

Alfio Quarteroni · Fausto Saleri

Wissenschaftliches Rechnen mit MATLAB

Übersetzt von Klaus Sappelza

Mit 69 Abbildungen

 Springer

Inhaltsverzeichnis

1	Was man wissen sollte	1
1.1	Reelle Zahlen	1
1.1.1	Wie wir sie darstellen	2
1.1.2	Wie wir mit Floating-Point-Zahlen rechnen	4
1.2	Komplexe Zahlen	6
1.3	Matrizen	8
1.3.1	Vektoren	12
1.4	Reelle Funktionen	14
1.4.1	Nullstellen	15
1.4.2	Polynome	17
1.4.3	Integration und Differentiation	19
1.5	Irren ist nicht nur menschlich	21
1.5.1	Sprechen wir über Kosten	24
1.6	Einige Worte zu MATLAB	27
1.6.1	MATLAB-Statements	29
1.6.2	Programmieren in MATLAB	31
1.7	Was wir nicht erwähnt haben	35
1.8	Aufgaben	35
2	Nichtlineare Gleichungen	37
2.1	Das Bisektionsverfahren	39
2.2	Das Newton-Verfahren	42
2.2.1	Abbruchkriterien für das Newton-Verfahren	44
2.3	Fixpunktiterationen	47
2.3.1	Wie wir die Fixpunktiteration abbrechen	50
2.4	Beschleunigung mit dem Aitken-Verfahren	51
2.5	Algebraische Polynome	55
2.5.1	Das Horner-Schema	56
2.5.2	Das Newton-Horner-Verfahren	58
2.6	Was wir nicht erwähnt haben	61
2.7	Aufgaben	62

3	Approximation von Funktionen und Daten	65
3.1	Interpolation	67
3.1.1	Polynomiale Lagrange-Interpolation	68
3.1.2	Chebyshev-Interpolation	74
3.1.3	Trigonometrische Interpolation und FFT	75
3.2	Stückweise lineare Interpolation	80
3.3	Approximation durch <i>Spline</i> -Funktionen	81
3.4	Das Verfahren der kleinsten Quadrate	84
3.5	Was wir nicht erwähnt haben	89
3.6	Aufgaben	90
4	Numerische Differentiation und Integration	93
4.1	Approximation der Ableitung	94
4.2	Numerische Integration	96
4.2.1	Die Mittelpunktsformel	97
4.2.2	Die Trapezformel	99
4.2.3	Die Simpson-Formel	102
4.3	Die adaptive Simpson-Formel	105
4.4	Was wir nicht erwähnt haben	109
4.5	Aufgaben	110
5	Lineare Systeme	113
5.1	Die LU-Faktorisierung	116
5.2	Pivoting	123
5.3	Wie genau ist die LU-Faktorisierung?	125
5.4	Wie man ein tridiagonales System löst	130
5.5	Iterative Verfahren	132
5.5.1	Wie man ein iteratives Verfahren konstruiert	133
5.6	Wann soll ein iteratives Verfahren abgebrochen werden?	137
5.7	Das Richardson-Verfahren	140
5.8	Was wir nicht erwähnt haben	143
5.9	Aufgaben	144
6	Eigenwerte und Eigenvektoren	147
6.1	Das Potenzverfahren	150
6.1.1	Konvergenzanalyse	152
6.2	Verallgemeinerung des Potenzverfahrens	153
6.3	Wie man den Shift berechnet	156
6.4	Die Berechnung aller Eigenwerte	158
6.5	Was wir nicht erwähnt haben	159
6.6	Aufgaben	160

7	Gewöhnliche Differentialgleichungen	163
7.1	Das Cauchy-Problem	165
7.2	Das Euler-Verfahren	166
7.2.1	Konvergenzanalyse	168
7.3	Das Crank-Nicolson-Verfahren	172
7.4	Nullstabilität	173
7.5	Stabilität auf unbeschränkten Intervallen	175
7.5.1	Bereiche absoluter Stabilität	178
7.5.2	Absolute Stabilität kontrolliert Störungen	179
7.6	Verfahren höherer Ordnung	186
7.7	Prädiktor-Korrektor-Verfahren	188
7.8	Systeme von Differentialgleichungen	190
7.9	Was wir nicht erwähnt haben	195
7.10	Aufgaben	196
8	Numerische Verfahren für Randwertprobleme	199
8.1	Approximation von Randwertproblemen	202
8.1.1	Approximation mit finiten Differenzen	202
8.1.2	Approximation mit finiten Elementen	204
8.2	Finite Differenzen in zwei Dimensionen	207
8.2.1	Konsistenz und Konvergenz	214
8.3	Was wir nicht erwähnt haben	216
8.4	Aufgaben	216
9	Lösung der Aufgaben	219
9.1	Kapitel 1	219
9.2	Kapitel 2	221
9.3	Kapitel 3	227
9.4	Kapitel 4	231
9.5	Kapitel 5	236
9.6	Kapitel 6	241
9.7	Kapitel 7	245
9.8	Kapitel 8	253
	Literaturverzeichnis	259
	Index der MATLAB-Programme	263
	Index	265