

Inhalt

| | | |
|---|---|-----------|
| ■ | Hinweis | 13 |
| ■ | Formelsymbole | 14 |
| ■ | Programmbeispiele | 15 |
| 1 | Einführung | 17 |
| | 1.1 Historie Rechenmaschinen | 20 |
| | 1.2 Computerunterstützung bei der Lösung mathematischer Aufgaben | 27 |
| | 1.3 Modellbasierte Steuergeräteentwicklung | 31 |
| 2 | Grundlagen der Programmierung | 37 |
| | 2.1 Erste Schritte in MATLAB und Grundregeln | 38 |
| | 2.1.1 Bedienoberfläche | 38 |
| | 2.1.2 Wertezuweisung und Variablendefinition | 41 |
| | 2.1.3 Hilfeunterstützung und elektronische Dokumentation | 46 |
| | 2.1.4 Ein- und mehrdimensionale Felder | 49 |
| | 2.1.5 Arithmetische Operatoren für den Einstieg | 51 |
| | 2.1.6 Relationale und logische Operatoren | 53 |
| | 2.1.7 Sonderzeichen | 55 |
| | 2.1.8 MATLAB Editor | 57 |
| | 2.1.9 Programmbeispiel | 62 |
| | 2.1.10 Script und Function | 66 |
| | 2.1.11 Workspace und Gültigkeitsbereich von Variablen | 75 |
| | 2.1.12 Arbeitsverzeichnisse | 77 |
| | 2.1.13 Fehlersuche und Debugger | 80 |
| | 2.1.14 Freigabe und Initialisierung von Speicherbereichen | 84 |
| | 2.1.15 MATLAB Version | 85 |
| | 2.1.16 Auffinden des Verzeichnisses von Funktionen | 86 |
| | 2.2 Vektoren und Matrizen | 87 |
| | 2.2.1 Teilentnahmen von Elementen bei Vektoren und Matrizen | 88 |
| | 2.2.2 Automatisierte Bestimmung von Indizes | 88 |
| | 2.2.3 Automatisierte Bestimmung der Dimensionen | 89 |
| | 2.2.4 Vorbelegung | 90 |
| | 2.2.5 Automatisiertes Zusammenfügen von Vektoren und Matrizen | 91 |

| | | |
|--------|------------------------------------|-----|
| 2.3 | Zeichenketten | 92 |
| 2.3.1 | Grundlagen | 92 |
| 2.3.2 | Klassenumwandlungen | 94 |
| 2.3.3 | Ausführung als MATLAB Anweisung | 94 |
| 2.4 | Structure Array | 95 |
| 2.5 | Cell Array | 97 |
| 2.6 | Objekte | 98 |
| 2.7 | Ablauf- und Kontrollstrukturen | 100 |
| 2.7.1 | If-Verzweigungen | 100 |
| 2.7.2 | Switch-Verzweigung | 102 |
| 2.7.3 | For-Schleife | 103 |
| 2.7.4 | While-Schleife | 104 |
| 2.7.5 | Schleifenunterbrechung (break) | 105 |
| 2.7.6 | Try/catch-Verzweigung | 106 |
| 2.7.7 | Pause | 108 |
| 2.8 | Text einlesen und ausgeben | 108 |
| 2.9 | Daten einlesen und speichern | 111 |
| 2.9.1 | Allgemein übliche Dateiformate | 111 |
| 2.9.2 | MATLAB spezifisches Dateiformat | 113 |
| 2.10 | Grafische Visualisierung | 115 |
| 2.10.1 | Zweidimensionale Visualisierung | 116 |
| 2.10.2 | Dreidimensionale Visualisierung | 122 |
| 2.11 | MATLAB Grundeinstellungen | 128 |
| 2.11.1 | Einrückungen | 128 |
| 2.11.2 | Autosave | 129 |
| 2.11.3 | Kopieren von Grafiken in Dokumente | 130 |

