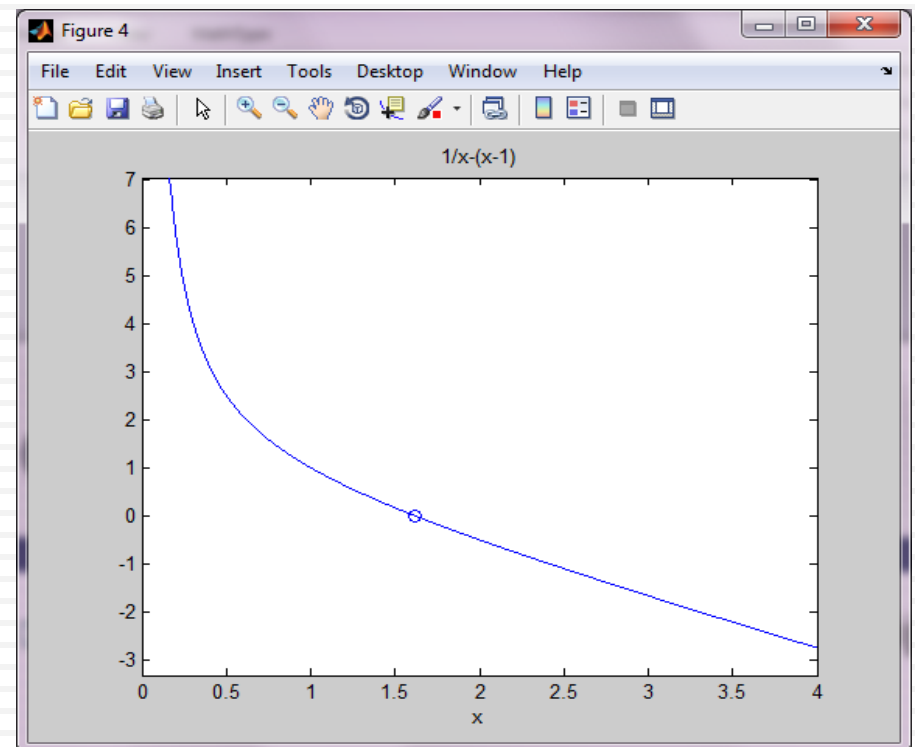
```
>> ezplot(f, 0, 4)  
>> |
```



Grafički prozor

- Približno izračunata nula phi funkcije f se može dodati na postojeći grafik

```
>> hold on  
>> plot(phi, 0, 'o')  
>> |
```



Programiranje u MATLAB-u

□ Verižni razlomak

$$\blacksquare a_0 + \frac{1}{a_1 + \frac{1}{a_2 + \frac{1}{a_3 + \dots}}}$$

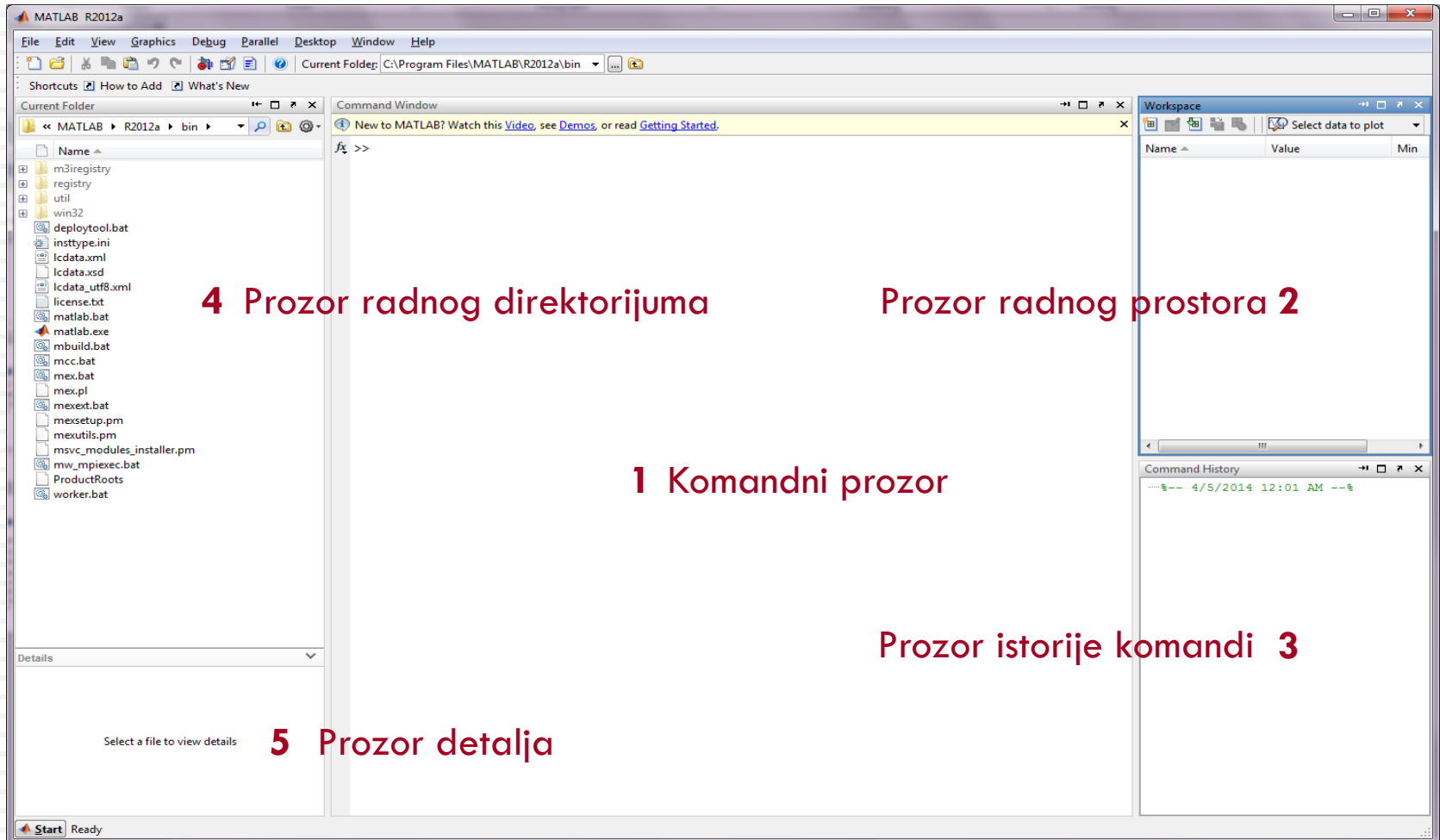
- Ako su svi $a_i = 1$ dobija se još jedna reprezentacija zlatnog preseka

