

Uvod u MATLAB

Milan Vrdoljak
Zavod za zrakoplovstvo, FSB

`milan.vrdoljak@fsb.hr`
`http://www.fsb.hr/~mvrdojja/matlab/`

Svibanj 2007. — FPZ

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
- 3 Operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
- 3 Operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu

Što je MATLAB?

- okružje s programskim jezikom namjenjeno tehničkim izračunima
- obuhvaća izračune, vizualizaciju i programiranje u okolini jednostavne uporabe
- osnovna namjena: izračuni u matričnoj i vektorskoj formulaciji
- primjena:
 - ▶ napredan alat u visokoj izobrazbi
 - ▶ alat u industriji za visoko produktivno istraživanje, razvoj i analizu
- osnovna odlika MATLAB-a: proširenja — *Toolboxes*

Što je MATLAB?

- okružje s programskim jezikom namjenjeno tehničkim izračunima
- obuhvaća izračune, vizualizaciju i programiranje u okolini jednostavne uporabe
- osnovna namjena: izračuni u matričnoj i vektorskoj formulaciji
- primjena:
 - ▶ napredan alat u visokoj izobrazbi
 - ▶ alat u industriji za visoko produktivno istraživanje, razvoj i analizu
- osnovna odlika MATLAB-a: proširenja — *Toolboxes*

Što je MATLAB?

- okružje s programskim jezikom namjenjeno tehničkim izračunima
- obuhvaća izračune, vizualizaciju i programiranje u okolini jednostavne uporabe
- osnovna namjena: izračuni u matričnoj i vektorskoj formulaciji
- primjena:
 - ▶ napredan alat u visokoj izobrazbi
 - ▶ alat u industriji za visoko produktivno istraživanje, razvoj i analizu
- osnovna odlika MATLAB-a: proširenja — *Toolboxes*

Što je MATLAB?

- okružje s programskim jezikom namjenjeno tehničkim izračunima
- obuhvaća izračune, vizualizaciju i programiranje u okolini jednostavne uporabe
- osnovna namjena: izračuni u matričnoj i vektorskoj formulaciji
- primjena:
 - ▶ napredan alat u visokoj izobrazbi
 - ▶ alat u industriji za visoko produktivno istraživanje, razvoj i analizu
- osnovna odlika MATLAB-a: proširenja — *Toolboxes*

Što je MATLAB?

- okružje s programskim jezikom namjenjeno tehničkim izračunima
- obuhvaća izračune, vizualizaciju i programiranje u okolini jednostavne uporabe
- osnovna namjena: izračuni u matričnoj i vektorskoj formulaciji
- primjena:
 - ▶ napredan alat u visokoj izobrazbi
 - ▶ alat u industriji za visoko produktivno istraživanje, razvoj i analizu
- osnovna odlika MATLAB-a: proširenja — *Toolboxes*

Elementi programskog paketa MATLAB

- razvojna okolina:
 - ▶ komandni prozor (*command window*)
 - ▶ sadržaj radnog prostora (*workspace*)
 - ▶ editor
 - ▶ povijest naredbi (*command history*)
 - ▶ Help
 - ▶ preglednik datoteka i patha
- programski jezik
- biblioteka matematičkih funkcija
- grafički alat

Elementi programskog paketa MATLAB

- razvojna okolina:
 - ▶ komandni prozor (*command window*)
 - ▶ sadržaj radnog prostora (*workspace*)
 - ▶ editor
 - ▶ povijest naredbi (*command history*)
 - ▶ Help
 - ▶ preglednik datoteka i patha
- programski jezik
- biblioteka matematičkih funkcija
- grafički alat

Elementi programskog paketa MATLAB

- razvojna okolina:
 - ▶ komandni prozor (*command window*)
 - ▶ sadržaj radnog prostora (*workspace*)
 - ▶ editor
 - ▶ povijest naredbi (*command history*)
 - ▶ Help
 - ▶ preglednik datoteka i patha
- programski jezik
- biblioteka matematičkih funkcija
- grafički alat

Elementi programskog paketa MATLAB

- razvojna okolina:
 - ▶ komandni prozor (*command window*)
 - ▶ sadržaj radnog prostora (*workspace*)
 - ▶ editor
 - ▶ povijest naredbi (*command history*)
 - ▶ Help
 - ▶ preglednik datoteka i patha
- programski jezik
- biblioteka matematičkih funkcija
- grafički alat

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
 - MATLAB kao linijski kalkulator
 - Osnovne matematičke operacije
 - Radni prostor MATLABa
- 3 Operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu

MATLAB kao linijski kalkulator

```
>> 4*25+3  
ans =  
    103
```

```
>> a=4  
a =  
     4  
>> b=25;  
>> c=3;  
>> d=a*b+c  
d =  
    103
```

- imena varijabli

- ▶ razlikuje velika i mala slova
- ▶ maksimalno 63 znaka (verzija 6, 7)
- ▶ prvi znak mora biti slovo
- ▶ rezervirana imena varijabli: **pi**, **ans**, **eps**, **inf**, **nan**, ...

