



# 1. Wprowadzenie do systemu MATLAB

## Operacje macierzowe i grafika 2D i 3D

### Podstawy programowania

Sławomir Milewski  
e-mail: [slawek@L5.pk.edu.pl](mailto:slawek@L5.pk.edu.pl)



## Zalety pracy w środowisku Matlab

- ◆ Przyjazne środowisko użytkownika
  - Okno poleceń (Command Window)
  - Przeglądarka historii (Command History)
  - Edytor
  - Przestrzeń robocza (Workspace)
  
- ◆ Otwarta architektura
  - Rozszerzalność
  - Dowolny system i sprzęt
  
- ◆ Profesjonalna biblioteka matematyczna
  
- ◆ Przyjazne środowisko graficzne do wizualizacji



# Środowisko użytkownika

The screenshot shows the MATLAB 7.7.0 (R2008b) environment. The interface is divided into several panes:

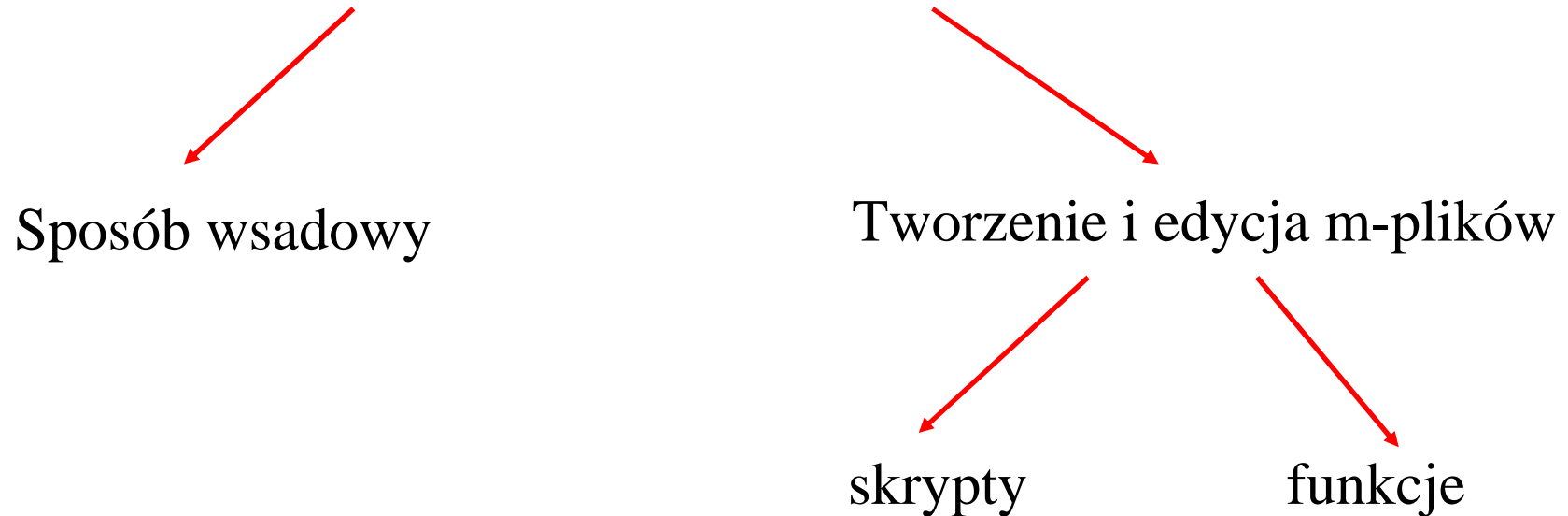
- Current Directory:** Shows a file explorer view of the current directory, containing files like RAPORT, dane1.txt, dane2.txt, fig1.eps, heat\_mil.m, and various konf\*.txt files.
- Command Window:** A central pane for entering and executing MATLAB commands. It contains the text "Okno poleceń".
- Workspace:** A table showing the current workspace variables. It contains the text "Przestrzeń robocza".
- Command History:** A list of previously executed commands, including "close all", "help axes", "help colorbar", and arithmetic operations. It contains the text "Historia poleceń".