$$\blacksquare \varphi = 1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \dots}}}$$

```
function phi=goldfract(n)
%GOLDFRACT Golden ratio continued fraction.

phi = 1;
for k = 1:n
    phi = 1+1/phi;
end
```

Matlab okruženje



Prozori radne površine

1. Komandni prozor

- ▣ Matlab je interpreterski jezik
- ▣ Komande se unose u komandnu liniju na znak prompta (>>)
- ▣ **clc** – briše komandni prozor
- ▣ Neki specijalni karakteri
 - >> - prompt (sistem je spreman da prihvati komandu)
 - % - linijski komentar (ignoriše se ostatak linije do kraja reda)
 - ... - linija se nastavlja u sledećem redu
 - CTRL+C – prekida izvršavanje tekuće komande

2. Radni prostor

- ▣ Sve promenljive koje se kreiraju u komandnom prozoru smeštaju se u (osnovni) radni prostor

Prozori radne površine

3. Istorija komandi

- ▣ Komande se moraju iznova unositi ako se želi njihovo ponovno izvršavanje
- ▣ Sve komande predate na izvršavanje su dostupne
 - ↑,↓ - listaju se komande iz istorije komandi
 - Unošenjem nekoliko karaktera formira se filter za komande iz istorije komandi. Dalje se ↑,↓ listaju komande samo one koje počinju datim karakterima

4. Radni direktorijum

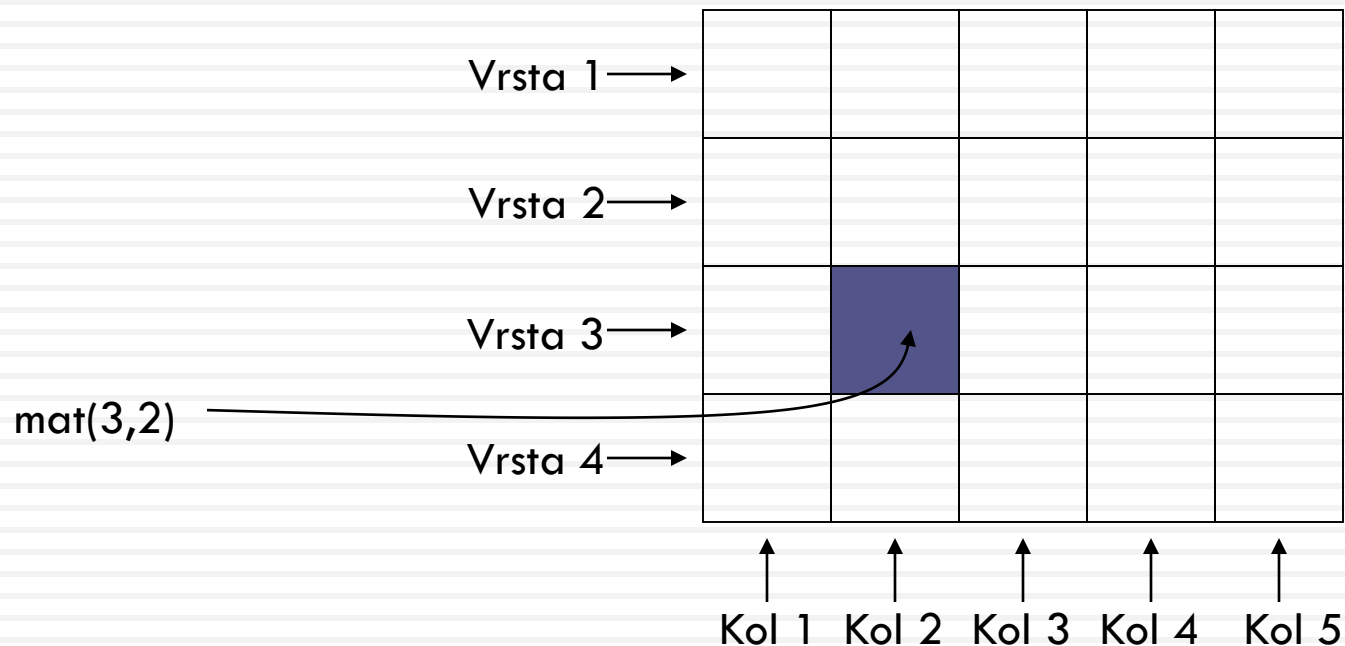
- ▣ Nove datoteke se podrazumevano kreiraju na radnom direktorijumu
- ▣ Prvo se pretražuje radni direktorijum u potrazi za komandom

