

Spis treści

Przedmowa	13
Rozdział 1. Wstęp	15
1.1. Dlaczego MATLAB odnosi sukcesy?	15
1.1.1. MATLAB dla projektantów i naukowców	16
1.1.2. MATLAB rozumie matematykę	16
1.1.3. MATLAB udostępnia narzędzia rozwiązujące problemy matematyczne typowe dla wielu dziedzin nauki i techniki	16
1.1.4. MATLAB oferuje interaktywne aplikacje App	17
1.1.5. MATLAB integruje proces projektowania	17
1.1.6. MATLAB jest szybki, łatwy i wydajny	17
1.1.7. MATLAB jest wiarygodny	18
1.2. Środowisko MATLAB i Simulink	18
1.2.1. Interaktywna mapa środowiska MATLAB i Simulink	19
1.2.2. Rozszerzenia dostępne poprzez Add-On Explorer	20
1.2.3. Wybór licencji MATLAB-a	20
1.2.4. MATLAB w chmurze	22
1.2.5. MATLAB Distributed Computing Server	23
1.3. MATLAB i Simulink w internecie	24
1.3.1. Witryna producenta www.mathworks.com	24
1.3.2. MathWorks Account i logowanie do strony www.mathworks.com	25
1.3.3. Listy dyskusyjne i wyszukiwarki	25
1.4. MATLAB i Simulink w książkach	26
Rozdział 2. Pierwsze kroki w programie MATLAB	27
2.1. Pierwsza sesja w programie MATLAB	27
2.1.1. Rozpoczęcie i zakończenie pracy z MATLAB-em	27
2.1.2. Pulpit MATLAB-a i jego okna	28
2.1.3. Przykład grafiki 3-D — funkcja peaks	29
2.1.4. Przykłady poleceń MATLAB-a	29
2.1.5. System pomocy doc i help — informacje wstępne	30
2.1.6. Zapisanie przebiegu sesji MATLAB-a	30
2.2. Matematyka i proste wykresy	30
2.2.1. Wyrażenia matematyczne, zmienne, zmienna ans	31
2.2.2. Funkcje arytmetyczne i trygonometryczne	31
2.2.3. Obliczanie wartości wyrażeń matematycznych	33
2.2.4. Błędy w zapisie poleceń i wyrażeń matematycznych	33
2.2.5. Powtórne użycie wcześniejszych poleceń	34
2.2.6. Formaty wypisywania liczb	34
2.2.7. Wizualizacja danych i wyników obliczeń bez programowania	35
2.2.8. Wykresy funkcji dwu- i trójwymiarowej z użyciem fplot i fplot3	36

2.2.9.	Wektory, tablice i wykresy plot	38
2.2.10.	Przykład rozwiązania układu równań algebraicznych	39
2.2.11.	Konwersja układu współrzędnych	40
2.3.	Zmienne w programie MATLAB	40
2.3.1.	Tworzenie wektorów, tablic i macierzy	41
2.3.2.	Zapisywanie zmiennych w plikach — MAT-plik i plik ASCII	42
2.3.3.	Wczytywanie zmiennych z pliku	42
2.3.4.	Usuwanie zmiennych z przestrzeni roboczej, czyszczenie ekranu	43
2.4.	Dwukropek — operator generowania wektorów	44
2.4.1.	Generowanie wektorów — dwukropek, linspace, logspace	44
2.4.2.	Wybór żądanych wierszy, kolumn i elementów tablicy	44
2.4.3.	Macierze — przykłady użycia notacji dwukropkowej	45
2.5.	Operatory arytmetyczne i logiczne	47
2.5.1.	Operatory arytmetyczne dla tablic i macierzy	47
2.5.2.	Mnożenie i dzielenie wektorów i macierzy w MATLAB-ie	47
2.5.3.	Przykłady operacji macierzowych i tablicowych	48
2.5.4.	Dzielenie macierzowe i tablicowe	49
2.5.5.	Operatory potęgowania macierzy i tablic	50
2.5.6.	Sprzężenie i transponowanie macierzy i wektorów	50
2.5.7.	Operatory relacji i operatory logiczne	51
2.5.8.	Relacje i wyrażenia logiczne — przykłady	51
2.5.9.	Funkcje logiczne	53
2.5.10.	Priorytety operatorów arytmetycznych	54
2.6.	Znaki i nazwy specjalne	54
2.7.	System pomocy	56
Rozdział 3.	Programowanie	59
3.1.	Editor, Live Editor, pliki skryptowe	60
3.1.1.	Editor — środowisko programistyczne MATLAB-a	60
3.1.2.	Live Editor — nowe środowisko programistyczne	61
3.1.3.	Uruchomienie skryptu z okna edytora lub Live Editor	63
3.1.4.	Polecenia z okna History	63
3.1.5.	Kotwiczenie edytora w panelu programu MATLAB	63
3.2.	Pliki funkcyjne	64
3.2.1.	Przygotowanie nowej funkcji w edytorze	64
3.2.2.	Wywołanie pliku funkcyjnego	65
3.2.3.	Zmienne lokalne, globalne i zmienna persistent	66
3.2.4.	Funkcje lokalne	66
3.2.5.	Funkcje zagnieżdżone	67
3.2.6.	Funkcje prywatne	68
3.2.7.	Funkcja anonimowa	69
3.2.8.	Podpowiedzi w oknach Command i Editor	70
3.2.9.	Priorytet wywołania funkcji	71
3.2.10.	Polecenia i funkcje biblioteczne	72
3.3.	Instrukcje sterujące przebiegiem programu	72
3.3.1.	Instrukcje warunkowe if	73
3.3.2.	Instrukcja wyboru switch	74
3.3.3.	Instrukcje iteracyjne: while, for i dwukropek (:)	75
3.4.	Wykrywanie błędów w MATLAB-ie	77
3.4.1.	Lokalizacja błędów w pliku z programem	77
3.4.2.	Błędy syntaktyczne i błędy wykonania	77
3.4.3.	Programowa obsługa błędów — try-catch-end	78
3.5.	Uruchamianie programu — debugger	79
3.5.1.	Rozpoczęcie pracy z debugerem, wstawianie pułapki	79
3.5.2.	Debugger — stan wstrzymania obliczeń	80

