

UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET

Uvod u MATLAB i LabView

sa primerima
iz biomedicinskog inženjerstva

Lana Popović-Maneski
Igor Hut
Branislava Jeftić
Ilija Jovanov

Akademski misao,
Beograd 2015.

Lana Popović-Maneski, Igor Hut, Branislava Jeftić, Ilija Jovanov

**Uvod u LabView i MATLAB
sa primerima iz biomedicinskog inženjerstva**

Izdavači

Univerzitet u Beogradu - Mašinski fakultet
Akademska misao, Beograd

Štampa

AKADEMSKA MISAO, Beograd

Dizajn naslovne strane

Zorica Marković, akademski slikar

Tiraž

80 primeraka

ISBN 978-86-7466-565-7

Štampanje ovog udžbenika je delimično finansirano sredstvima projekta "Assisting humans with special needs: Curriculum for Human TOol interaction Network (HUTON)", Ugovor No 530510 TEMPUS-1-2012-RS-TEMPUS-JPCR (2012-3022/001-001)



NAPOMENA: Fotokopiranje ili umnožavanje na bilo koji način ili ponovno objavljivanje ove knjige u celini ili u delovima nije dozvoljeno bez izričite saglasnosti i pismenog odobrenja izdavača.

Sadržaj

PREDGOVOR.....	7
MATLAB	
Uvod u MATLAB 2012.....	11
1 MATLAB okruženje.....	12
1.1 MATLAB Help.....	13
1.2 Sintaksa MATLAB-a.....	14
2 Vektori i matrice u MATLAB-u.....	17
2.1 Definisane vektora.....	17
2.2 Pristupanje elementima vektora.....	18
2.3 Osnovne operacije nad vektorima.....	20
2.3.1 Naredbe ones, zeros, linspace i logspace.....	23
2.3.2 Povećanje dimenzija vektora.....	24
2.4 Definisane matrica.....	24
2.5 Funkcije nad matricama.....	26
2.6 Osnovne operacije nad matricama.....	27
2.6.1 Sortiranje kolona i vrsta.....	29
2.6.2 Primer "Operacije nad matricama".....	30
3 Programiranje u MATLAB-u.....	32
3.1 M-datoteke.....	32
3.1.1 Skript.....	33
3.1.2 Funkcije.....	33
3.2 Funkcije u MATLAB-u.....	36
3.2.1 Elementarne matematičke funkcije.....	37
3.2.2 Specijalne matematičke funkcije.....	40
3.2.3 Funkcije za obradu vektora i matrica.....	41
3.2.4 Funkcije za obradu stringova.....	44
3.3 Promenljive.....	44
3.4 Algoritmi i dijagrami toka.....	46
3.4.1 Opšte smernice za rešavanje problema u inženjerstvu i nauci.....	46
3.4.2 Struktura programa.....	47
3.4.3 Dijagram toka i pseudokod.....	47
3.4.4 Crtanje dijagrama toka.....	48
3.4.5 Primeri.....	49
3.5 Naredbe uslovnog grananja: <i>if</i> i <i>switch</i>	53
3.6 Kontrolne petlje: <i>for</i> i <i>while</i>	54
4 Grafičke funkcije.....	56