5. Prozor detalja

- ▣ Detalji trenutno selektovanog objekta u radnom direktorijumu

Nizovi u Matlab-u

- **Niz:** Uređena kolekcija podataka istog tipa
- **Matrica:** Dvodimenzionalni niz organizovan po vrstama i kolonama



Matrice

- Osnovna struktura podataka u MATLAB-u.
 - ▣ **MAT**rix **LAB**oratory
- Indeks prve vrste (kolone) je 1
- **Skalar** je matrica formata 1×1 (1 vrsta i 1 kolona)
- **Vektor** je jednodimenzioni niz
 - ▣ Vektor vrste je matrica formata $1 \times n$ (1 vrsta i n kolona)
 - ▣ Vektor kolone je matrica formata $n \times 1$ (n vrsta i 1 kolona)
- Niz može imati i više od dve dimenzije i to je **array** u MATLAB-u.

Matrice

$$a=1$$

matrica formata $1 \times 1 \rightarrow 1$ element

$$b = \begin{bmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \\ 5 & 6 \end{bmatrix}$$

matrica formata $3 \times 2 \rightarrow 6$ elemenata

$$c = [1 \quad 2 \quad 3 \quad 4] \quad \text{matrica formata } 1 \times 4 \rightarrow 4 \text{ elementa, } \mathbf{\text{vektor vrste}}$$

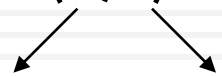
$$d = \begin{bmatrix} 1 \\ 3 \\ 5 \end{bmatrix}$$

matrica formata $3 \times 1 \rightarrow 3$ elementa, $\mathbf{\text{vektor kolone}}$

$$b(2,1) \rightarrow 3$$

$$c(3) \rightarrow 3$$

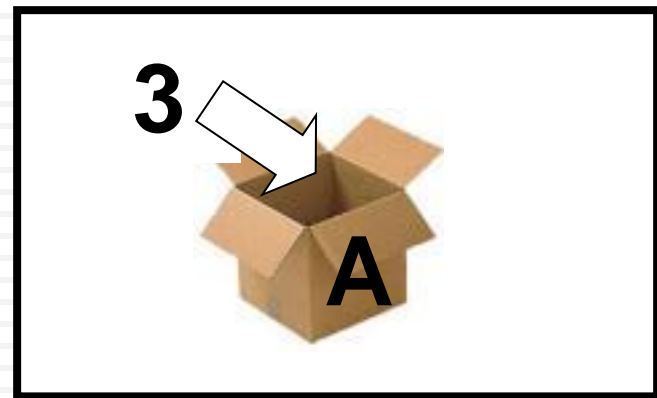
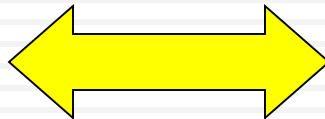
$$d(2) \rightarrow 3$$


Vrsta # Kolona #

Promenljive

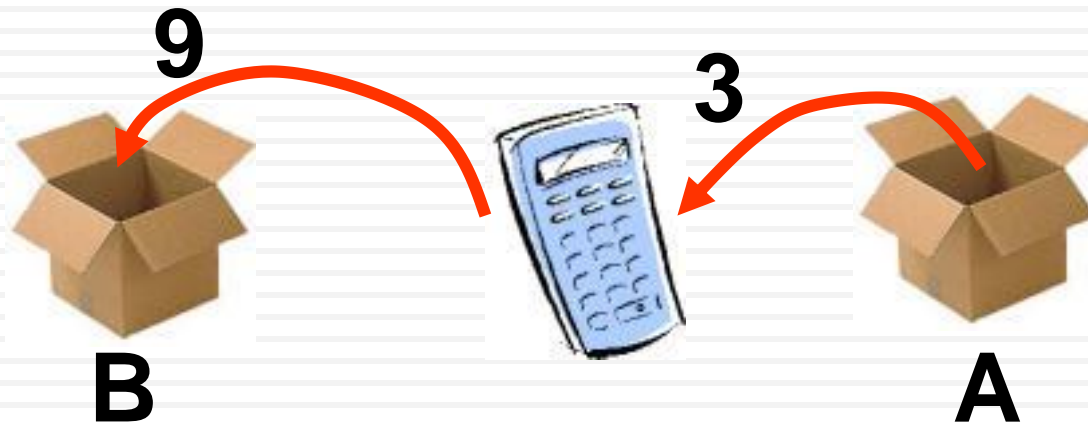
- Imenovani prostor u memoriji
- Sadržaj se koristi i menja
- Ime promenljive počinje slovom i može sadržati slova cifre i podvlaku (_)
- Razlikuju se mala i velika slova. AbC i abc su različita imena

```
>> A=3  
A =  
3
```