Osnovne matematičke operacije

- podržane su sve osnovne matematičke funkcije:
`abs(x)` `acos(x)` `sqrt(x)`, `sin(x)`, `tan(x)`, `asin(x)`,
`atan(x)`, ...

```
>> x=sqrt(2)/2
x =
    0.7071
>> y=asin(x)
y =
    0.7854
>> y_s=y*180/pi
y_s =
    45.0000
```

Sadržaj radnog prostora — *Workspace*

- prikaz sadržaja radnog prostora (radne memorije, *base workspace*)
 - ▶ prozor 'Workspace'
- informacije o tipu varijable, veličini (bytes) i dimenziji
- brisanje varijable
- brisanje cijelog radnog prostora

Sadržaj radnog prostora — *Workspace*

- prikaz sadržaja radnog prostora (radne memorije, *base workspace*)
 - ▶ prozor 'Workspace'
- informacije o tipu varijable, veličini (bytes) i dimenziji
- brisanje varijable
- brisanje cijelog radnog prostora

Sadržaj radnog prostora — *Workspace*

- prikaz sadržaja radnog prostora (radne memorije, *base workspace*)
 - ▶ prozor 'Workspace'
- informacije o tipu varijable, veličini (bytes) i dimenziji
- brisanje varijable
- brisanje cijelog radnog prostora

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
- 3 Operacije s vektorima**
 - Formiranje vektora
 - Pristupanje dijelu vektora (indeksiranje)
 - Osnovne matematičke operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu

Vektori

- matrica: shema od $m \times n$ elemenata svrstani u m redaka i n stupaca

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$

- vektor: matrica sa jednim stupcem (*vektor-stupac*) ili matrica sa jednim retkom (*vektor-redak*); niz brojeva

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} 1068.3 \\ 304.8 \\ 115.1 \end{bmatrix}$$

Vektori

- matrica: shema od $m \times n$ elemenata svrstani u m redaka i n stupaca

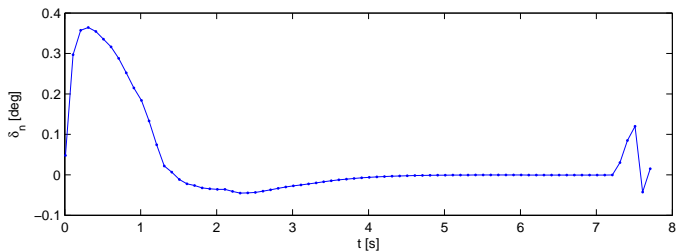
$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \\ 7 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$

- vektor: matrica sa jednim stupcem (*vektor-stupac*) ili matrica sa jednim retkom (*vektor-redak*); niz brojeva

$$\mathbf{r} = \begin{bmatrix} 1068.3 \\ 304.8 \\ 115.1 \end{bmatrix}$$

- vektor-redak, npr. signal upravljanja u horizontalnoj ravnini letjelice

$$\delta_n = [0.0480 \quad 0.2970 \quad 0.3641 \quad \dots \quad 0.0723 \quad 0.0159]$$



Formiranje vektora

- elemente vektora unosimo između uglatih zagrada []
- elemente po stupcima razdvajamo razmakom ili zarezom
- elemente po redovima razdvajamo sa ; ili prelaskom u novi red
- vektor-redak
- vektor-stupac

```
>> x=[1 2 3]
```

```
x =
```

```
    1    2    3
```

```
>> y=[4, 5, 6]
```

```
x =
```

```
    4    5    6
```

```
>> A=[7;8;9]
```

```
A =
```

```
    7
```

```
    8
```

```
    9
```

- automatizirano formiranje vektora za poznatu razliku između elemenata

```
>> x=0:0.5:3
```

```
x =
```

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

- automatizirano formiranje vektora za poznat broj elemenata

```
>> y=linspace(0,1,5)
```

```
y =
```

```
    0    0.2500    0.5000    0.7500    1.0000
```

- specijalni vektori: jedinični i nul vektori

```
>> R=ones(3,1)
```

```
R =
```

```
    1
```

```
    1
```

```
    1
```

```
>> Q=zeros(1,4)
```

```
Q =
```

```
    0
```

```
    0
```

```
    0
```

```
    0
```