3.5.3.	Debugger — zmienne lokalne funkcji ze stosu	81
3.5.4.	Debugger — śledzenie kolejnych linii programu	81
3.6.	Obsługa plików i folderów	82
3.6.1.	Wykonywanie poleceń systemu operacyjnego	82
3.6.2.	Folder aktualny i ścieżki dostępu — path	82
3.6.3.	Pliki w MATLAB-ie	84
3.6.4.	Zewnętrzne pliki z danymi — pliki ASCII i MAT-pliki	84
3.6.5.	Binarne MEX-pliki wykonywalne	85
3.7.	Poprawa wydajności MATLAB-a	86
3.7.1.	Sposoby poprawiania wydajności programu	86
3.7.2.	Wektoryzacja, operacje macierzowe i tablicowe	87
3.7.3.	Rezerwowanie pamięci na macierze i wektory	87
3.7.4.	Programowanie zorientowane obiektowo	88
3.8.	Uwagi dla zaawansowanego użytkownika	88
3.8.1.	Podział programu na sekcje (%% cell)	88
3.8.2.	Wielokrotne wykorzystanie tworzonych funkcji	91
3.8.3.	Raporty TODO/FIXME i inne	92
3.8.4.	Shortcuts, czyli skróty	93
3.8.5.	Preferencje — przygotowanie środowiska do pracy	93
3.8.6.	Mysz czy klawiatura?	93
3.8.7.	Funkcje eval, feval i podobne	94
3.8.8.	Funkcje o zmiennej liczbie parametrów	96
3.9.	Optymalizacja programu z użyciem profilera	97
3.10.	Jaja wielkanocne	98

Rozdział 4. Wykresy w MATLAB-ie **99**

4.1.	Wykresy plot, fplot i inne	100
4.1.1.	Funkcja plot	100
4.1.2.	Fplot, ezplot i inne funkcje graficzne	101
4.1.3.	Kolory, rodzaje linii i opisywanie wykresów	102
4.1.4.	Dwie osie pionowe y, jedna oś pozioma x	103
4.1.5.	Podział okna i modyfikowanie rysunków	104
4.1.6.	Funkcje do opisywania i modyfikowania wykresów	105
4.2.	Wykresy trójwymiarowe	106
4.2.1.	Mapy dla funkcji trójwymiarowych	107
4.3.	Interaktywne tworzenie i edycja rysunków	108
4.3.1.	Przykład — przygotowanie danych do wykresu	109
4.3.2.	Wykonanie wykresu z użyciem myszy	109
4.3.3.	Interaktywna edycja wykresów	109
4.3.4.	Narzędzia interaktywne — Plot Tools	110
4.3.5.	Przygotowanie programu tworzącego grafikę	113
4.3.6.	Przenoszenie rysunków i zapisywanie do pliku	114