Name	Value	Min	Max	Class	Var
A	[2,3,4]	2	4	double	1
ans	3.3075	3.3075	3.3075	double	0

Name	Date Modified
RAPORT	01.12.10 18:37
dane1.txt	02.11.10 19:36
dane2.txt	02.11.10 01:51
fig1.eps	10.11.10 19:05
heat_mil.m	20.10.10 20:19
konf11.txt	02.11.10 01:49
konf12.txt	02.11.10 01:50
konf13.txt	02.11.10 01:50
konf14.txt	02.11.10 01:51
konf15.txt	02.11.10 01:51
linki1001032A.txt	16.11.10 02:29
linki1001032B.txt	19.07.10 14:46
linki1001042A.txt	02.11.10 01:51
linki1001042B.txt	19.07.10 19:32
linki1001052A.txt	02.11.10 01:51
linki1001052B.txt	19.07.10 19:50
linki1001062A.txt	09.11.10 15:20
linki1001062B.txt	08.09.10 00:25
linki1001072A.txt	09.11.10 15:19
linki1001082A.txt	06.01.11 21:23
linki1001082B.txt	06.01.11 21:23
linki201012A.txt	19.07.10 11:46
linki201012B.txt	19.07.10 12:38
linki_test.asv	02.11.10 02:18

```
Command History
- close all
- 7+1
- help axes
- help colorbar
- help colorbar
- 34400 + 18500
- 52900 + 5000 + 10000 + 4*3300 + 10000
- ans + 13000
- c1c
- 18500 + 34400
- 18500 + 34500
- 53000 + 13000 + 5000 + 6600 + 4*3300 + 10000
- MRS - 2
- MRS
- MRS2D
- A = [2 3 4]
- c1c
```

## Organizacja pracy w Matlabie



Źródło funkcji wbudowanych

- jądro
- przyborniki (toolbox)



## Praca w trybie wsadowym

- ◆ Podstawowy typ danych liczbowych: macierz (tablica) - dwuwymiarowa
- ◆ Zmienne (własne i standardowa)
- ◆ Lista i cechy zmiennych
- ◆ Typy domyślne zmiennych: double, logical, char
- ◆ Typ double: liczby naturalne, całkowite, wymierne, rzeczywiste, nierzeczywiste (zespolone)
- ◆ Inne typy: int8, int16, int32 – wymagają rzutowania
- ◆ Obsługiwanie przestrzeni roboczej Save, load, clear, clear all, who, whos
- ◆ Przeglądanie historii poleceń: strzałki góra i dół, przeciąganie
- ◆ Średnik na końcu linijki: wypisanie lub zablokowanie wypisania echa polecenia
- ◆ Nazewnictwo zmiennych (plików i funkcji)



## Zmienne i stałe specjalne

- ◆ ans
- ◆ computer
- ◆ eps
- ◆ i, j
- ◆ Inf
- ◆ Nan
- ◆ nargin, nargout
- ◆ pi
- ◆ realmax, realmin
  
- ◆ clock, cputime, date, now, tic, toc



## Formaty liczbowe

- ◆ short
- ◆ short e
- ◆ short g
- ◆ long
- ◆ long e
- ◆ long g
- ◆ rat
- ◆ compact
- ◆ loose



## Funkcje matematyczne

- ◆ abs
- ◆ sin, cos, tan, cot
- ◆ sqrt, pow2
- ◆ real, imag, conj, angle
- ◆ sign
- ◆ factorial
- ◆ asin, acos, atan
- ◆ exp
- ◆ log, log10, log2





## Funkcje zaokrąglające

- ◆ ceil
- ◆ fix
- ◆ floor
- ◆ round
  
- ◆ rem

## Działania

- ◆ + - \* / \ ^



## Deklarowanie macierzy (tablicy)

- ◆ podanie element po elemencie wierszami .... ; .... ; ....
- ◆ poprzez zakres j:i:k
- ◆ poprzez budowę z mniejszych tablic
- ◆ prelokacja poprzez funkcje specjalne: zeros, ones, eye, rand, randn, diag



## Wybór elementów tablicy

- ◆  $A(:,j)$  wybór pojedynczej kolumny
- ◆  $A(:,j:k)$  wybór kolumn z podanego zakresu
- ◆  $A(i,:)$  wybór pojedynczego wiersza
- ◆  $A(:)$  uporządkowanie elementów tablicy w wektor (wg kolumn)
- ◆  $A(j:k)$  wybór zestawu wyrazów wg kolumn
- ◆ operator end