Pristup dijelu vektora – indeksiranje

- za pristupanje dijelu vektora koriste se zagrade ()
 - ▶ podatak unutar zagrade () je redni broj željenog elementa
npr.: 4. element vektora y

```
>> y(4)
ans =
    0.7500
```

- ▶ za više elemenata: primjenom znaka : npr.: od 1. do 3. elementa vektora x

```
>> x(1:3)
ans =
    0    0.5000    1.0000
```

- redefinicija elemenata vektora

```
>> x(2)=0.3
x =
    0    0.3000    1.0000    1.5000    2.0000    2.5000    3.0000
```

Osnovne operacije s vektorima

- operacije vektor–skalar

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

```
>> B=2*A-1
```

```
B =
```

```
    1    3    5
```

- potenciranje vektora sa skalarom

```
>> A.^2
```

```
ans =
```

```
    1    4    9
```

- operacije vektor–vektor

- ▶ transponiranje vektora

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

```
>> B=A'
```

```
B =
```

```
1
```

```
2
```

```
3
```

- ▶ zbrajanje, množenje, djeljenje: operacije po elementima

```
>> A+B
```

```
>> 2*A-B
```

```
>> B=ones(1,3)*2;
```

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

```
ans =
```

```
2
```

```
4
```

```
6
```

```
>> B./A
```

```
ans =
```

```
2.0000
```

```
1.0000
```

```
0.6667
```

- ▶ potenciranje: operacija po elementima

```
>> A.^B
```

Ostale operacije nad vektorima

- određivanje dimenzije vektora; broj elemenata: redaka ili stupaca

```
>> R=[1 2 4 6 -1];  
>> length(R)  
ans =  
     5
```

- određivanje najvećeg ili najmanjeg elementa vektora

```
>> [maksimum,i]=max(R)  
maksimum =  
     6  
  
i =  
     4
```

- određivanje sume svih elemenata vektora

```
>> zbroj=sum(R)  
zbroj =  
    12
```

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
- 3 Operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu**
 - Skripte
 - Izvršavanje skripte
 - Savjeti za rad i programiranje u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu

Programi u MATLABu

- programi programskog jezika MATLAB-a: `.m` datoteke

Skripte skup naredbi koje se prenose u komandni prozor i tamo se jedna za drugom izvršavaju (ekvivalent glavnim programima).

Funkcije crne kutije kojima dajemo određeni ulaz a dobivamo traženi izlaz (ekvivalent podprogramima, funkcijama ili bibliotekama).

Programi u MATLABu

- programi programskog jezika MATLAB-a: `.m` datoteke
 - Skripte** skup naredbi koje se prenose u komandni prozor i tamo se jedna za drugom izvršavaju (ekvivalent glavnim programima).
 - Funkcije** crne kutije kojima dajemo određeni ulaz a dobivamo traženi izlaz (ekvivalent podprogramima, funkcijama ili bibliotekama).

Programi u MATLABu

- programi programskog jezika MATLAB-a: `.m` datoteke
 - Skripte** skup naredbi koje se prenose u komandni prozor i tamo se jedna za drugom izvršavaju (ekvivalent glavnim programima).
 - Funkcije** crne kutije kojima dajemo određeni ulaz a dobivamo traženi izlaz (ekvivalent podprogramima, funkcijama ili bibliotekama).

Skripte

- jednostavniji oblik `.m` datoteke
- nema direktnih ulaznih ni izlaznih argumenata: rade s podacima iz radnog prostora
- sve varijable koje kreira skripta ostaju u radnom prostoru MATLABa
- pogodne su za automatizirano izvođenje niza naredbi koje često pozivamo iz komandnog prozora

Skripte

- jednostavniji oblik `.m` datoteke
- nema direktnih ulaznih ni izlaznih argumenata: rade s podacima iz radnog prostora
- sve varijable koje kreira skripta ostaju u radnom prostoru MATLABa
- pogodne su za automatizirano izvođenje niza naredbi koje često pozivamo iz komandnog prozora

Skripte

- jednostavniji oblik `.m` datoteke
- nema direktnih ulaznih ni izlaznih argumenata: rade s podacima iz radnog prostora
- sve varijable koje kreira skripta ostaju u radnom prostoru MATLABa
- pogodne su za automatizirano izvođenje niza naredbi koje često pozivamo iz komandnog prozora

Skripte

- jednostavniji oblik `.m` datoteke
- nema direktnih ulaznih ni izlaznih argumenata: rade s podacima iz radnog prostora
- sve varijable koje kreira skripta ostaju u radnom prostoru MATLABa
- pogodne su za automatizirano izvođenje niza naredbi koje često pozivamo iz komandnog prozora