Promenljive

>> $B = A * A$



Tipovi podataka

Tip (klasa) podataka

- ▣ Skup vrednosti
- ▣ Operacije
- Numerički
 - ▣ **Celobrojni**: int8, uint8, int16, uint16, int32, uint32, int64, uint64
 - ▣ **Pokretni zarez**: single, double
- **Logički**: logical
- **Znakovni**: char

Kreiranje promenljive

- Promenljiva se kreira naredbom dodeljivanja

■ `promenljiva=izraz`

```
» a = 2;
```

```
» b = 5;
```

```
» a^b
```

```
ans =  
    32
```

```
» x = 5/2*pi;
```

```
» y = sin(x) % poziv ugrađene funkcije sin
```

```
y =  
    1
```

; na kraju
komande ne
proizvodi
nikakav izlaz

Ako se zada samo
izraz, vrednost se
dodeljuje ugrađenoj
promenljivoj *ans*

% linijski
komentar
ostatak linije
se ignoriše

() u zgradama se
zadaju parametri
funkcije

Tip vrednosti promenljive

- Sve brojne vrednosti su podrazumevano tipa **double**
- Tip vrednosti izraza u naredbi dodeljivanja određuje tip promenljive

```
» a = 2^5
```

```
a =
```

```
32
```

```
» b = int8(23)
```

```
b =
```

```
23
```

```
» c=single(3*10^5)
```

```
c =
```

```
300000
```

```
» r=input('Unesite vrednost: ')
```

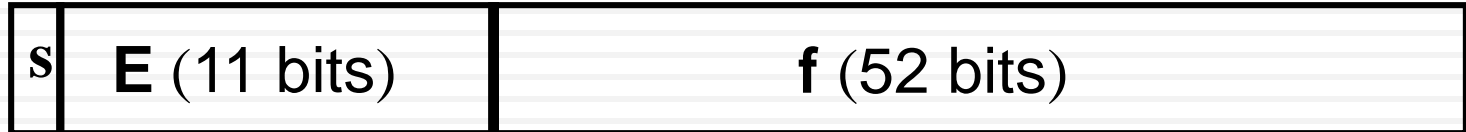
```
Unesite vrednost: _
```

Naziv tipa je ujedno i funkcija kojom se kreiraju vrednosti toga tipa



Tip podataka double

- Osnovni tip podataka u MATLAB-u je **double**
- ANSI/IEEE Standard 754 format:



- Odgovarajuća realna vrednost je: $(-1)^s (1.f) 2^{(E-1023)}$
 - Relativna greška: $\text{eps} = 2^{-52} \approx 10^{-16}$
 - Minimalna vrednost: $\text{realmin} = 2^{-1022} \approx 10^{-308}$
 - Maksimalna vrednost: $\text{realmax} = (2-\text{eps}) * 2^{1023} \approx 10^{308}$
 - **eps**, **realmin** and **realmax** su ugrađene promenljive u MATLAB-u
 - Ujedno i funkcije koje vraćaju odgovarajuće vrednosti datog tipa vrednosti u pokretnom zarezu (**single**, **double**)
 $\text{eps}(\text{'single'}) \approx 10^{-7}$

Ugrađene promenljive

- **pi**: π
- **i, j**: $\sqrt{-1}$
- **Inf**: Beskonačnost ($1/0$)
- **NaN**: Not-a-Number ($0/0$)
- **ans**: poslednja izračunata vrednost izraza se čuva pod ovim imenom

Vektori i Matrice

A =

4 ¹	10 ⁶	1 ¹¹	6 ¹⁶	2 ²¹
8 ²	1.2 ⁷	9 ¹²	4 ¹⁷	25 ²²
7.2 ³	5 ⁸	7 ¹³	1 ¹⁸	11 ²³
0 ⁴	0.5 ⁹	4 ¹⁴	5 ¹⁹	56 ²⁴
23 ⁵	83 ¹⁰	13 ¹⁵	0 ²⁰	10 ²⁵

A (2,4)

A (17)

```
>>A=[4, 10, 1, 6, 2  
8, 1.2, 9, 4, 25  
7.2, 5, 7, 1, 11  
0, 0.5, 4, 5, 56  
23, 83, 13 0 10];
```

```
>>A=[4, 10, 1, 6, 2; 8, 1.2, 9, 4, 25; 7.2, 5, 7, 1, 11; 0, 0.5, 4, 5, 56; 23, 83, 13 0 10];
```


Vektori i Matrice

```
>>A=[2 7 4];
```

2	7	4
---	---	---

Vektor vrste

```
>>B=[2; 7; 4];
```

2
7
4

Vektor kolone

```
>>C=[2 7 4;3, 8, 9];
```

2	7	4
3	8	9

Matrica 2D niz

Praznina / , : separatori kolona

Novi red / ; : separatori vrsta

Operator :

```
>> 1:5
```

```
ans =
```

```
1 2 3 4 5
```

Kreira vektor vrste

```
>> x=5:-1:1
```

```
x =
```

```
5 4 3 2 1
```

Inkrement je podrazumevano 1
inače može biti proizvoljan

```
>> 1:0.9:6
```

```
ans =
```

```
1.0000 1.9000 2.8000 3.7000 4.6000 5.5000
```