3**Grafische Bedienoberflächen** 132

| | | |
|-------|--|-----|
| 3.1 | Grafische Elemente (Graphics Objects) | 134 |
| 3.1.1 | Eigenschaften (Properties) | 135 |
| 3.1.2 | Identifizierungskennzeichen (Handle) | 138 |
| 3.1.3 | Abfrage von Eigenschaften | 141 |
| 3.1.4 | Veränderung von Eigenschaften | 144 |
| 3.1.5 | Hierarchie grafischer Elemente | 146 |
| 3.1.6 | Ermittlung von Identifizierungskennzeichen (Handle) | 148 |
| 3.1.7 | Aktuelles Identifizierungskennzeichen (Handle) | 150 |
| 3.1.8 | Festlegung des Achssystems | 151 |
| 3.1.9 | Achsbeschriftungen | 152 |
| 3.2 | Einführung in die Entwicklung grafischer Bedienoberflächen | 153 |
| 3.2.1 | Anwendungsbeispiel | 154 |
| 3.2.2 | Programmatic GUI | 157 |
| 3.2.3 | Platzierung grafischer Bedienelemente | 161 |
| 3.2.4 | Callback | 162 |
| 3.2.5 | Menüleiste | 163 |
| 3.2.6 | Symbolleiste | 166 |
| 3.2.7 | Ablaufsteuerung | 168 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 3.3 | Toolgestützte Entwicklung von grafischen Bedienoberflächen - App Designer | 169 |
| 3.3.1 | Design View | 172 |
| 3.3.2 | Eigenschaften grafischer Bedienelemente | 179 |
| 3.3.3 | Layout der grafischen Bedienoberfläche | 183 |
| 3.3.4 | Code View | 185 |
| 3.3.5 | Properties | 188 |
| 3.3.6 | Nutzung von Callback Functions und Functions in der Bedienoberfläche | 190 |
| 3.4 | Abschließende Bemerkungen | 197 |
| 3.4.1 | Animation | 197 |
| 3.4.2 | Eigenständige Applikationen | 197 |
| 4 | Zahlenformate | 199 |
| 4.1 | Ganze Zahlen | 199 |
| 4.2 | Gleitkommazahlen und Festkommazahlen | 206 |
| 4.3 | Zahlenformate in MATLAB | 210 |
| 4.4 | Über- oder Unterschreitung des Wertebereiches | 212 |
| 4.5 | Auflösungsgrenzen bei Berechnungen | 213 |
| 4.6 | Komplexe Zahlen | 215 |
| 5 | Numerische Integration | 216 |
| 5.1 | Mathematische Problemstellung | 217 |
| 5.2 | Explizites Euler-Verfahren | 219 |
| 5.3 | Runge-Kutta-Verfahren | 225 |
| 5.4 | Berechnungsgenauigkeit und Berechnungsdauer | 226 |
| 5.5 | Einschritt- und Mehrschrittverfahren | 228 |
| 5.6 | Verfahren mit variabler Schrittweite | 229 |
| 5.7 | Steife Systeme | 230 |
| 5.8 | Numerische Integration mit MATLAB | 231 |
| 6 | Zeitgesteuerte Systeme (Simulink) | 238 |
| 6.1 | Modellerstellung | 241 |
| 6.2 | Eigenschaften von Blöcken | 258 |
| 6.3 | Simulation | 260 |
| 6.4 | Visualisierung und Weiterverarbeitung der Simulationsergebnisse ... | 264 |
| 6.5 | Dashboard-Blöcke | 269 |
| 6.6 | Externe Beeinflussung von Blockparametern | 274 |
| 6.7 | Hierarchisches Modell und Verbesserung der Übersichtlichkeit | 277 |
| 6.8 | Model Explorer | 282 |
| 6.9 | Physikalische Modellierung | 282 |
| 6.10 | Codegenerierung | 288 |