Pisanje skripte

- sadržaj skripte upisujemo u MATLAB editoru
`File|New|M-File`
- pri tome se sve iza znaka `%` podrazumjeva kao komentar
- spremamo u `.m` datoteku (npr. `test.m`)
`File|Save as ...`

Primjer

Dinamički tlak

Napiši skriptu koja će kao rezultat dati vrijednost q dinamičkog tlaka za brzinu leta od 70 m/s, a za standardnu atmosferu na razini mora:

$$\rho = 1.225 \text{ kg/m}^3.$$

Rješenje primjera

Primjer skripte

datoteka test.m

```
% ovo je skripta test.m
% pomocu nje racunam din.tlak
V=70;
ro=1.225;
q=0.5*ro*V^2;
disp(' Dinamicki tlak, q:')
disp(q)
```

▶ proširenje primjera ...

Izvršavanje skripte

- pokretanje skripte:
u komandnom prozoru naredbom po imenu datoteke, npr.

```
>> test
```

```
??? Undefined function or variable test.
```
- problem u izvršavanju skripte: `path`
- rješenje:
 - ▶ nadopuna `Patha` sa željenim direktorijem
 - ▶ promjena direktorija (u direktoriji u kojem je spremljena `test.m`)

```
>> cd z:\matlab
```
- pokretanje iz menija editora: `Debug|Run` ili F5

Izvršavanje skripte

- pokretanje skripte:
u komandnom prozoru naredbom po imenu datoteke, npr.

```
>> test
```

```
??? Undefined function or variable test.
```
- problem u izvršavanju skripte: `path`
- rješenje:
 - ▶ nadopuna `Patha` sa željenim direktorijem
 - ▶ promjena direktorija (u direktoriji u kojem je spremljena `test.m`)

```
>> cd z:\matlab
```
- pokretanje iz menija editora: `Debug|Run` ili `F5`

Izvršavanje skripte

- pokretanje skripte:
u komandnom prozoru naredbom po imenu datoteke, npr.

```
>> test
```

```
??? Undefined function or variable test.
```
- problem u izvršavanju skripte: `path`
- rješenje:
 - ▶ nadopuna `Patha` sa željenim direktorijem
 - ▶ promjena direktorija (u direktoriji u kojem je spremljena `test.m`)

```
>> cd z:\matlab
```
- pokretanje iz menija editora: `Debug|Run` ili `F5`

Izvršavanje skripte

- pokretanje skripte:
u komandnom prozoru naredbom po imenu datoteke, npr.

```
>> test
```

```
??? Undefined function or variable test.
```
- problem u izvršavanju skripte: `path`
- rješenje:
 - ▶ nadopuna `Patha` sa željenim direktorijem
 - ▶ promjena direktorija (u direktoriji u kojem je spremljena `test.m`)

```
>> cd z:\matlab
```
- pokretanje iz menija editora: `Debug|Run` ili `F5`

Izvršavanje skripte

- pokretanje skripte:
u komandnom prozoru naredbom po imenu datoteke, npr.
`>> test`
`??? Undefined function or variable test.`
- problem u izvršavanju skripte: `path`
- rješenje:
 - ▶ nadopuna `Patha` sa željenim direktorijem
 - ▶ promjena direktorija (u direktoriji u kojem je spremljena `test.m`)
`>> cd z:\matlab`
- pokretanje iz menija editora: `Debug|Run` ili F5

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Efikasniji rad u komandnom prozoru i programima

- pregled ranije izvršenih naredbi (*command history*)
- kompletiranje naziva naredbi i naziva varijabli
- nastavak u novi red ...
- brisanje sadržaja u komandnom prozoru: `clc`
- primjena znaka `;`
- format ispisa rezultata
`format long`

Pregled

- 1 Što je MATLAB?
- 2 Jednostavni matematički proračuni
- 3 Operacije s vektorima
- 4 Programi u MATLABu
- 5 Grafika u MATLABu
 - Linijski prikaz vektora i prikaz po točkama
 - Podešavanje osnovnih parametara osi dijagrama
 - 3D vizualizacija
 - Ispis i eksportiranje grafike

Tipična grafička sesija u MATLABu

- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Tipična grafička sesija u MATLABu

- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Tipična grafička sesija u MATLABu

- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Tipična grafička sesija u MATLABu

- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Tipična grafička sesija u MATLABu

- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Tipična grafička sesija u MATLABu