4.1	Grafici dvodimenzionalnih podataka	56
4.1.1	Funkcija <i>plot</i>	58
4.1.2	Funkcija <i>subplot</i>	61
4.1.3	Funkcije za označavanje grafičkih prikaza	62
4.2	Trodimenzionalni grafici	64
5	Učitavanje i ispisivanje podataka	67
5.1	Ispisivanje i učitavanje podataka u mat-fajlove	67
5.1.1	Funkcija <i>save</i>	68
5.1.2	Funkcija <i>load</i>	69
5.2	Ispisivanje i učitavanje tekstualnih podataka	70
5.2.1	Učitavanje tekstualnih podataka	70
5.2.2	Ispisivanje tekstualnih podataka	73
5.3	Rad sa grafičkim podacima	75
5.3.1	Učitavanje grafičkih podataka	76
5.3.2	Ispisivanje grafičkih podataka	76
5.4	Rad sa audio/video podacima	77
5.4.1	Učitavanje Audio/Video podataka	77
5.4.2	Snimanje audio podataka	77
5.4.3	Ispisivanje Audio/Video podataka	77
5.4.4	Ispisivanje Video podataka u AVI format	78
5.5	Rad sa podacima zapisanim u tabele	78
5.5.1	Ispisivanje u fajl	78
5.5.2	Učitavanje iz fajla	79
6	Složene strukture podataka	80
6.1	Logički nizovi (Logical Data)	80
6.2	Proređeni nizovi (Sparse Arrays)	81
6.3	Višedimenzionalni nizovi (Multidimensional Arrays)	81
6.4	Nizovi sa slovnim podacima (Character Arrays)	82
6.5	Ćelijski nizovi (Cell Arrays)	86
6.6	Strukture (Structures)	87
7	Osnove regresione analize u MATLAB-u	90
7.1	Polinomi	90
7.2	Fitovanje krivih	91
7.2.1	Interpolacija i ekstrapolacija	92
8	GUI (Graphical User Interface)	96
8.1	GUI komponente	96
8.2	<i>Property Inspector</i>	98

8.3	Pokretanje GUI-ja.....	99
8.3.1	Pokretanje GUI-ja iz jednog *.m fajla.....	99
8.4	<i>Standalone</i> aplikacija.....	100
9	PRILOG A: MATLAB zadaci za vežbu.....	101
9.1	Rešeni zadatak 1.....	101
9.2	Rešeni zadatak 2.....	102
9.3	Zadatak za samostalni rad 1.....	103
9.4	Zadatak za samostalni rad 2.....	104
9.5	Rešeni zadatak 3.....	105
9.6	Rešeni zadatak 4.....	109
9.7	Rešeni zadatak 5.....	112
9.7.1	Zadatak za samostalni rad 3.....	113
9.8	Rešeni zadatak 6.....	114
	Literatura MATLAB.....	117

LabVIEW

Uvod u LabVIEW 2013.....	121
10 LabVIEW okruženje.....	122
11 Osnovni pojmovi.....	123
11.1 Dijagrami.....	123
11.1.1 Primer "Dijagrami".....	124
11.2 Icon/connector Pane.....	125
11.3 Palete.....	125
11.3.1 Controls Palette.....	125
11.3.2 Tools Palette.....	127
11.3.3 Functions palette.....	128
11.4 Toolbar.....	129
11.5 Meniji uz objekte.....	129
11.6 Obeležavanje podataka.....	130
11.6.1 Boje.....	130
11.6.2 Žice.....	130
11.7 Čuvanje VI-a.....	131
11.8 Help.....	131
11.9 Projekti.....	132
11.10 Primer "kontrolne i indikatori".....	132
11.11 Potprogrami (SubVI).....	133
12 Tok izvršavanja programa.....	135
12.1 Primer "dataflow".....	135
13 Petlje.....	137
13.1 For petlja.....	137
13.2 While petlja.....	138
13.2.1 Primer "while petlja".....	138
14 Tajmeri.....	140
14.1 Primer "Tajmeri".....	140
15 Shift Register.....	142
15.1 Primer "Shift Register".....	143
16 Složeni tipovi podataka.....	145
16.1 Nizovi.....	145
16.1.1 Višedimenzionalni nizovi.....	146
16.2 Klasteri (Cluster).....	146
16.2.1 Primer "klasteri".....	147