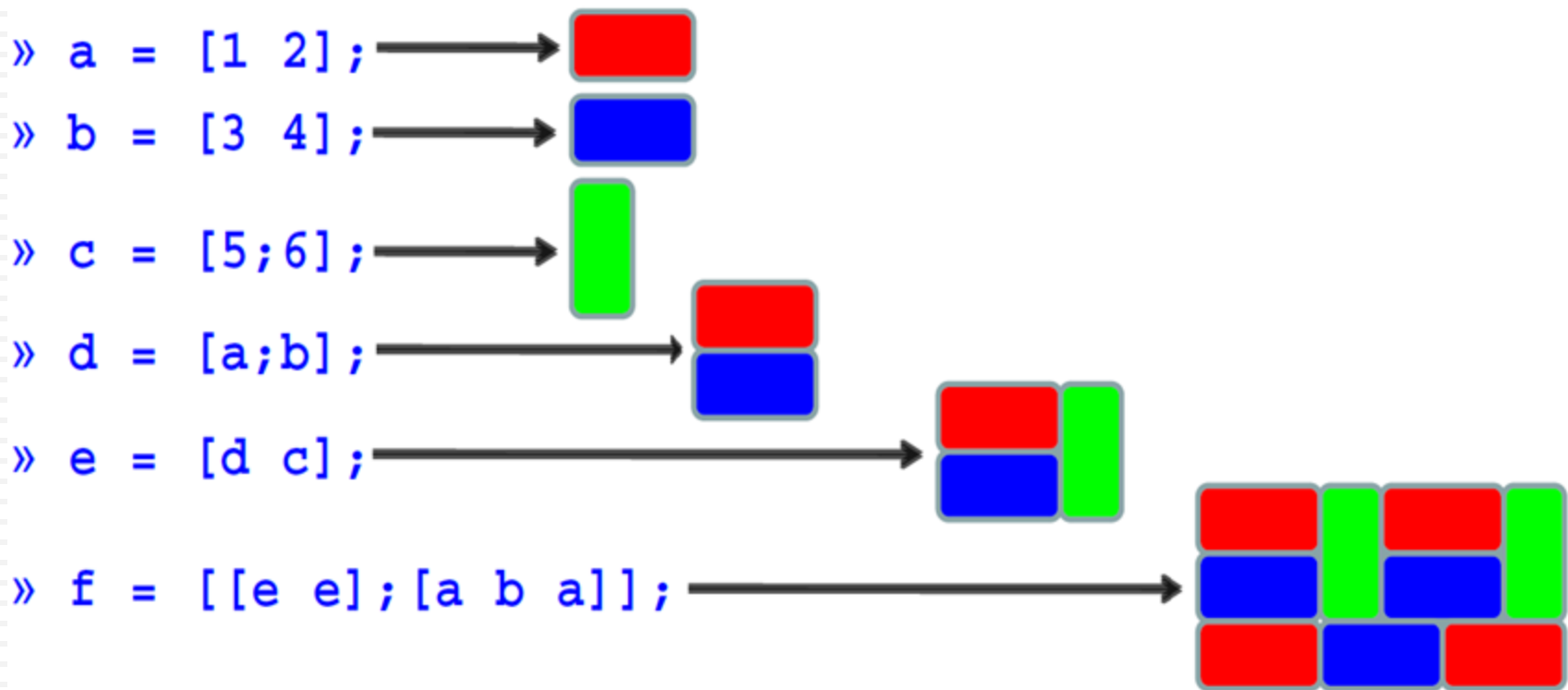
Poslednji element je uvek manji
ili jednak od gornje granice

- ❑ `linspace(start, end, number)` Kreira vektor vrste koji je aritmetički niz sa *number* elemenata. Prvi element ima vrednost *start* a poslednji ima vrednost *end*.

Operator []

□ Konkatencija

- ▣ Horizontalna: **praznina/**, : broj vrsta mora biti jednak
- ▣ Vertikalna: **novi red/;** : broj kolona mora biti jednak



Podmatrica/indeksiranje

A =

	1	2	3	4	5
1	4 ¹	10 ⁶	1 ¹¹	6 ¹⁶	2 ²¹
2	8 ²	1.2 ⁷	9 ¹²	4 ¹⁷	25 ²²
3	7.2 ³	5 ⁸	7 ¹³	1 ¹⁸	11 ²³
4	0 ⁴	0.5 ⁹	4 ¹⁴	5 ¹⁹	56 ²⁴
5	23 ⁵	83 ¹⁰	13 ¹⁵	0 ²⁰	10 ²⁵

A(3,1)
A(3)

A(1:5,5) **A(1:end,end)**
A(:,5) **A(:,end)**
A(21:25) **A(21:end)**

A(4:5,2:3)
A([9 14;10 15])

- U zagradama () se specificira
 - indeks vrste, indeks kolone
 - matrica čiji elementi su linearni indeksi (matrično indeksiranje)
- Operator : specificira opseg/sve vrednosti indeksa
- Lista indeksa se zadaje u []
- end specificira maksimalnu vrednost odgovarajućeg indeksa