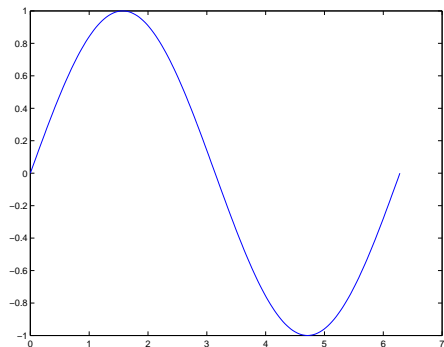
- priprema podataka
- odabir prozora, pozicije za dijagram
- iscrtavanje podataka
- postavljanje karakteristika linija i markera
- postavljanje karakteristika osi dijagrama i mreže
- notacije na dijagramu
- eksportiranje grafike

Osnovna grafička naredba:

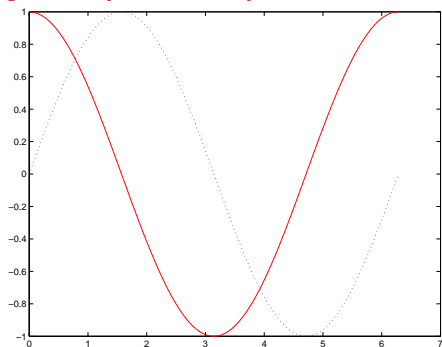
`plot` dijagram linearnog mjerila za osi x i y

Linijski prikaz vektora

```
t=[0:2:360]*pi/180;  
y=sin(t);  
plot(t,y)
```

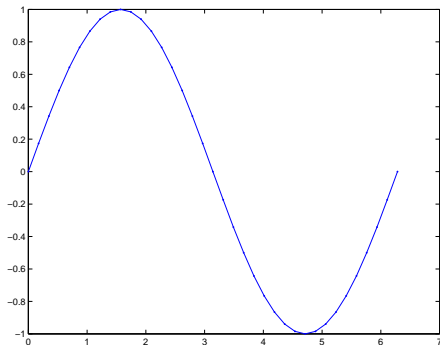


```
y1=cos(t)  
plot(t,y1,'r-',t,y,'b:')
```

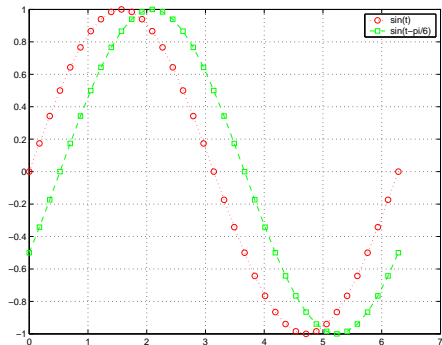


Prikaz podataka po točkama

```
t=[0:10:360]*pi/180;
y=sin(t);
plot(t,y,'r.-')
```

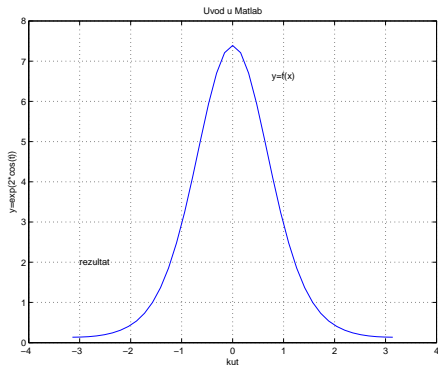


```
z=sin(t-pi/6);
plot(t,y,'ro',t,z,'gs--')
legend('sin(t)', 'sin(t-pi/6)')
grid on
```

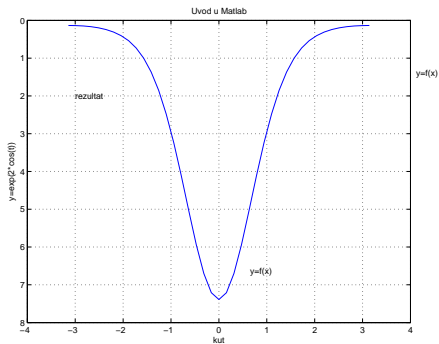


Podešavanje osnovnih parametara osi dijagrama

```
t=-pi:pi/20:pi;  
y=exp(2*cos(t));  
plot(t,y)  
xlabel('kut');ylabel('y=exp(2*cos(t))')  
title('Uvod u Matlab')  
text(-3,2,'rezultat')  
gtext('y=f(x)')  
grid on
```

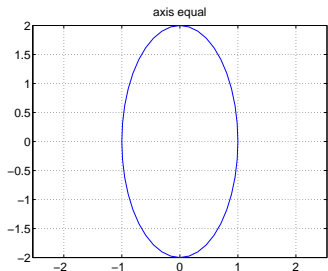
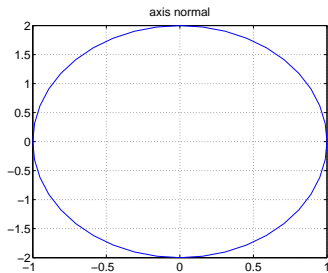


```
set(gca,'YDir','reverse')
```