## Operacje na elementach macierzy

- ◆ wpisanie nowego wyrazu  $A(i,j) = 2$
- ◆ relokacja macierzy  $A(i,:) = 0$
- ◆ wyzerowanie wybranego wiersza/kolumny  $A(:,j) = 0$
- ◆ usunięcie wybranego wiersza/kolumny  $A(:,j) = []$
- ◆ dodanie do wybranego wiersza/kolumny kombinacji liniowej innych wierszy/kolumn  $A(1,:) = A(2,:) - 2 * A(3,:)$

## Działania macierzowe

- ◆ dodawanie i odejmowanie macierzy

$$\begin{matrix} A & + & B & = & C \\ (n \times m) & & (n \times m) & & (n \times m) \end{matrix}$$

- ◆ mnożenie macierzy przez liczbę

$$\begin{matrix} \alpha & A & = & B \\ & (n \times m) & & (n \times m) \end{matrix}$$

- ◆ dodanie do macierzy liczby

$$\begin{matrix} \alpha & + & A & = & B \\ & & (n \times m) & & (n \times m) \end{matrix}$$

- ◆ transpozycja macierzy

$$\begin{matrix} A^T & = & B \\ (n \times m) & & (m \times n) \end{matrix}$$

- ◆ mnożenie macierzy przez macierz

$$\begin{matrix} A & B & = & C \\ (n \times m) & (m \times p) & & (n \times p) \end{matrix}$$

- ◆ potęgowanie macierzy

$$\begin{matrix} A^p & = & \underbrace{A \cdot A \cdot \dots \cdot A}_p \\ (n \times n) & & \end{matrix}$$



## Działania macierzowe

- ◆ odwracanie macierzy

$$A^{-1}_{(n \times n)}$$

- ◆ dzielenie (prawostronne)  
macierzy przez macierz

$$A / B = A \cdot B^{-1} = C$$

$(n \times m) \quad (m \times m) \quad (n \times m) \quad (m \times m) \quad (n \times m)$

- ◆ dzielenie (lewostronne)  
macierzy przez macierz

$$A \setminus B = A^{-1} \cdot B = C$$

$(n \times n) \quad (n \times m) \quad (n \times n) \quad (n \times m) \quad (n \times m)$

## Działania tablicowe

- ◆ mnożenie macierzy przez macierz  $A \cdot * B = C \quad [c_{ij} = a_{ij} \cdot b_{ij}]$   
 $(n \times m) \quad (n \times m) \quad (n \times m)$
- ◆ dzielenie (prawostronne)  
macierzy przez macierz  $A \cdot / B = C \quad [c_{ij} = a_{ij} / b_{ij}]$   
 $(n \times m) \quad (n \times m) \quad (n \times m)$
- ◆ dzielenie (lewostronne)  
macierzy przez macierz  $A \cdot \backslash B = C \quad [c_{ij} = b_{ij} / a_{ij}]$   
 $(n \times m) \quad (n \times m) \quad (n \times m)$
- ◆ potęgowanie macierzy w liczbie  $A^p = C \quad [c_{ij} = a_{ij}^p]$   
 $(n \times m) \quad (n \times m)$
- ◆ potęgowanie macierzy w macierzy  $A^B = C \quad [c_{ij} = a_{ij}^{b_{ij}}]$   
 $(n \times m) \quad (n \times m)$



## Funkcje macierzowe

- ◆ rozmiar (length, size)
- ◆ wyznacznik (det)
- ◆ rząd (rank)
- ◆ stopień uwarunkowania (cond)
- ◆ problem własny (eig)
- ◆ norma (norm)
- ◆ odwrotność (inv)
- ◆ sortowanie (sort, sortrows)
- ◆ elementy ekstremalne (min, max)
- ◆ ślad macierzy (trace)





## Wybrane zagadnienia macierzowe

- ◆ układ równań kwadratowy
- ◆ układ równań prostokątny: nadokreślony i niedookreślony
- ◆ problem własny macierzy
- ◆ uwarunkowanie układu równań
- ◆ odwracanie macierzy
- ◆ rozkład na czynniki trójkątne