16.3	Enum	147
17	Grafički prikaz podataka.....	149
17.1	Primer "grafici".....	150
18	Strukture	151
18.1	Case struktura	151
18.2	Event struktura	151
18.3	Sekvence (<i>Sequence</i>)	153
19	Razmena podataka u okviru VI-a.....	154
19.1	Lokalne promenljive.....	155
19.2	Property Node.....	156
19.3	Invoke Node	157
19.4	Type Definition	157
20	Inicijalizacija i deinicijalizacija.....	158
20.1	Primer "inicijalizacija-deinicijalizacija".....	158
21	Detekcija događaja	160
22	Datoteke	162
23	Praćenje grešaka (<i>error handling</i>).....	166
24	Mašine stanja (<i>State Machine</i>)	168
24.1	Formiranje mašine stanja.....	168
25	Akvizicija podataka	170
25.1	<i>Measurement & Automation Explorer</i> - MAX.....	171
25.2	Primer "akvizicija podataka"	175
25.3	Primer "generisanje digitalnih signala".....	176
26	Primer "prikaz višedimenzionalnih podataka".....	179
27	PRILOG B: LabVIEW zadaci za vežbu	180
27.1	Rešeni zadatak 1	180
27.1.1	Zadatak za samostalni rad 1	182
27.2	Rešeni zadatak 2	184
27.2.1	Zadatak za samostalni rad 2	186
27.3	Rešeni zadatak 3	187
27.3.1	Rešeni zadatak 3a	187
27.3.2	Zadatak za samostalni rad 3	190
27.4	Rešeni zadatak 4	191
27.5	Rešeni zadatak 5	199
	Literatura LabVIEW	203

PREDGOVOR

MATLAB i LabVIEW su popularna razvojna programska okruženja koja su proizvod američkih kompanija MathWorks (Natick, MA, USA) i National Instruments (Austin, TX, USA), a danas se koriste na skoro svim svetskim univerzitetima i u najvećem broju inženjerskih istraživačkih ustanova. Zajednička karakteristika za MATLAB i LabVIEW je *user-friendly* pristup, koji omogućava čak i korisnicima sa ograničenim iskustvom u programiranju da pišu programe i testiraju rešenja značajno brže nego što je to slučaj sa konvencionalnim programskim alatima. MATLAB (*MATrix LABoratory*) je programsko okruženje specijalizovano za numeričke proračune primenom posebno prilagođenog sekvencijalnog kôda. LabVIEW (*Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*) se bazira na programiranju pomoću G kôda, koji se realizuje grafičkim slaganjem i povezivanjem blokova koji izvršavaju delove kôda. Studenti, inženjeri i naučnici širom sveta koriste oba okruženja u različitim fazama dizajna, modeliranja, simulacija, testiranja prototipa i razvoja novih tehnologija. MATLAB se najčešće koristi za simulacije i kompleksne numeričke proračune zbog velikog broja pridruženih biblioteka koje sadrže složene funkcije specijalizovane za primenu u različitim oblastima tehnike. LabVIEW je najčešći izbor u slučaju potrebe za intuitivnim i nešto kompleksnijim korisničkim interfejsom za kontrolu programa i posmatranje rezultata, kao i u slučaju interakcije sa hardverom (akvizicija tj. merenje ili generisanje signala za upravljanje eksternim uređajima). Iskusni korisnici se često odlučuju da kombinuju MATLAB i LabVIEW. Podaci iz jednog programa mogu biti eksportovani u drugi program radi dalje obrade, dok LabVIEW čak omogućava implementaciju postojećeg MATLAB kôda u okviru *MathScript Function* modula.

Ova knjiga će vam pomoći da zakoračite u svet programiranja u okruženjima MATLAB i LabVIEW uz niz korisnih saveta i rešenih primera. Primeri su pažljivo birani iz domena biomedicinskog inženjerstva, ali tako da čitaoca upoznaju sa osnovnim tehnikama programiranja koje se mogu lako primeniti i u drugim domenima inženjerstva.

Autori su se trudili da tekst u što manjoj meri sadrži greške, kako one koje se tiču samog sadržaja tako i gramatičke i slovne, međutim, po prirodi stvari, neke su se sigurno potkrale. Svakom pažljivom čitaocu koji ukaže na ovakve propuste, ili uputi konstruktivnu kritiku, autori će biti izuzetno zahvalni.