►► Primjer

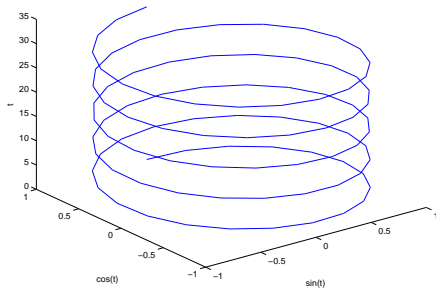
```
t=0:pi/20:pi;  
plot(sin(t),2*cos(t))
```



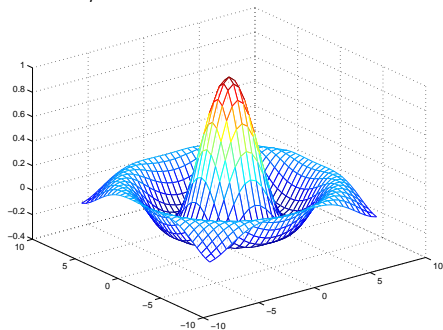
3D vizualizacija

Linijski dijagram

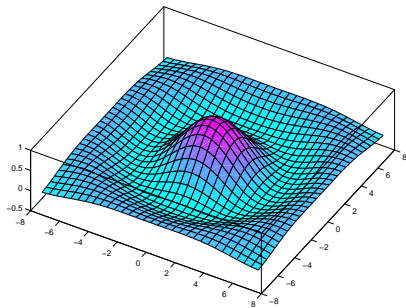
3D Helix



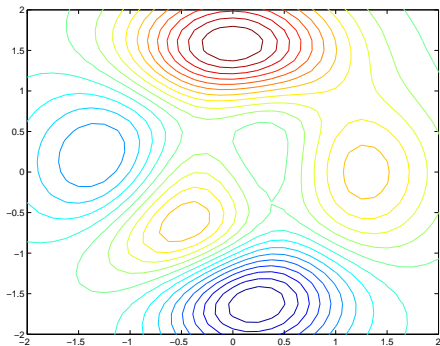
Mreža, *wireframe*



Površina, *surface*



Konturni dijagram



Ispis i eksportiranje grafike

- Četiri su osnovne operacije kojima je moguće transformirati grafiku iz MATLABa
 - 1 ispis
 - 2 ispis u datoteku
 - 3 eksportiranje u datoteku
 - 4 eksportiranje u *Clipboard*
- eksportiranje Figure u datoteku:
File|Save As ... odabir tipa grafičke datoteke.

Ispis i eksportiranje grafike

- Četiri su osnovne operacije kojima je moguće transformirati grafiku iz MATLABa
 - 1 ispis
 - 2 ispis u datoteku
 - 3 eksportiranje u datoteku
 - 4 eksportiranje u *Clipboard*
- eksportiranje Figure u datoteku:
File|Save As ... odabir tipa grafičke datoteke.

Ispis i eksportiranje grafike

- Četiri su osnovne operacije kojima je moguće transformirati grafiku iz MATLABa
 - 1 ispis
 - 2 ispis u datoteku
 - 3 eksportiranje u datoteku
 - 4 eksportiranje u *Clipboard*
- eksportiranje Figure u datoteku:
File|Save As ... odabir tipa grafičke datoteke.

Ispis i eksportiranje grafike

- Četiri su osnovne operacije kojima je moguće transformirati grafiku iz MATLABa
 - 1 ispis
 - 2 ispis u datoteku
 - 3 eksportiranje u datoteku
 - 4 eksportiranje u *Clipboard*
- eksportiranje Figure u datoteku:
File|Save As ... odabir tipa grafičke datoteke.

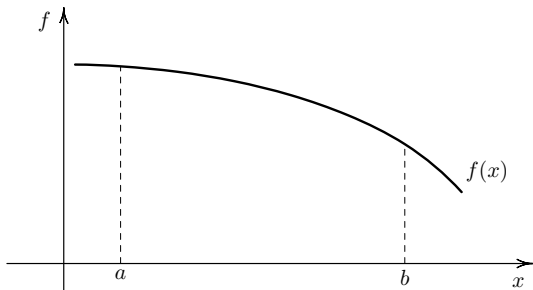
Ispis i eksportiranje grafike

- Četiri su osnovne operacije kojima je moguće transformirati grafiku iz MATLABa
 - 1 ispis
 - 2 ispis u datoteku
 - 3 eksportiranje u datoteku
 - 4 eksportiranje u *Clipboard*
- eksportiranje Figure u datoteku:
`File|Save As ...` odabir tipa grafičke datoteke.

