

Bogumiła MROZEK, Zbigniew MROZEK

# MATLAB 6

poradnik użytkownika

Wydawnictwo PLJ  
Warszawa 2001

©Copyright 1994-2001 by Bogumiła MROZEK, Zbigniew MROZEK, Kraków  
Wszelkie prawa zastrzeżone

MATLAB, Stateflow, Simulink, Handle Graphics, and Real-Time Workshop are registered trademarks. Target Language Compiler is trademark of:

The MathWorks, Inc.  
3 Apple Hill Drive  
Natick, MA 01760-2098, USA  
Tel: 508-647-7000  
Fax: 508-647-7001  
E-mail: info@mathworks.com  
WWW: www.mathworks.com

Other product or brand names are trademarks or registered trademarks of their respective holders.

recenzent: Maciej Szymkat

Wydanie: pierwsze

Skład komputerowy autorów ( $\text{\LaTeX}$ , *Linux*)

Wydawnictwo PLJ,  
ul. Konstruktorska 6, 02-673 Warszawa, tel. (+48-22) 843-6531

Druk - Drukarnia PLJ

Projekt okładki - AGO Kraków, tel (+48-12) 643 3041

ISBN 83-7101-449-X

# Spis treści

<b>1</b>	<b>WSTĘP</b>	<b>13</b>
1.1	Środowisko pakietu MATLAB . . . . .	15
1.2	Produkty pakietu MATLAB według zastosowań . . . . .	17
1.3	Student Version - możliwość taniego zakupu MATLAB-a . . . . .	20
1.4	MATLAB w Internecie . . . . .	21
<b>2</b>	<b>PIERWSZE KROKI w MATLAB-ie</b>	<b>23</b>
2.1	Początek i zakończenie pracy z MATLAB-em . . . . .	23
2.2	Pierwsza sesja z MATLAB-em . . . . .	24
2.2.1	Pulpit MATLAB-a i jego modyfikacja . . . . .	24
2.2.2	Przykłady poleceń MATLAB-a . . . . .	25
2.2.3	Zmienne i wyrażenia . . . . .	26
2.2.3.1	Błędy w zapisie wyrażeń i ich poprawianie . . . . .	27
2.2.3.2	Formaty wyprowadzania liczb . . . . .	28
2.2.4	Zmienne w przestrzeni roboczej . . . . .	28
2.2.4.1	Liczby zespolone . . . . .	29
2.2.4.2	Przeglądarka przestrzeni roboczej <i>Workspace Browser</i> . . . . .	30
2.2.4.3	Zapisywanie zmiennych w plikach . . . . .	30
2.2.4.4	Porządkowanie przestrzeni roboczej . . . . .	32

2.2.5	Dwukropek - operator generowania wektorów i tablic . . . . .	32
2.2.5.1	Generowanie wektorów . . . . .	32
2.2.5.2	Wybór żądanych wierszy, kolumn i elementów tablicy	33
2.2.5.3	Przykłady użycia notacji dwukropkowej . . . . .	33
2.2.6	System pomocy . . . . .	34
2.3	Druga sesja z MATLAB-em . . . . .	36
2.3.1	Znaki i nazwy specjalne . . . . .	36
2.3.2	Funkcje arytmetyczne i trygonometryczne . . . . .	38
2.3.3	Funkcje specjalne . . . . .	40
2.3.4	Operatory arytmetyczne i operacje na macierzach . . . . .	41
2.3.5	Priorytety operatorów arytmetycznych . . . . .	41
2.3.6	Notacja kropkowa . . . . .	42
2.3.7	Przykłady operacji macierzowych i tablicowych . . . . .	42
<b>3</b>	<b>Programowanie w MATLAB-ie</b>	<b>45</b>
3.1	M-pliki skryptowe . . . . .	45
3.2	M-pliki funkcyjne . . . . .	46
3.2.1	Funkcje bezargumentowe . . . . .	47
3.2.2	Funkcje o zmiennej liczbie parametrów . . . . .	48
3.2.3	Funkcja z parametrami <code>varargin</code> , <code>varargout</code> . . . . .	49
3.2.4	Subfunkcje i funkcje prywatne . . . . .	50
3.2.5	Priorytet wywołania funkcji . . . . .	52
3.3	Instrukcje . . . . .	52
3.3.1	Instrukcje warunkowe . . . . .	52
3.3.2	Instrukcje iteracyjne . . . . .	53
3.3.2.1	Instrukcje pętli: <code>while-end</code> . . . . .	53
3.3.2.2	Instrukcje pętli: <code>for-end</code> . . . . .	54