Beograd, oktobar 2015

Autori

MATLAB

Uvod u MATLAB 2012

MATLAB je programski paket koji proizvodi firma *MathWorks*. MATLAB omogućava lako manipulisanje matricama, prikazivanje funkcija i fitovanje, implementaciju algoritama, dizajniranje grafičkog korisničkog interfejsa kao i povezivanje sa programima pisanim u drugim programskim jezicima.

MATLAB je prvobitno razvio *Cleve Moler* na univerzitetu *New Mexico* kasnih '60. godina prošlog veka, kao biblioteku funkcija koja je studentima omogućavala da rešavaju kompleksne probleme iz linearne algebre bez potrebe da uče FORTRAN. 1984. godine *Jack Little* i *Cleve Moler* stvaraju firmu *MathWorks* sa ciljem da komercijalizuju MATLAB. U početku je dominantno košičćen u edukaciji, a popularnost je naglo počela da mu raste nakon što je prihvaćen od strane inženjera i naučnika u oblasti automatskog upravljanja. Vremenom mu je proširena osnovna funkcionalnost, pridodat grafički interfejs kao i brojne funkcije za vizualizaciju. Danas je MATLAB instaliran u laboratorijama na preko 5000 univerziteta i koledža širom sveta a broj korisnika sa individualnom ili grupnom licencom se broji u milionima.

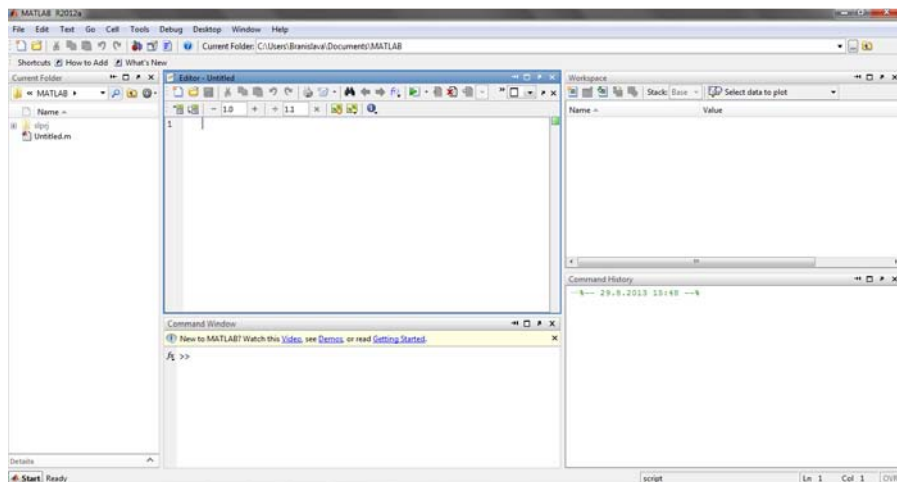
Prvobitno, MATLAB je trebalo da bude sredstvo za rešavanje matematičkih problema u linearnoj algebri, numeričkoj analizi i optimizaciji, ali ubrzo se polje primene ovog programa proširilo i na sledeće oblasti: analizu podataka, statistiku, obradu signala i sistema, ekonomiju, meteorologiju i dr.

MATLAB predstavlja standardni alat koji se koristi u industriji i obrazovanju iz razloga sto je „*user-friendly*“: MATLAB softver izvršava jednu po jednu instrukciju, pa se analizom delimičnih rezultata mogu izvršiti nove instrukcije koje se zasnivaju na informacijama koje već postoje u memoriji računara.

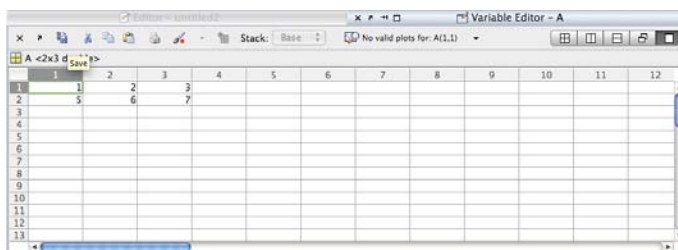
Osnovni element u MATLAB-u je matrica koja ne mora da se definiše i deklarise kao u drugim programskim jezicima, te otuda i naziv MATLAB kao skraćenica za *MATrix LABORatory*.