Podmatrica/indeksiranje

$$A = \begin{matrix} & \xleftarrow{n} & & & \xrightarrow{n} \\ & & & & \\ \begin{matrix} \uparrow m \\ \downarrow m \end{matrix} & \begin{bmatrix} 4 & 7 & 8 & 5 & 1 \\ 6 & 1 & 9 & 4 & 2 \\ 5 & 3 & 7 & 6 & 8 \end{bmatrix} & & A(:) \longrightarrow & \begin{matrix} 4 \\ 6 \\ 5 \\ 7 \\ 1 \\ 3 \\ 8 \\ 9 \\ 7 \\ 5 \\ 4 \\ 6 \\ 1 \\ 2 \\ 8 \end{matrix} \end{matrix}$$

$$A(i, j), i = 1 \dots m, j = 1 \dots n$$

$$indeks = (j - 1)m + i$$

$$A(1, 2) \rightarrow 7$$

$$A(5) \rightarrow 1$$

$$A(:, 1) \rightarrow [4$$

$$A([1:4:10]) \rightarrow [4 \ 1 \ 7]$$

\uparrow
1:end

6

$$A([3; 2; 7]) \rightarrow [5$$

5]

6

$$A(1, 4:-1:2) \rightarrow [5 \ 8 \ 7]$$

8]

$$A([1, 1], [5, 2]) \rightarrow [1 \ 7$$

$$A([5, 11; 8, 3]) \rightarrow [1 \ 4$$

1 7]

9 5]

4
6
5
7
1
3
8
9
7
5
4
6
1
2
8

Rad sa matricama

```
>> a=[0,0,0,0  
0,0,0,0  
0,0,0,0]
```

```
a =  
    0 0 0 0  
    0 0 0 0  
    0 0 0 0
```

```
>> a(1,4)=1
```

```
a =  
    0 0 0 1  
    0 0 0 0  
    0 0 0 0
```

```
>> a(2:3,1:2)=1
```

```
a =  
    0 0 0 1  
    1 1 0 0  
    1 1 0 0
```

```
>> a(2:3,1:2)=[1,1;1,1];
```

```
>> a(:,3:4)=[]
```

```
a =  
    0 0  
    1 1  
    1 1
```

[] prazna matrica (formata 0x0)

Brisanje vrsta ili kolona matrice se vrši
dodeljivanjem prazne matrice

Proširivanje vektora/matrice

```
>> A=1:3
```

```
A =
```

```
    1    2    3
```

```
>> A(4:6)=5:2:9
```

```
A =
```

```
    1    2    3    5    7    9
```

```
>> B=1:2
```

```
B =
```

```
    1    2
```

```
>> B(5)=7;
```

```
B =
```

```
    1    2    0    0    7
```

```
>> C=[1 2; 3 4]
```

```
C =
```

```
    1    2
```

```
    3    4
```

```
>> C(:,3)=[5;6]
```

```
C =
```

```
    1    2    5
```

```
    3    4    6
```

```
>> C(3,5)=7
```

```
C =
```

```
    1    2    5    0    0
```

```
    3    4    6    0    0
```

```
    0    0    0    0    7
```

Nizovi karaktera

- Proizvoljan tekst između jednostrukih navodnika ' '

```
>>str= 'Ciao !!!'
```

C	i	a	o		!	!	!
---	---	---	---	--	---	---	---

```
str =
```

```
Ciao !!!
```

Matrica formata 1x8

```
>>str= ['Ciao', ' ', '!!!']
```

```
str =
```

```
Ciao !!!
```

Isti efekat se može dobiti horizontalnim spajanjem operatorom []

- Vertikalnim spajanjem nizova karaktera (moraju biti iste dužine) dobijaju se matrice karaktera

Aritmetički operatori

- ▣ Sabiranje $+$
- ▣ Oduzimanje $-$
- ▣ Matrično množenje $*$
- ▣ Matrično desno deljenje $/$
 - ▣ $X=B/A$, X je rešenje sistema $X*A=B$
- ▣ Matrično levo deljenje
 - ▣ $X=A\backslash B$, X je rešenje sistema $A*X=B$
- ▣ Matrično stepenovanje $^{\wedge}$
- ▣ Transponovanje sa konjugovanjem $'$
- ▣ Množenje (po elementima) $.*$
- ▣ Desno deljenje (po elementima) $./$
- ▣ Levo deljenje (po elementima) $.\backslash$
- ▣ Stepenovanje (po elementima) $.^{\wedge}$
- ▣ Transponovanje $.'$

Aritmetički operatori

```
>>A=[1 2;3 4];
```

```
>>B=A*A
```

B =

7 10

15 22

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

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = 11$$

$$1 \times 3 * 3 \times 1 = 1 \times 1$$

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 & 6 & 9 \\ 6 & 12 & 18 \\ 9 & 18 & 27 \end{bmatrix}$$

$$3 \times 3 * 3 \times 3 = 3 \times 3$$

. Operatori

```
>>A=[1 2;3 4];
```

```
>> B=A.*A
```

B =

1 4

9 16

$$\begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \text{ERROR}$$

$$\begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 3 \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} 4 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 4 \\ 4 \\ 3 \end{bmatrix}$$

$$3 \times 1 .* 3 \times 1 = 3 \times 1$$

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

Formati matrica moraju biti identični sem ako je neki od operatora skalar (u tom slučaju se skalar proširuje do matrice odgovarajućeg formata)

$$\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 2 & 2 & 2 \\ 3 & 3 & 3 \end{bmatrix} .* \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \\ 1 & 2 & 3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 2 & 4 & 6 \\ 3 & 6 & 9 \end{bmatrix}$$

$$3 \times 3 .* 3 \times 3 = 3 \times 3$$

Relacioni operatori

□ Manje <

>> 2+3~=5

□ Veće >

ans =

□ Manje ili jednako <=

0

□ Veće ili jednako >=

>> [1,2;3,4]>[1,3;-3,5]