| | | |
|----------|--|------------|
| 7 | Ereignisdiskrete Systeme (Stateflow) | 289 |
| 7.1 | Entwicklungsumgebung Stateflow | 290 |
| 7.2 | Beispielsystem | 295 |
| 7.3 | Flussdiagramme | 296 |
| 7.3.1 | Modellerstellung | 299 |
| 7.3.2 | Vorgefertigte Musterabläufe | 308 |
| 7.3.3 | Backtracking | 311 |
| 7.3.4 | Designrichtlinien | 313 |
| 7.4 | Zustandsdiagramme | 313 |
| 7.4.1 | Modellerstellung | 316 |
| 7.4.2 | Aktualisierungsbeispiel | 326 |
| 7.4.3 | Super Step | 327 |
| 7.4.4 | Flussdiagramm in einem Zustand | 328 |
| 7.4.5 | Designrichtlinien | 330 |
| 7.4.6 | Hierarchische Modelle | 330 |
| 7.4.7 | History Junction | 334 |
| 7.4.8 | Parallele Zustände | 336 |
| 7.4.9 | Events | 338 |
| 7.4.10 | Funktionsaufrufe | 354 |
| 7.5 | Tabellarische Beschreibung von Zustandsautomaten | 359 |
| 7.5.1 | Wahrheitstabellen | 360 |
| 7.5.2 | Zustandsübergangstabellen | 364 |
| 7.6 | Simulation und Debugging | 371 |
| 8 | Paralleles Rechnen | 374 |
| 8.1 | Vorarbeit serielle Codeoptimierung | 377 |
| 8.2 | Eingebaute Parallelisierung | 378 |
| 8.3 | Auswahl der Hardware-Ressourcen | 380 |
| 8.4 | Parallele for-Schleifen | 382 |
| 8.5 | Batch jobs und Cluster | 384 |
| 9 | Symbolisches Rechnen | 391 |
| 9.1 | Umformen von algebraischen Ausdrücken | 392 |
| 9.2 | Lösung von Gleichungen | 393 |
| 9.2.1 | Lineare Gleichungen | 393 |
| 9.2.2 | Nichtlineare Gleichungen | 395 |
| 9.3 | Taylorreihen | 395 |
| 9.4 | Laplace-Transformation | 396 |
| 9.5 | Integrieren von Funktionen | 396 |
| 9.6 | Differenzieren von Funktionen | 397 |
| 9.7 | Lösung von Differentialgleichungen | 398 |
| | Literatur | 402 |
| | Index | 403 |

Hinweis

Folgende Handelsnamen werden häufig verwendet, ohne jedes Mal den Rechteinhaber zu nennen:

- MATLAB® ist eine eingetragene Marke der The MathWorks, Inc.
- Simulink® ist eine eingetragene Marke der The MathWorks, Inc.
- Stateflow® ist eine eingetragene Marke der The MathWorks, Inc.
- Handle Graphics® ist eine eingetragene Marke der The MathWorks, Inc.
- MATLAB® Compiler™ ist eine eingetragene Marke der The MathWorks, Inc.

Für die gezeigten Screenshots und zum Test der aufgeführten Programme bzw. Programm-ausschnitte wurde die MATLAB Revision R2022a verwendet.

Links ins Internet

Zum Teil enthält das Manuskript Informationen, die im Internet zu finden sind. Weiterführende Informationen im Internet sind durch folgendes Symbol gekennzeichnet:



Die Informationen waren bei der Ausarbeitung des Manuskriptes im Internet verfügbar. Es kann jedoch nicht gewährleistet werden, dass sie beim Öffnen des Links immer noch vorhanden sind oder Adressen sich nicht geändert haben.

Formelsymbole

Im gesamten Manuskript wurde versucht, durchgängige und eindeutige Formelsymbole zu verwenden. Bei der ersten Verwendung eines Formelsymbols werden dessen Bezeichnung in Deutsch und Englisch sowie die dazugehörige SI-Einheit und gegebenenfalls wichtige daraus abgeleitete Einheiten angegeben.

| | | | |
|---|------------|-----------------|----|
| F | Kraft | <i>Force</i> | N |
| M | Drehmoment | <i>Torque</i> | Nm |
| x | Position | <i>Position</i> | m |

Zur Erhöhung der Übersichtlichkeit werden an manchen Stellen diese Angaben wiederholt.