## Operatory relacji i operatory logiczne

◆  $<$

◆  $<=$

◆  $>$

◆  $>=$

◆  $==$

◆  $\approx$

◆  $&$  koniunkcja

◆  $|$  alternatywa

◆  $\sim$  negacja



## Funkcje logiczne

- ◆ isfinite
- ◆ isinf
- ◆ isempty
- ◆ isreal
- ◆ isnan



## Grafika dwuwymiarowa (2D)

- ◆ `fplot` – rysowanie prostych wykresów funkcji ciągłej
- ◆ `plot` – rysowanie łamanej
- ◆ `loglog` – skala logarytmiczna
- ◆ `semilogx`, `semilogy` – skale półlogarytmiczne
- ◆ `fill` – wypełnienie obszaru zamkniętego
- ◆ `area` – kolorowanie obszaru pod wykresem
- ◆ `delaunay`, `voronoi` – generacja topologii obszaru



## Instrukcje sterujące grafiką 2D

- ◆ hold on, grid on - zatrzymywanie wykresów, siatka
- ◆ gtext, text - umieszczanie napisów
- ◆ legend, title - legenda, tytuł
- ◆ xlabel, ylabel - opisy osi
- ◆ get, set - instrukcje dla obiektów
- ◆ axis, axes - formatowanie osi
- ◆ subplot - podział okna graficznego na podwykresy
- ◆ figure - uaktywnienie okna graficznego
- ◆ close all - zamknięcie okien graficznych



## Grafika trójwymiarowa (3D)

- ◆ meshgrid - generowanie siatki rysunkowej
- ◆ surf - powierzchnia
- ◆ plot3 - łamana w 3D
- ◆ fill3, patch - trójwymiarowe wielokąty
- ◆ contour, contour3 - wykres konturowy: płaski, przestrzenny
- ◆ mesh - wykres siatkowy
- ◆ sphere, cylinder - sfera, walec
- ◆ trimesh, trisurf - wykresy siatkowe i powierzchniowe na trójkątach



## Instrukcje sterujące grafiką 3D

- ◆ zlabel - opis osi z
- ◆ view - punkt i kąt obserwacji
- ◆ colorbar - mapa kolorów