□ Jednako ==

ans =

□ Različito ~=

0 0

1 0

Logički operatori

- Negacija \sim
- Konjunktija $\&$ ($\&\&$)
- Disjunktija $|$ ($||$)

```
>> a=[0,0,1,1];
```

```
>> b=[0,1,0,1];
```

```
>> a&b
```

```
ans =
```

```
0 0 0 1
```

```
>> a|~b
```

```
ans =
```

```
1 0 1 1
```

- Kratko spojeni operatori

- $\&\&$, $||$

- Vrednost drugog operanda se ne izračunava ako se može utvrditi vrednost čitavog izraza

- $0 \&\& ? \rightarrow 0$

- $1 || ? \rightarrow 1$

- $y==0 || x/y>0$

Ako y ima vrednost 0 vrednost izraza je true (ne izračunava $x/y>0$, odnosno ne deli sa 0)

Logičko indeksiranje

```
>> r=1:3:12
```

```
r =
```

```
1 4 7 10
```

```
>> ind=r>4
```

```
ind =
```

```
0 0 1 1
```

```
>> r(ind)
```

```
ans =
```

```
7 10
```

```
>> R=[1,2,3;4,5,6]
```

```
R =
```

```
[1 2 3
```

```
4 5 6]
```

```
>> ind=rem(R,2)==0
```

```
ind =
```

```
[0 1 0
```

```
1 0 1]
```

```
>> R(ind)
```

```
ans =
```

```
[4
```

```
2
```

```
6]
```

Matrica logičkih indeksa je istog formata kao i matrica koja se indeksira

- Rezultat logičkog indeksiranja vektora je vektor
- Rezultat logičkog indeksiranja matrice (koja nije vektor) je vektor kolone

Informacije o tipu podataka

- **classs**(x): Vraća tip vrednosti x
- **isnumeric**(x), **islogical**(x), **ischar**(x): Testira da li je vrednost x numerička, logička ili znakovna
- **isa**(x, 'naziv tipa'): Da li je x datog tipa
- **isreal**(x): Testira da li je vrednost x realna (ne kompleksna)
- **isfinite**(x), **isnan**(x), **isinf**(x) : Testira da li je vrednost x konačna, **NaN** odnosno **Inf**
- **intmax**('celobrojni tip'), **intmin**('celobrojni tip'), **realmax**('realni tip'), **realmin**('realni tip'): Vraćaju maksimalnu odnosno minimalnu vrednost datog tipa

Informacije o matrici

- **length**(x): Ako je x vektor vraća dužinu vektora x. Ako je x matrica vraća maksimalni broj elemenata po svim dimenzijama
- **size**(x): Format matrice x
- **ndims**(x): Broj dimenzija matrice x
- **numel**(x): Broj elemenata matrice x

Elementarne matematičke funkcije

- **log**(x): Prirodni logaritam
- **exp**(x), **sqrt**(x), **abs**(x), **sign**(x), **sin**(x), **cos**(x), ..., **asin**(x), **acos**(x), ...
- **round**(x): Zaokruživanje prema najbližem celom broju
- **ceil**(x), **floor**(x), **fix**(x): Zaokruživanje prema ∞ , $-\infty$ odnosno prema 0
$$\text{ceil}(5.4) = 6; \text{ceil}(-5.4) = -5$$
- **mod**(x,y), **rem**(x,y): ostatak pri deljenju
- Ako je A matrica, fun(A) se izračunava na svakom pojedinačnom elementu

Funkcije za kreiranje matrica

- **zeros**(m), **zeros**(m,n): kreira kvadratnu odnosno pravougaonu nula matricu
- **ones**(m), **ones**(m,n): kreira kvadratnu odnosno pravougaonu matricu jedinica
- **eye**(m), **eye**(m,n): kreira kvadratnu odnosno pravougaonu jediničnu matricu
- **rand**(m), **rand**(m,n): kreira kvadratnu odnosno pravougaonu matricu slučajnih brojeva iz (0,1)
- **diag**(x): kreira matricu čija je glavna dijagonala vektor x

Logičke funkcije

- **any**(x): Ako je x vektor vraća 1 (**true**) ako bar jedan elemenat vektora ispunjava uslov x inače vraća 0 (**false**). Ako je x matrica test se vrši po kolonama i vraća se vektor logičkih vrednosti: `[any(x(:,1)), any(x(:,2)), ..., any(x(:,n))]`
- **all**(x): Ako je x vektor vraća 1 (**true**) ako svi elementi vektora ispunjavaju uslov x inače vraća 0 (**false**). Ako je x matrica test se vrši po kolonama i vraća se vektor logičkih vrednosti: `[any(x(:,1)), any(x(:,2)), ..., any(x(:,n))]`
- **find**(x): Vraća linearne indekse elemenata koji ispunjavaju dati uslov