Izračun integrala

Za poznatu funkciju $f(x)$ potrebno je odrediti integral

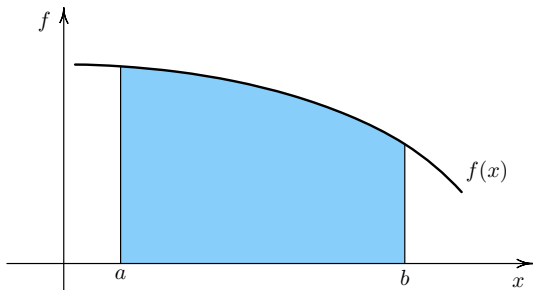
$$F = \int_a^b f(x) dx .$$



Izračun integrala

Za poznatu funkciju $f(x)$ potrebno je odrediti integral

$$F = \int_a^b f(x) dx .$$

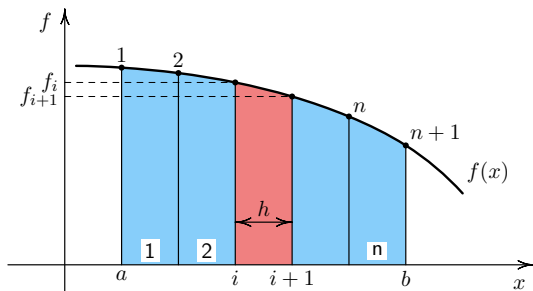


Izračun integrala: trapezno pravilo

promatramo 1 segment od i do $i + 1$:

integral nad tim segmentom širine h možemo zamijeniti površinom tog segmenta – trapeza

$$F_i = \int_i^{i+1} f(x) dx \quad \rightarrow \quad F_i = h \cdot \frac{f_i + f_{i+1}}{2}$$

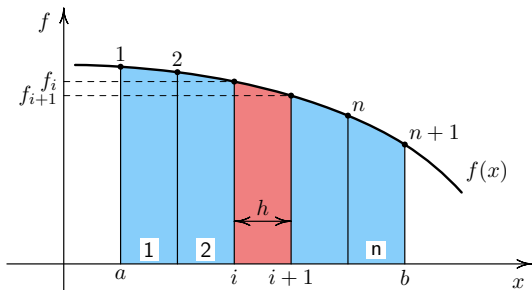


Izračun integrala: trapezno pravilo

integral na cijeloj domeni od a do b :

suma površina svih segmenata – trapeza: (ako su jednake širine h)

$$F = \int_a^b f(x) dx \quad \rightarrow \quad F = \frac{h}{2} \cdot \sum_{i=1}^n (f_i + f_{i+1})$$



Izračun integrala: trapezno pravilo

- zbrojimo sve segmente – trapeze (jednake širine h)

$$F = h \cdot \frac{f_1 + f_2}{2} + h \cdot \frac{f_2 + f_3}{2} + h \cdot \frac{f_3 + f_4}{2} + \dots +$$
$$+ h \cdot \frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2} + h \cdot \frac{f_{n-1} + f_n}{2} + h \cdot \frac{f_n + f_{n+1}}{2}$$

$$F = \frac{h}{2} \cdot (f_1 + f_2 + f_2 + f_3 + f_3 + f_4 + \dots$$
$$+ f_{n-2} + f_{n-1} + f_{n-1} + f_n + f_n + f_{n+1})$$

Izračun integrala: trapezno pravilo

- zbrojimo sve segmente – trapeze (jednake širine h)

$$F = h \cdot \frac{f_1 + f_2}{2} + h \cdot \frac{f_2 + f_3}{2} + h \cdot \frac{f_3 + f_4}{2} + \dots + \\ + h \cdot \frac{f_{n-2} + f_{n-1}}{2} + h \cdot \frac{f_{n-1} + f_n}{2} + h \cdot \frac{f_n + f_{n+1}}{2}$$

$$F = \frac{h}{2} \cdot (f_1 + f_2 + f_2 + f_3 + f_3 + f_4 + \dots \\ + f_{n-2} + f_{n-1} + f_{n-1} + f_n + f_n + f_{n+1})$$

Izračun integrala: trapezno pravilo

- nakon sređivanja

$$F = \frac{h}{2} \cdot (f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4 + \dots + \\ + 2f_{n-2} + 2f_{n-1} + 2f_n + f_{n+1})$$

- u MATLAB-u možemo primjeniti naredbu `sum(f)` koja zbraja sve elemente vektora `f`