Rozdział 5. Typy danych i programy obiektowo zorientowane **115**

5.1.	Fundamentalne typy danych	115
5.1.1.	Numeryczne typy danych	116
5.1.2.	Nienumeryczne typy danych	117
5.1.3.	Funkcje konwersji typów i klas	117
5.2.	Macierze pełne	117
5.2.1.	Sposoby tworzenia macierzy	118
5.2.2.	Wybrane funkcje i operacje macierzowe	120
5.3.	Macierze rzadkie	122
5.3.1.	Tworzenie macierzy rzadkich	122
5.3.2.	Operacje na macierzach rzadkich	123
5.3.3.	Uwagi dotyczące stosowania macierzy rzadkich	124

18	5.4. Łańcuchy i tablice znakowe	124
18	5.5. Tablice wielowymiarowe	126
53	5.5.1. Wizualizacja tablicy trójwymiarowej	127
28	5.5.2. Tworzenie tablicy trójwymiarowej przez indeksowanie i doklejanie warstw	128
28	5.6. Tablice komórkowe cell	128
48	5.6.1. Funkcje do obsługi tablic komórkowych	129
28	5.7. Struktury	130
48	5.7.1. Tworzenie struktury przez przypisanie	130
48	5.7.2. Tworzenie struktury z użyciem funkcji struct	130
78	5.8. Tabele i typ wyliczeniowy categorical	131
78	5.8.1. Tworzenie i obsługa tabel	131
80	5.8.2. Tablica wyliczeniowa, categorical array	132
88	5.9. Datetime, duration, calendarDuration	133
88	5.9.1. Typ datetime	133
10	5.9.2. Typ duration	133
88	5.9.3. Typ calendarDuration	134
88	5.9.4. Timetable	134
88	5.10. Tall Array i Tall Table — na duże zbiory danych	135
Rozdział 6. Klasy i programowanie obiektowo zorientowane		137
98	6.1. Definiowanie klasy — classdef	137
98	6.1.1. Przykład definiowania klasy — classdef	138
98	6.1.2. Tworzenie obiektu należącego do klasy	139
98	6.1.3. Tworzenie dodatkowych obiektów	140
98	6.1.4. Bloki properties, methods i events w definicji klasy	140
98	6.1.5. Pobieranie i zmiana wartości atrybutów obiektu	141
98	6.1.6. Atrybuty private i hidden, metody get i set	142
101	6.2. Dziedziczenie klas	143
101	6.2.1. Definiowanie podklasy	143
101	6.2.2. Obiekty należące do podklasy	145
101	6.2.3. Funkcje do obsługi klas i obiektów	145
101	6.3. Wizualizacja zmiany świateł drogowych	146
101	6.3.1. Synchronizacja pracy czterech sygnalizatorów	146
101	6.3.2. Skrypt uruchamiający wizualizację	148
101	6.4. Przeciążanie funkcji i operatorów	149
101	6.4.1. Przeciążanie w Control System Toolbox	150
101	6.4.2. Jednoznaczność wyboru operatora lub funkcji	150
101	6.5. Klasy języka Java	151
101	6.6. Zadania dla Czytelnika	151
Rozdział 7. App Designer i GUI		153
111	7.1. Obiekty graficzne MATLAB-a	153
111	7.1.1. Hierarchia obiektów graficznych	153
111	7.1.2. Atrybuty obiektu graficznego	155
111	7.1.3. Zmiana atrybutów modyfikuje obiekty graficzne	156
111	7.2. App Designer, tworzenie aplikacji z GUI	157
111	7.2.1. Panel App Designer	157
111	7.2.2. Automatyczne generowanie kodu aplikacji	159
111	7.2.3. Wywołania zwrotne, dodatkowe funkcje i zmienne	159
111	7.3. Przykład — interaktywny wykres cos(x)	160
111	7.3.1. Odczytanie wartości po zmianie położenia suwaka	160
111	7.3.2. Wyświetlenie wartości w okienku edycyjnym	161
111	7.3.3. Wykonanie wykresu w oknie graficznym	161
111	7.3.4. Nowy wykres po zmianie w oknie edycyjnym	162