Funkcije za obradu vektora

- Prihvataju i matricu kao argument, u tom slučaju je rezultat vektor čiji su elementi rezultati obrade po kolonama.
- **min**(x), **max**(x), **mean**(x): Minimum, maksimum odnosno srednja vrednost elemenata vektora
- **sum**(x), **prod**(x): Suma odnosno proizvod elemenata vektora
- **sort**(x): Sortira elemente vektora u rastući poredak

Funkcije za obradu matrice

- **det**(x): Determinanta kvadratne matrice x
- **inv**(x): Inverzna matrica kvadratne matrice x
- **diag**(x): Vraća vektor glavne dijagonale matrice x
- **rot90**(x): Rotacija matrice za 90 stepeni suprotno od kretanja kazaljke na časovniku
- **fliplr**(x): Okreće matricu x oko vertikalne ose
- **flipud**(x): Okreće matricu x oko horizontalne ose
- **triu**(x): Gornje trougaona matrica matrice x
- **tril**(x): Donje trougaona matrica matrice x
- **reshape**(x, m, n): Kreira matricu formata mxn od matrice x

Funkcije za obradu stringova

- **blanks**(n): Kreira vektor praznina dužine n
- **findstr**(s1,s2): Traži pojavljivanja stringa s2 u s1 i vraća indekse u s1 na kojima počinju nađena pojavljanja
- **isstr**(s): Vraća 1(**true**) ako je s string inače vraća 0(**false**)
- **lower**(s), **upper**(s): Mala u velika slova i obratno
- **strcat**(s1,s2,...), **strvcat**(s1,s2,...): Horizontalno/Vertikalno spajanje stringova s1, s2, ... U slučaju vertikalnog spajanja vrši se dopuna prazninama kako bi rezultat bio matrica
- **char**(s1,s2,...): Formira matricu čije su vrste stringovi s1,s2,... pri tome vrši dopunu prazninama kako bi se formirala matrica
- **num2str**(x), **int2str**(x): Vraća string reprezentaciju od x
- **str2num**(x): Konvertuje string reprezentaciju u odgovarajuću numeričku

Format ispisa

```
>> value = 12.345678901234567;
```

```
format short      → 12.3457
```

```
format long       → 12.34567890123457
```

```
format short e    → 1.2346e+001
```

```
format long e     → 1.234567890123457e+001
```

```
format short g    → 12.346
```

```
format long g     → 12.3456789012346
```

```
format rat        → 1000/81
```

Učitavanje sa tastature

- `input('tekst')` unos brojne vrednosti sa tastature
- `input('tekst', 's')` unos stringa (niza znakova) sa tastature

```
>>x=input('Unesite vrednost: ')
```

```
Unesite vrednost: 2+3*5
```

← Može se uneti i izraz

```
x =
```

```
17
```

```
>>adresa=input('Unesite adresu: ', 's')
```

```
Unesite adresu: Kraljice Marije 16
```

```
adresa =
```

```
Kraljice Marije 16
```


Ispis na ekran

- **disp**(x) ispisuje samo vrednost od x

```
>> 'Hello'
```

```
ans =
```

```
Hello
```

```
>> disp( 'Hello' );
```

```
Hello
```

```
>> x=5;
```

```
>> x
```


```
ans =
```

```
5
```

```
>> disp(x)
```

```
5
```

Mora se izvršiti
konverzija da bi
svi podaci bili
znakovnog tipa



```
>> adresa= 'Kraljice Marije ';
```

```
>> disp( ['Masinski Fakultet ' adresa int2str(16) ] );
```

```
Masinski Fakultet Kraljice Marije 16
```

Radni Prostor

- **who/whos**: lista trenutni sadržaj/detaljni sadržaj radnog prostora

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
A	3x3	72	double	
a	1x1	4	single	
x	1x6	12	char	
y	3x1	12	int32	

clear x y z ...: briše kompletan sadržaj radnog prostora odnosno samo promenljive koje su navedene

```
>> clear A x
```

```
>> whos
```

Name	Size	Bytes	Class	Attributes
a	1x1	4	single	
y	3x1	12	int32	

Help sistem

- **help**: Lista raspoložive sekcije. Neke od sekcija su:
 - ▣ **general** - Naredbe opšte namene
 - ▣ **datatypes, ops** - Tipovi podataka/Operatori i specijalni karakteri
 - ▣ **elfun, specfun** - Elementarne/Specijalne matematičke funkcije
 - ▣ **elmat, matfun** - Elementarne/Specijalne matrične funkcije
 - ▣ **strfun** - Funkcije za rad sa stringovima
 - ▣ **polyfun** - Polinomi i interpolacija
 - ▣ **graph2d, graph3d** – 2D/3D grafika
 - ▣ **iofun** – Ulazno/Izlazne funkcije
 - ▣ **lang** - Konstrukcije programskog jezika
- **help** sekcija: Lista sadržaj date sekcije
- **lookfor** ključna_reč: Pretražuje help sistem po datoj ključnoj reči