Izračun integrala: trapezno pravilo

- nakon sređivanja

$$F = \frac{h}{2} \cdot (f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4 + \dots + \\ + 2f_{n-2} + 2f_{n-1} + 2f_n + f_{n+1})$$

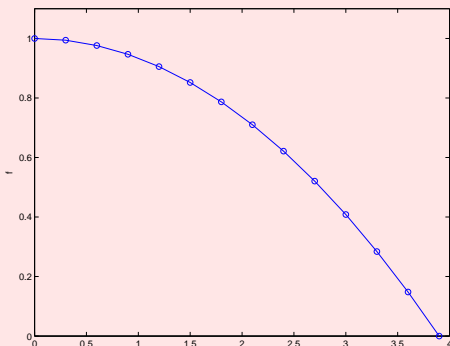
- u MATLAB-u možemo primjeniti naredbu `sum(f)` koja zbraja sve elemente vektora `f`

Primjer: Izračun integrala

Izračunaj integral funkcije $f(x)$ zadane diskretnim vrijednostima: vektorom sa 14 elemenata

$$f = [1.00 \ 0.99 \ 0.98 \ 0.95 \ 0.91 \ 0.85 \ 0.79 \ 0.71 \ 0.62 \ 0.52 \ 0.41 \ 0.28 \ 0.15 \ 0].$$

u granicama od 0 do 3.9. Pripadajuće vrijednosti varijable x su od 0 do 3.9 s jednakom udaljenosti $h = 0.3$.



Rješenje: Izračun integrala

```
x=0:0.3:3.9;  
f=[1.00 0.99 0.98 0.95 0.91 0.85 ...  
   0.79 0.71 0.62 0.52 0.41 0.28 0.15 0];  
h=0.3;  
figure  
plot(x,f,'o-')
```

$$F = \int_0^{3.9} f(x) dx$$

$$F = \frac{h}{2} \cdot (f_1 + 2f_2 + 2f_3 + 2f_4 + \cdots + \\ + 2f_{n-2} + 2f_{n-1} + 2f_n + f_{n+1})$$

```
F=h/2*(f(1)+2*sum(f(2:13))+f(14))
```

Primjer: Koeficijent sile uzgona

Za primjer skripte `test.m` dodaj izračun koeficijenta sile uzgona zrakoplova za slučaj horizontalnog leta ako je ukupna masa zrakoplova $m = 2350$ kg, a referentna površina $S_{ref} = 16.29$ m².

Horizontalni let

Sila uzgona u horizontalnom letu jednaka je težini letjelice te je koeficijent sile uzgona

$$C_L = \frac{L}{\frac{1}{2}\rho V^2 \cdot S_{ref}} = \frac{m \cdot g}{q \cdot S_{ref}}.$$

Rješenje: Koeficijent sile uzgona *datoteka test.m*

```
% ovo je skripta test.m
% pomocu nje racunam din.tlak
V=70;
ro=1.225;
q=0.5*ro*V^2;
disp(' Dinamicki tlak, q:')
disp(q)

% Koliki je koeficijent sile uzgona zrakoplova?
m=2350;
g=9.81;
Sref=16.29;
CL=m*g/(q*Sref);
disp(' Koeficijent sile uzgona, CL:')
disp(CL)
```

◀ Natrag ...

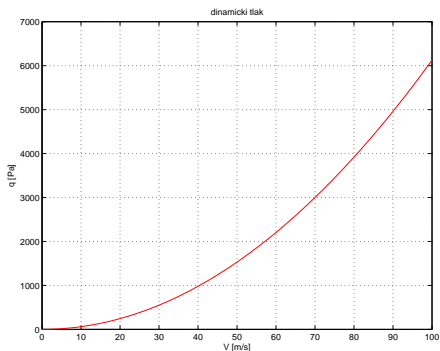
Primjer: Promjena dinamičkog tlaka s brzinom

Preuredi skriptu iz prethodnog primjera tako da se u vektor q spremaju vrijednosti dinamičkog tlaka u ovisnosti o brzini leta: od 0 do 100 m/s. Grafički prikaži ovisnost dinamičkog tlaka o brzini.

Rješenje: Promjena dinamičkog tlaka s brzinom datoteka *test2.m*

```
% ovo je skripta test2.m
% pomocu nje racunam din.tlak u ovisnosti o brzini leta
V=0:1:100;
ro=1.225;
q=0.5*ro*V.^2;
plot(V,q,'r')
grid on
xlabel('V [m/s]')
ylabel('q [Pa]')
title('dinamicki tlak')
```

Rješenje primjera



◀ Natrag ...