3.3.3	Instrukcja wyboru <code>switch</code> . . . . .	55
3.4	Wykrywanie błędów w M-plikach . . . . .	56
3.4.1	Błędy syntaktyczne i błędy wykonania . . . . .	56
3.4.2	Lokalizacja błędów w M-pliku . . . . .	56
3.4.3	Praca z debuggerem . . . . .	57
3.5	Polecenia obsługi plików i folderów . . . . .	60
3.5.1	Wykonywanie poleceń systemu operacyjnego . . . . .	60
3.5.2	Modyfikowanie ścieżek dostępu: <i>Set Path</i> . . . . .	61
3.6	Optymalizacja programu z użyciem profilera . . . . .	61
3.7	Rodzaje plików w MATLAB-ie . . . . .	63
3.8	Zasady poprawnego stylu programowania . . . . .	64
<b>4</b>	<b>GRAFIKA w MATLAB-ie</b> . . . . .	<b>67</b>
4.1	Wykresy dwuwymiarowe . . . . .	68
4.1.1	Funkcja <code>plot</code> . . . . .	68
4.1.2	Funkcja <code>ezplot</code> i inne podobne funkcje . . . . .	69
4.1.3	Kolory, rodzaje linii i komentarze na wykresach . . . . .	70
4.1.4	Wybór osi wykresu . . . . .	73
4.1.5	Podział okna i modyfikowanie rysunków . . . . .	74
4.2	Rysunki trójwymiarowe . . . . .	77
4.2.1	Wykresy funkcji . . . . .	78
4.2.2	Wizualizacja wolumetryczna wektorów i skalarów . . . . .	80
4.3	Edytowanie i opisywanie rysunków . . . . .	81
4.3.1	Edytowanie osi rysunku . . . . .	83
4.3.2	Edytowanie linii wykresu . . . . .	84
4.4	Zapisywanie i drukowanie rysunków . . . . .	85
4.4.1	Zapis rysunku do pliku . . . . .	85

4.4.2	Drukowanie rysunków . . . . .	86
4.4.3	Przenoszenie rysunków do innych aplikacji . . . . .	87
<b>5</b>	<b>SYSTEMATYKA TYPÓW W MATLAB-ie</b>	<b>89</b>
5.1	Typy danych . . . . .	89
5.2	Tablice wielowymiarowe . . . . .	94
5.2.1	Tworzenie tablic przez indeksowanie . . . . .	96
5.2.2	Tworzenie tablic przez doklejanie warstw . . . . .	96
5.3	Tablice komórkowe . . . . .	97
5.4	Struktury . . . . .	98
5.4.1	Tworzenie struktury przez przypisanie . . . . .	99
5.4.2	Tworzenie struktury z użyciem funkcji <code>struct</code> . . . . .	100
5.4.3	Funkcje obsługujące struktury . . . . .	100
5.5	Programowanie obiektowo zorientowane . . . . .	101
5.5.1	Definiowanie klas - konstruktor obiektu . . . . .	101
5.5.2	Funkcja <code>isa</code> . . . . .	103
5.5.3	Tworzenie obiektu i jego własności . . . . .	103
5.5.4	Metody do obsługi obiektu . . . . .	103
5.5.5	Funkcje konwersji typów i klas . . . . .	105
5.6	Przeciążanie funkcji i operatorów . . . . .	105
5.6.1	Reguły wyboru operatora lub funkcji . . . . .	106
5.6.2	Przeciążanie w <i>Control System Toolbox</i> . . . . .	106
5.7	Dziedziczenie klas obiektów . . . . .	108
<b>6</b>	<b>OBIEKTY GRAFIKI UCHWYTÓW</b>	<b>109</b>
6.1	Hierarchia obiektów grafiki MATLAB-a . . . . .	109
6.1.1	Struktura obiektów Handle Graphics . . . . .	112
6.2	Interfejs graficzny użytkownika (GUI) . . . . .	114