7.3.5.	Zamknięcie okna aplikacji — przycisk STOP	162
7.3.6.	Wersja końcowa aplikacji	162
7.4.	App Designer — interaktywna wizualizacja rozwiązań równań różniczkowych	163
7.4.1.	Przykład — wizualizacja drgań z uwzględnieniem zmiany tłumienia	163
7.4.2.	Scenariusz i aranżacja obiektów graficznych	164
7.4.3.	Kodowanie wywołań zwrotnych i wykresów	165
7.4.4.	Zalety użycia uchwytu zamiast nazwy funkcji	167
7.5.	Instalowanie aplikacji	167
7.5.1.	Instalowanie własnych aplikacji	168
7.5.2.	Instalowanie rozszerzeń dostępnych poprzez Add-On Explorer	168

Rozdział 8. Metody numeryczne 169

8.1.	Układy równań liniowych	169
8.1.1.	Dzielenie prawostronne dla $x \cdot A = b$	170
8.1.2.	Automatyczny wybór algorytmu	170
8.1.3.	Kilka rozwiązań dla różnych wektorów b	170
8.1.4.	Przykład rozwiązania równania liniowego z liczbami zespolonymi	171
8.1.5.	Równania liniowe źle uwarunkowane	171
8.1.6.	Sprawdzenie poprawności rozwiązań	172
8.1.7.	Pseudoodwrotność i rozwiązywanie równań nadokreślonych i niedookreślonych	173
8.2.	Równania różniczkowe zwyczajne, zagadnienie początkowe	173
8.2.1.	Zagadnienie początkowe, solwery odeXX	173
8.2.2.	Wybór parametrów dla solwera odeXX	174
8.2.3.	Modyfikowanie parametrów solwera odeXX	175
8.2.4.	Wpływ parametrów solwera na obliczenia	176
8.2.5.	Algorytmy dla układów źle uwarunkowanych	178
8.3.	Równanie różniczkowe III rzędu, przykład	180
8.3.1.	Przekształcenie równania różniczkowego III rzędu na układ trzech równań I rzędu	180
8.3.2.	Przygotowanie pliku funkcyjnego obliczającego pochodne	181
8.3.3.	Wywołanie solwera odeXX i wizualizacja rozwiązania	182
8.3.4.	Symbolic Math Toolbox	183
8.3.5.	Model równania różniczkowego w Simulinku	183
8.4.	Inne równania różniczkowe i cząstkowe	184
8.4.1.	Równania różniczkowe z macierzą $M(t)$	184
8.4.2.	Zagadnienie brzegowe	185
8.4.3.	Równania różniczkowe zwyczajne z opóźnieniem	186
8.4.4.	Równania różniczkowe cząstkowe	186
8.4.5.	Zadania do samodzielnego rozwiązania	186
8.5.	Całkowanie i różniczkowanie	187
8.5.1.	Całkowanie numeryczne	187
8.5.2.	Całkowanie analityczne — Symbolic Math Toolbox	188
8.5.3.	Różniczkowanie numeryczne i analityczne	188
8.6.	Dekompozycja macierzy	189
8.6.1.	Dekompozycja LU	189
8.6.2.	Rozkład Cholesky'ego	190
8.6.3.	Dekompozycja QR	190
8.6.4.	Obliczenia równoległe w algebrze liniowej	190
8.7.	Wartości własne i wektory własne	191
8.8.	Analiza funkcji	191
8.8.1.	Minimum, maksimum i miejsca zerowe funkcji	191
8.8.2.	Obliczanie zer wielomianu	191