# Programowanie

## Typy m-plików



skrypty



funkcje

- bezargumentowe
- bezwartościowe
- z argumentami
- z wartościami





## Funkcje

**function** [ lista\_wartości ] = nazwa\_funkcji( lista\_argumentów )

- ◆ global
- ◆ nargin
- ◆ narginout

subfunkcje

## Instrukcje warunkowe

**if** wyrażenie\_1

    polecenia\_A

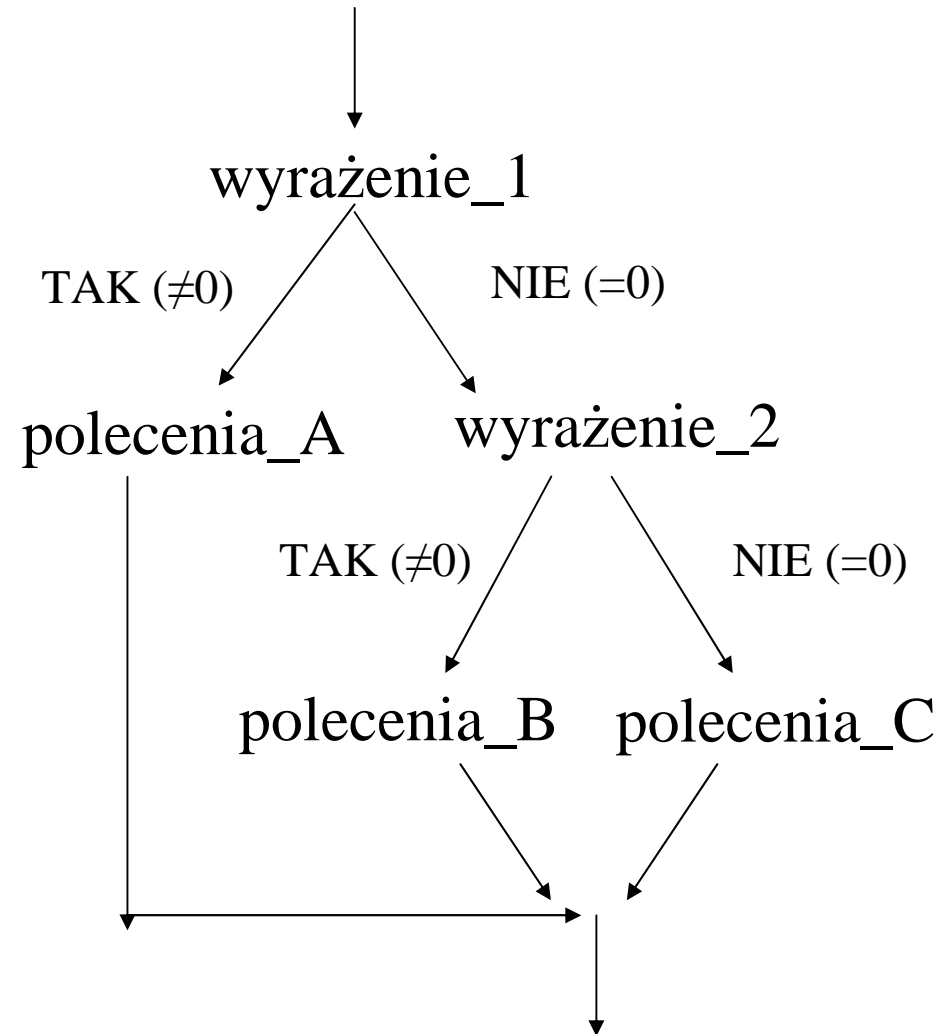
**elseif** wyrażenie\_2

    polecenia\_B

**else**

    polecenia\_C

**end**





## Pętle

- ♦ o określonej liczbie przebiegów

**for** wyrażenie = wartość\_początkowa : krok(1): wartość\_końcowa

- ♦ o nieokreślonej liczbie przebiegów

**while** wyrażenie (== 1)

polecenia

**end**



## Instrukcja wyboru

**switch** wyrażenie\_sterujące\_wyborem

**case** wartość\_wyrażenia\_1

    polecenia\_A

**case** wartość\_wyrażenia\_2

    polecenia\_B

...

**otherwise**

    polecenia\_Z

**end**



## Błędy popełnianie podczas programowania

- ◆ błędy składniowe – sygnalizowane przed edytor, sprawdzane przed wykonaniem programu
  - zły znak: przecinek, dwukropek, średnik, ...
  - zbyt wiele/za mało otwartych / zamkniętych nawiasów
  - zła nazwa zmiennej (duża/mała litera)
  - ...
- ◆ błędy wykonania – niewidoczne „gołym okiem”, powodują błędy, ostrzeżenia, lub złe działanie programu



## Opis znaków specjalnych

- ◆ = przypisanie wartości (uwaga: == równość logiczna)
- ◆ [] tworzenie tablic liczbowych, wartości funkcji
- ◆ () argumenty funkcji, wyrazy tablic, działania
- ◆ . kropka dziesiętna
- ◆ ... kontynuacja polecenia
- ◆ , separator wyrazów tablicy (=spacja), argumentów funkcji
- ◆ ; koniec wiersza, brak echa polecenia
- ◆ % komentarz
- ◆ : operator zakresu
- ◆ ‘ transpozycja

## Obsługa plików dyskowych

- ◆ **fopen** - otwarcie pliku

`plik = fopen('nazwa.txt', 'rt');`

- otwarcie pliku txt do czytania

`plik = fopen('nazwa.txt', 'wt');`

- otwarcie pliku txt do pisania

`plik = fopen('nazwa.txt', 'rb');`

- otwarcie pliku binarnego do czytania

`plik = fopen('nazwa.txt', 'wb');`

- otwarcie pliku binarnego do pisania

- ◆ **fprintf** - pisanie do pliku

`fprintf(plik, '%f\n', z)`

- zapisanie w pliku zmiennej double

- ◆ **fscanf** - czytanie z pliku

`z = fscanf(plik, '%f', [1 1])`

- odczyt z pliku zmiennej double

- ◆ **fclose** - zamknięcie pliku

`fclose(plik)`



## Instrukcje interaktywne

- ◆ `op = menu(nazwa, pole1, pole2, ..., polen)`
- ◆ `msgbox(wiadomość, tytuł, ikona)`
- ◆ `uiwait(msgbox(...))`
- ◆ `errordlg(treść_błędu, tytuł)`
- ◆ `decyzja = questdlg(pytanie, tytuł, odp1, odp2, odp3, odp_dom)`
- ◆ `inputdlg(tekst_dialogu, tytuł, liczba_linii, odp_dom)`
- ◆ `helpdlg(treść_błędu, tytuł)`
- ◆ `listdlg, warndlg, dialog, ...`