6.2.1	Obiekt <code>Uicontrol</code> . . . . .	115
6.2.2	Zastosowanie interfejsu GUI: krzywe Lissajous . . . . .	116
6.2.3	Pole wywołania zwrotnego <i>Callback</i> . . . . .	118
6.2.4	Zastosowanie interfejsu GUI: zmiana tłumienia drgań . . . . .	118
6.2.5	GUIDE: interaktywne modyfikowanie obiektów GUI . . . . .	122
6.3	Światło, odbicia i tekstury . . . . .	123
6.3.1	Źródła światła i odbicia . . . . .	123
6.3.2	Tekstura: nakładanie obrazu na powierzchnię . . . . .	124
6.4	Obrazy i ich barwa . . . . .	125
6.4.1	Palety barw i obrazy indeksowane . . . . .	126
6.4.2	Obrazy szare i zabarwione . . . . .	128
6.4.3	Grafika 24-bitowa (true color) . . . . .	128
6.4.4	Zapis i odczyt obrazów, liczby 8-bitowe <code>uint8</code> . . . . .	129
<b>7</b>	<b>METODY NUMERYCZNE</b> . . . . .	<b>131</b>
7.1	Równania różniczkowe zwyczajne i cząstkowe . . . . .	131
7.1.1	Zagadnienie początkowe . . . . .	131
7.1.2	Postać syntaktyczna algorytmów . . . . .	132
7.1.3	Modyfikowanie pól struktury <code>options</code> . . . . .	133
7.1.4	Wpływ parametrów na poprawność obliczeń . . . . .	135
7.1.5	Algorytmy dla układów źle uwarunkowanych . . . . .	137
7.1.6	Zagadnienie brzegowe . . . . .	139
7.1.7	Równania różniczkowe cząstkowe . . . . .	139
7.2	Całkowanie i różniczkowanie . . . . .	140
7.2.1	Całkowanie numeryczne . . . . .	140
7.2.2	Całkowanie analityczne - <i>Symbolic Math Toolbox</i> . . . . .	141
7.2.3	Różniczkowanie numeryczne i analityczne . . . . .	142

7.3	Równania algebry liniowej . . . . .	143
7.4	Analiza funkcji . . . . .	145
7.4.1	Rozwiązywanie równań nieliniowych . . . . .	146
7.4.2	Wielomian i funkcje wielomianowe . . . . .	148
7.5	Interpolacja i aproksymacja . . . . .	149
7.5.1	Interpolacja i aproksymacja wielomianowa . . . . .	149
7.5.2	Funkcja sklejana - spline function . . . . .	150
7.5.3	Przykład interpolacji i aproksymacji . . . . .	150
7.5.4	Okno interfejsu <i>Basic Fitting</i> . . . . .	152
7.6	Analiza statystyczna . . . . .	152
7.7	Analiza sygnałów . . . . .	154
7.7.1	Przykład analizy przebiegu odkształconego . . . . .	155
7.7.2	Interfejs użytkownika w analizie sygnałów . . . . .	156
7.8	Filtry analogowe i cyfrowe . . . . .	157
7.8.1	Filtry analogowe . . . . .	157
7.8.2	Filtry cyfrowe . . . . .	158
<b>8</b>	<b>ROZSZERZENIA MATLAB-a - BIBLIOTEKI TOOLBOX</b>	<b>161</b>
8.1	Biblioteka <i>Control System Toolbox</i> . . . . .	162
8.1.1	Ciągle i dyskretne modele LTI . . . . .	163
8.1.2	Model dyskretny i równanie w dziedzinie czasu . . . . .	165
8.1.3	Przekształcanie modelu ciągłego na dyskretny i odwrotnie . . . . .	166
8.1.4	Pobieranie danych z modelu LTI . . . . .	167
8.1.5	Pola obiektu LTI i ich modyfikowanie . . . . .	167
8.1.6	Zmiana nazwy zmiennej w polu ' <i>Variable</i> ' . . . . .	169
8.1.7	Badanie własności modelu z użyciem <i>LTI Viewer</i> . . . . .	169
8.1.8	Synteza regulatora z użyciem <i>SISO Design Tool</i> . . . . .	171