8.8.3.	Równanie nieliniowe i źle uwarunkowane	192
8.8.4.	Wielomian i funkcje wielomianowe	193
8.9.	Interpolacja i aproksymacja	194
8.9.1.	Interpolacja wielomianowa	194
8.9.2.	Aproksymacja wielomianowa	194
8.9.3.	Funkcja sklejana — spline function	194
8.9.4.	Przykład interpolacji i aproksymacji	195
8.9.5.	Interpolacja i aproksymacja w oknie Basic Fitting	196
8.10.	Analiza statystyczna	196
8.11.	Analiza sygnałów	198
8.11.1.	Przykład analizy przebiegu odkształconego	199
Rozdział 9.	Przetwarzanie obrazów	201
9.1.	Zapis i odczyt obrazów, liczby 8- i 16-bitowe bez znaku	201
9.2.	Grafika 24-bitowa (true color)	202
9.3.	Palety barw i obrazy indeksowane	203
9.3.1.	Palety barw	203
9.3.2.	Obrazy indeksowane	205
9.3.3.	Obrazy w skali szarości, pseudokolor	205
9.3.4.	Przekodowywanie obrazów stało- i zmiennoprzecinkowych	205
9.3.5.	Przekodowanie obrazu kolorowego na szary	206
9.4.	Przetwarzanie obrazów rastrowych	206
9.4.1.	Przygotowanie obrazu do testów	206
9.4.2.	Przetwarzanie punktowe — negatyw	207
9.4.3.	Przetwarzanie punktowe — rozjaśnianie i ściemnianie	207
9.4.4.	Operacje logiczne — binaryzacja	208
9.4.5.	Operacje morfologiczne	209
9.4.6.	Operacje arytmetyczne. Filtry	210
9.5.	Światło, odbicia i tekstury	212
9.5.1.	Źródła światła i odbicia	212
9.5.2.	Tekstura — nakładanie obrazu na powierzchnię	213
Rozdział 10.	Simulink — pakiet do modelowania i symulacji	215
10.1.	Pierwsza sesja z Simulinkiem	215
10.1.1.	Otwarcie okna Simulink Editor	216
10.1.2.	Pobieranie bloków z bibliotek do okna modelu	216
10.1.3.	Łączenie bloków liniami przesyłania sygnałów	217
10.1.4.	Uruchomienie symulacji	218
10.1.5.	Wizualizacja wyników symulacji	219
10.1.6.	Tryby przyspieszone symulacji — accelerated i rapid	220
10.1.7.	Stepper	221
10.2.	Druga sesja z Simulinkiem	221
10.3.	Podsystemy — blok Subsystem	223
10.3.1.	Przykład modelu definiowanego graficznie	223
10.3.2.	Tworzenie podsystemów	224
10.3.3.	Maskowanie podsystemów	225
10.4.	Biblioteki bloków	227
10.4.1.	Tworzenie własnych bibliotek bloków	227
10.4.2.	Dodatkowe bloki i biblioteki z toolboksów	227
10.5.	Modelowanie fizyczne	228
10.6.	Stateflow — modelowanie i symulacja systemów sterowanych zdarzeniami	229
10.6.1.	Simulink i blok Stateflow Chart	229
10.6.2.	Diagram stanu	230
10.6.3.	Symulacja sterowania poślizgowego	231
10.6.4.	Generowanie kodu dla modeli	232
10.7.	Dodatkowe moduły rozszerzające środowisko Simulinka	232

Rozdział 11. Dodatek	235
11.1. MATLAB Online i MATLAB Drive	235
11.2. Big data, obsługa dużych zbiorów danych	236
11.2.1. Zbiory danych używane do badań i testowania	237
11.2.2. Dostęp do danych przez obiekt datastore	238
11.2.3. Tall array i tall table	242
11.2.4. MapReduce	246
11.3. Obliczenia równoległe	246
11.3.1. Automatyczny tryb pracy równoległej	246
11.3.2. Obliczenia równoległe na komputerze wieloprocesorowym	246
11.3.3. Biblioteki toolbox z bezpośrednim wsparciem dla obliczeń równoległych	248
11.3.4. Obliczenia równoległe z użyciem GPU	248
11.3.5. Klastery, chmury, sieci lokalne i rozproszone	250
11.4. Modele obiektów używanych w Control System Toolbox™, System Identification Toolbox™ i w Robust Control Toolbox™	250
11.4.1. Abstrakcyjne superklasy definiujące atrybuty i metody wykorzystane w modelach	251
11.4.2. Klasa numlti oraz modele typu tf, zpk, ss i inne	252
11.4.3. Liniowe i nieliniowe modele identyfikowalne	253
11.4.4. Modele uogólnione oraz z niepewnymi parametrami	254
11.4.5. Bloki Simulinka	257
11.5. Biblioteka Control System Toolbox™	258
11.5.1. Ciągłe i dyskretne modele numlti w ControlSystem Toolbox	258
11.5.2. Model dyskretny i równanie w dziedzinie czasu	259
11.5.3. Pobieranie danych z modelu numlti	262
11.5.4. Zmiana nazwy zmiennej w polu Variable	262
11.5.5. Badanie właściwości modelu	263
11.6. ThingSpeak™ — obsługa urządzeń IoE w chmurze	264
11.6.1. Tworzenie nowego kanału dla danych IoE	265
11.6.2. Przykład przetwarzania danych w chmurze	266
11.6.3. Przetwarzanie danych pomiarowych w chmurze	267
11.6.4. Wsparcie dla różnych technologii	268
Bibliografia	269
Skorowidz	271