1 MATLAB okruženje

Radno okruženje MATLAB-a (verzija R2012a) prikazuje pet panela (slika dole):

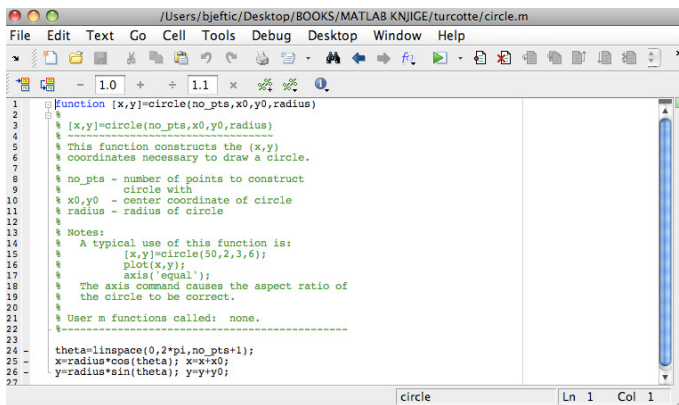


1. **Workspace** prikazuje promenljive koje su nastale i koje su korišćene tokom rada u MATLAB-u. Promenljive se mogu dodati u ovaj panel na više načina: definisanjem u komandnom prozoru, korišćenjem funkcije, pokretanjem M-fajla i dr. Svaka promenljiva u *Workspace*-u se može pogledati i editovati dvostrukim klikom na željenu promenljivu što uslovljava otvaranje prozora *Variable Editor* u kome se vidi sadržaj te promenljive i u kojem se može izvršiti editovanje promenljive (slika dole).



2. **Current Directory** prikazuje sadržaj aktuelnog foldera.
3. **Command History** prikazuje sve naredbe koje su bile izvršene u dotadašnjem radu u MATLAB-u. Mogu se ponovo izvršiti dvostrukim klikom na naredbu ili tako što će se iz ovog prozora komanda "prevući" u *Command Window*.
4. **Command Window**: Ovo je prozor u koji se unose sve naredbe i u kojem se prikazuju rezultati. Koristi se za unošenje vrednosti promenljivih, za izvršavanje funkcija i za pokretanje M-fajlova.

5. **Editor** se koristi za pisanje, editovanje, debugovanje i izvršavanje programa (slika dole) u MATLAB-u (M-files). Editor se otvara ukucavanjem reči *edit* u Komandni prozor.



The screenshot shows the MATLAB Editor window with the following code:

```
1 function [x,y]=circle(no_pts,x0,y0,radius)
2 %
3 [x,y]=circle(no_pts,x0,y0,radius)
4 %
5 % This function constructs the (x,y)
6 % coordinates necessary to draw a circle.
7 %
8 % no_pts - number of points to construct
9 % circle with
10 % x0,y0 - center coordinate of circle
11 % radius - radius of circle
12 %
13 % Notes:
14 % A typical use of this function is:
15 % [x,y]=circle(50,2,3,6);
16 % plot(x,y);
17 % axis('equal');
18 % The axis command causes the aspect ratio of
19 % the circle to be correct.
20 %
21 % User m functions called: none.
22 %-----
23
24 theta=linspace(0,2*pi,no_pts+1);
25 x=radius*cos(theta); x=x0;
26 y=radius*sin(theta); y=y0;
27
```

1.1 MATLAB Help

Ako želite da vidite tutorijal o softverskom paketu MATLAB ukucajte **demo** u Komandni prozor i prikazaće vam se tutorijali koji su dostupni. Probajte i sledeće naredbe:

```
>> help
>> help general
>> doc
>> help sign
```

Ukoliko želite da dobijete informacije o nekoj funkciji, a niste sigurni kako se funkcija tačno zove, možete ukucati:

```
>> lookfor ime funkcije (npr. lookfor absolute daje abs)
```

i tako videti koje ime se koristi za određenu funkciju.