8.2	System Identification Toolbox . . . . .	172
8.2.1	Wczytanie danych . . . . .	174
8.2.2	Wstępne przetwarzanie danych . . . . .	175
8.2.3	Modele dyskretne i estymacja odpowiedzi obiektu . . . . .	176
8.2.4	Operator opóźnienia . . . . .	177
8.2.5	Identyfikacja parametrów modelu dyskretnego . . . . .	177
8.2.5.1	Model korelacyjny i częstotliwościowy . . . . .	178
8.2.5.2	Modele parametryczne dyskretne . . . . .	178
8.2.6	Weryfikacja modeli . . . . .	179
8.2.7	Zapis i wykorzystanie zidentyfikowanego modelu . . . . .	179
8.3	Optimization Toolbox . . . . .	179
8.4	Biblioteka <i>Symbolic Math Toolbox</i> . . . . .	180
<b>9</b>	<b>INNE ROZSZERZENIA MATLAB-a</b>	<b>183</b>
9.1	Interfejs programów użytkowych . . . . .	183
9.1.1	Zewnętrzne pliki z danymi . . . . .	183
9.1.2	MEX-pliki czyli funkcje w C i Fortranie . . . . .	184
9.1.2.1	MEX-pliki w systemie Microsoft Windows . . . . .	185
9.1.2.2	MEX-plik - przykład zapisu danych do MAT-pliku . . . . .	185
9.1.2.3	Przykład tworzenia MEX-pliku . . . . .	186
9.1.2.4	MCC - Automatyczne kompilowanie M-plików . . . . .	190
9.1.2.5	Lokalizacja błędów w MEX-pliku . . . . .	190
9.1.3	Biblioteki C, C++ Math i C, C++ Graphics . . . . .	191
9.1.3.1	Biblioteka C, C++ Math Library . . . . .	191
9.1.3.2	MATLAB C, C++ Graphics Library . . . . .	191
9.1.4	Użycie MATLAB-a w innych programach . . . . .	192
9.1.4.1	MATLAB Engine . . . . .	192

9.1.4.2	ActiveX Automation . . . . .	193
9.1.4.3	DDE: Wymiana danych pomiędzy aplikacjami Windows . . . . .	193
9.1.4.4	MATLAB Web Server . . . . .	194
9.1.5	MATLAB Runtime Server . . . . .	194
<b>10</b>	<b>SIMULINK - PAKIET DO SYMULACJI</b>	<b>197</b>
10.1	Jak pracować z SIMULINK-iem ? . . . . .	197
10.2	Co zawiera SIMULINK ? . . . . .	198
10.2.1	Biblioteki bloków . . . . .	199
10.2.2	Algorytmy numeryczne . . . . .	202
10.3	Jak pracuje SIMULINK ? . . . . .	204
10.4	Budowa modeli i uruchamianie symulacji . . . . .	205
10.4.1	Edytor graficzny SIMULINK-a . . . . .	206
10.4.2	Pierwsza sesja z SIMULINK-iem . . . . .	208
10.4.3	Druga sesja z SIMULINK-iem . . . . .	212
10.4.4	Debugger i inne narzędzia opcji Tools . . . . .	216
10.5	Co to jest S-funkcja ? . . . . .	219
10.6	Podsystemy - blok <b>Subsystem</b> . . . . .	219
10.6.1	Przykład modelu definiowanego graficznie . . . . .	220
10.6.2	Zasady tworzenia podsystemów . . . . .	221
10.6.3	Maskowanie podsystemów . . . . .	223
10.7	Tworzenie własnych bibliotek bloków . . . . .	226
10.8	Stateflow . . . . .	228
	<b>SPIS LITERATURY</b>	<b>232</b>
	<b>SKOROWIDZ</b>	<b>235</b>