

01. Wprowadzenie do pakietu MATLAB

1. Typy i formaty danych:

Informacje o typach danych dostępnych w MATLABie uzyskuje się poleceniem: `help datatypes`, a sposoby ich wyświetlania poleceniem `help format`. Do podstawowych typów danych zaliczamy:

- `double` - zmienna podwójnej precyzji
- `single` - pojedyncza precyzja
- `logical` - zmienna logiczna
- `uint8, uint16, uint32, uint64` - 8, 16, 32 i 64-bitowa liczba całkowita bez znaku.
- `int8, int16, int32, int64` - 8, 16, 32 i 64-bitowa liczba całkowita ze znakiem.
- `char` - zmienna znakowa
- `cell` - zmienna komórkowa
- `struct` - struktura

Do podstawowych formatów danych zaliczamy:

- `short` - 5 cyfr, stałoprzecinkowe
- `short e` - 5 cyfr, zmiennoprzecinkowa
- `short g` - 5 cyfr, stało- lub zmiennoprzecinkowa
- `long, long e, long g` - 15 cyfr, reprezentacja analogicznie do `short`
- `rat` - format ułamkowy
- `hex` - styl heksadecymalny
- `bank` - tryb walutowy

2. Znaki i nazwy specjalne

Informacje o znakach i operatorach specjalnych uzyskuje się poprzez wpisanie w konsoli polecenia `help ops`. Natomiast informacje o zmiennych i stałych specjalnych (np. π) uzyskuje się poleceniem `help elmat`.

3. Podstawowe funkcje

Informacje nt. podstawowych funkcji matematycznych uzyskuje się poleceniem `help elfun`. Zestaw najważniejszych poleceń zawiera Fig.1. Informacje o bardziej zaawansowanych funkcjach uzyskuje się poleceniem `help specfun`.

Nazwa	Opis funkcji
abs	wartość bezwzględna; moduł liczby zespolonej; wektor wartości znaków łańcucha wg. kodu ASCII
acos, acosh	arcus cosinus, arcus cosinus hiperboliczny
acot, acoth	arcus cotangens, arcus cotangens hiperboliczny
acsc, acsch	arcus cosecans, arcus cosecans hiperboliczny
angle	argument liczby zespolonej, w radianach $[-\pi, +\pi]$
asec, asech	arcus secans, arcus secans hiperboliczny
asin, asinh	arcus sinus, arcus sinus hiperboliczny
atan, atanh	arcus tangens, arcus tangens hiperboliczny
atan2	arcus tangens dwuargumentowy, $\varphi = \text{atan2}(\text{imag}(z), \text{real}(z)); \varphi \in [-\pi, +\pi];$
ceil	zaokrąglenie w kierunku $+\infty$
conj	liczba sprzężona
cos, cosh	cosinus, sinus hiperboliczny
cot, coth	cotangens, cotangens hiperboliczny
csc, csch	cosecans, cosecans hiperboliczny
exp	funkcja wykładnicza (eksponentyjna)
fix	zaokrąglenie w kierunku zera
floor	zaokrąglenie w kierunku $-\infty$
log	logarytm naturalny (przy podstawie e)
log2	logarytm przy podstawie 2;
log10	logarytm dziesiętny (przy podstawie 10)
pow2	potęgowanie przy podstawie 2; $\text{pow2}(f, x) = f \cdot 2^x$
real, imag	część rzeczywista i urojona liczby zespolonej
rem	reszta z dzielenia
round	zaokrąglenie do najbliższej liczby całkowitej
sec, sech	secans, secans hiperboliczny
sign	znak
sin, sinh	sinus, sinus hiperboliczny
sqrt	pierwiastek kwadratowy
tan, tanh	tangens, tangens hiperboliczny

Fig. 1: Podstawowe funkcje matematyczne w MATLABie (źródło: Mrozek & Mrozek, 2002)

4. Polecenia i instrukcje

Do najważniejszych poleceń możliwych do wpisania w wierszu poleceń służą:

- `clear a`, `clear all` - usunięcie zmiennej `a`, usunięcie wszystkich zmiennych
- `ans` - wyświetlenie ostatniego wyniku.
- `exit` - zamknięcie programu

- `a=load('nazwa pliku')` - wczytanie zmiennych
- `save nazwa_pliku zmienne -ascii` - zapis zmiennych
- `for k=1:5`
`polecenie`
`end`
- `if (a>b)`
`polecenie`
`else`
`polecenie`
`end`
- `while (warunek)`
`polecenie`
`end`

5. Macierze i wektory

UWAGA: Pierwszy element macierzy ma index 1, a nie, jak w C, zero.

Macierze i wektory można generować na kilka sposobów. Do najczęściej używanych należą:

- notacja dwukropkowa (:) np. `a=1:2:7` da wektor `[1 3 5 7]`
- użycie funkcji specjalnych (`zeros()`, `ones()`, `eyes()`, `rand()`, `randn()`)
`a=zeros(5,6)` - generuje tablicę złożoną z samych zer o 5 wierszach i 6 kolumnach.
- wpisanie przy użyciu `[]`, np. `a=[1 2 3; 4 5 6; 7 8 9]`.
- wczytanie z pliku (funkcja `load`) `a= load('a.txt');`

Specjalnymi operatorami stosowanymi do obliczeń macierzowych są:

- (apostrof): służy do transpozycji macierzy
- (kropka): służy do traktowania macierzy jako tablica i wykonywania operacji komórka po komórce, np.:

$$\mathbf{a} = \begin{pmatrix} 2 & 2 \\ 3 & 3 \end{pmatrix} \quad \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix}$$

to:

$$\mathbf{a} * \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 8 & 12 \\ 12 & 18 \end{pmatrix} \quad \mathbf{a} . * \mathbf{b} = \begin{pmatrix} 2 & 4 \\ 9 & 12 \end{pmatrix} \quad \mathbf{a}' = \begin{pmatrix} 2 & 3 \\ 2 & 3 \end{pmatrix}$$

- (`\` i `/`): lewo i prawostronne dzielenie. `A\B` oznacza rozwiązanie równania $Ax=B$

6. Używanie notacji dwukropkowej

Notacja dwukropkowa służy do tworzenia wektorów, wyciągania informacji o poszczególnych fragmentach macierzy, np. jeżeli przez **A** oznaczymy macierz, to zapis:

- `A(:,2)` oznacza drugą kolumnę macierzy **A**
- `A(3,:)` oznacza trzeci wiersz macierzy **A**
- `A(:,[1,3])` oznacza wybranie 1 i 3 kolumny
- `a=1:5` powoduje utworzenie wektora poziomego zawierającego kolejne liczby całkowite `[1 2 3 4 5]`

7. Praca z m-plikami

Istnieją 2 rodzaje m-plików:

funkcyjne: posiadające w pierwszej linijce definicję funkcji:

```
function [parametry_wyjścia]=nazwa_funkcji(parametry_wejścia).
```

Działają na zmiennych wewnętrznych. Odwoływanie się do zmiennych zewnętrznych następuje poprzez polecenie `global`

skryptowe: zawierające polecenie linia po linii i działają na zmiennych dostępnych w workspace.

8. Wykresy i grafika

MATLAB posiada szereg funkcji służących do wyświetlania danych. Najważniejsze przedstawiono w Fig.2. Opcje wyświetlania linii (markerów) przedstawiono w Fig.3. Do wyświetlania kilku wykresów na jednym służy polecenie `subplot`. Np. wpisanie polecenia `loglog(x,y,'*k')`, gdzie `x,y` wektory wyświetli wykres bilogarytmiczny z czarnymi gwiazdkami.

9. Metody numeryczne

- Rozwiązywanie układów równań liniowych $Ax = b$ z:
 - wykorzystaniem SVD: `x=pinv(A)* b`
 - wykorzystaniem dekompozycji `qr, lu`
- miejsca zerowe funkcji: `fzero('fx',punkt_początkowy);`
- całkowanie symboliczne: `syms x; int(x.^2)`
- pochothane symboliczne: `syms x; diff(cos(x));`

Nazwa	Opis funkcji	Nazwa	Opis funkcji
plot	skala liniowa obu osi	semilogx	skala logarytmiczna x
loglog	skale logarytmiczne osi	semilogy	skala logarytmiczna y
bar,barh	słupkowy (pion, poziom)	bar3,bar3h	słupkowy 3-wymiarowy
hist	histogram	stairs	wykres schodkowy
rose	histogram kołowy	compass	wykres strzałkowy I
polar	wykres kołowy	feather	wykres strzałkowy II
quiver	wykres linii pola	errorbar	wykres błędów
fill	wypełnia obszary zamkn.	fplot,ezplot	wykres funkcji ciągłej
area	wypełnia pole wykresu	plotmatrix	wykresy punktowe
stem	wykres dyskretny	pareto	wykres Pareto
comet	wykres z warkoczem	pie, pie3	okrągły tort
scatter	wykres punktowy	ribbon	linie jak tasiemka (3-D)

Fig. 2: Podstawowe wykresy w MATLABie (źródło: Mrozek & Mrozek, 2002)

Kolor linii		Marker danych		Rodzaj linii	
znak	opis	znak	opis	znak	opis
<i>b</i>	niebieski	.	punkt	-	ciągła
<i>g</i>	zielony	o	okrąg	:	kropkowana
<i>r</i>	czerwony	x	znak x	-.	linia typu kreska-kropka
<i>c</i>	turkusowy	+	plus	--	przerywana
<i>m</i>	fioletowy	*	gwiazdka	(spacja)	brak linii
<i>y</i>	żółty	s	kwadrat		
<i>k</i>	czarny	d	rąb		
		v	trójkąt z wierzchołkiem do dołu		
		^	trójkąt z wierzchołkiem do góry		
		<	trójkąt z wierzchołkiem w lewo		
		>	trójkąt z wierzchołkiem w prawo		
		p	pięciokąt		
		h	sześciokąt		

Fig. 3: Podstawowe opcje wykresów w MATLABie (źródło: Osowski et al, 2006))

- (e) interpolacje i aproksymacje: `polyfit(x,y,stopien)` - obliczanie współczynników wielomianu interpolującego wielomianu, liczenie wartości w punktach: `polyval(współczynniki,punkty)` przy wykorzystaniu funkcji sklejanych `spline(x,y,punkty)`

10. Ćwiczenia

- (a) Wygeneruj macierz prostokątną \mathbf{A} o wymiarach 5×6 o rozkładzie normalnym o średniej $\hat{x} = 1$ i odchyleniu $\sigma = 0.5$. Następnie przemnoż 3 wiersze wg. zasady pierwsza kolumna x1, druga x2, itd. Następnie stwórz zbiorczy wykres, gdzie pierwsza kolumna stanowi dziedzinę (zbiór argumentów), a pozostałe kolumny zbiór wartości.
- (b) Rozwiąż przy użyciu: dzielenia lewostronnego i dekompozycji SVD, równanie $\mathbf{Ax}=\mathbf{B}$, gdzie $\mathbf{A}=\text{rand}(4)$, $\mathbf{B}=[1:4]'$.