

Inhaltsverzeichnis

Vorwort *XIII*

1	Einleitung	<i>1</i>
1.1	Das lineare und das nichtlineare Optimierungsproblem	<i>1</i>
1.2	Definitionen und Bezeichnungen	<i>1</i>
1.3	Spezialfälle linearer und nichtlinearer Optimierungsaufgaben	<i>2</i>
1.4	Anwendungen	<i>4</i>
1.4.1	Strukturoptimierung	<i>4</i>
1.4.2	Das Least-Squares-Problem	<i>5</i>
1.4.3	Optimale Steuerung	<i>6</i>
2	Grundlagen	<i>9</i>
2.1	Regularitätsbedingungen	<i>9</i>
2.1.1	Slater-Bedingung	<i>9</i>
2.1.2	Abadie-Bedingung	<i>9</i>
2.1.3	Bedingung der linearen Unabhängigkeit – LICQ	<i>10</i>
2.1.4	Constraint Qualification	<i>10</i>
2.1.5	Bemerkungen	<i>10</i>
2.2	Optimalitätsbedingungen	<i>10</i>
2.2.1	Optimalitätskriterium mittels zulässiger Richtungen	<i>11</i>
2.2.2	Karush-Kuhn-Tucker-Bedingung	<i>11</i>
2.2.3	Bezeichnungen	<i>11</i>
2.2.4	Notwendige Bedingungen 2. Ordnung	<i>12</i>
2.2.5	Hinreichende Bedingungen 2. Ordnung	<i>12</i>
2.2.6	Strenge hinreichende Bedingungen 2. Ordnung	<i>13</i>
2.3	Optimalitätskriterien für spezielle Optimierungsaufgaben	<i>13</i>
2.4	Wünschenswerte Eigenschaften von Optimierungsverfahren	<i>14</i>
2.4.1	Theoretische Richtung	<i>15</i>
2.4.2	Empirische Richtung	<i>17</i>
2.5	Vom C++-Programm zum nutzerfreundlichen Softwaresystem	<i>18</i>

3	Mathematische Hilfsmittel	21
3.1	Das Austauschverfahren	22
3.2	Lösung von Gleichungssystemen mit der QR-Zerlegung	26
3.2.1	Aufbau des Algorithmus	28
3.3	Cholesky-Zerlegung	29
3.3.1	Grundlagen des Verfahrens	29
3.3.2	Aufbau des Algorithmus	30
3.3.3	Weiterführende Bemerkungen	31
3.4	Fibonacci-Verfahren	31
3.4.1	Grundlagen des Verfahrens	31
3.4.2	Aufbau des Algorithmus	33
3.5	Das Verfahren des Goldenen Schnitts	34
3.5.1	Grundlagen des Verfahrens	34
3.5.2	Aufbau des Algorithmus	35
3.6	Newton-Verfahren	36
3.6.1	Grundlagen des Verfahrens	36
3.6.2	Aufbau des Algorithmus	36
3.7	Runge-Kutta-Verfahren zur Lösung von Differenzialgleichungen	37
3.7.1	Weiterführende Bemerkungen	40
4	Probleme und Algorithmen als C++-Klassen	43
4.1	Die Programmiersprache C++	43
4.2	Der Weg zur objektorientierten Programmierung	44
4.3	Begriffe der objektorientierten Programmierung	45
4.4	Lösungsverfahren und Probleme als Klassen	46
5	Lineare Optimierung	55
5.1	Das Simplexverfahren	56
5.1.1	Grundlagen des Verfahrens	56
5.1.2	Aufbau des Algorithmus	59
5.1.3	Konstruktion eines ersten Simplextableaus	61
5.2	Das revidierte Simplexverfahren	63
5.2.1	Grundlagen des Verfahrens	63
5.2.2	Aufbau des Algorithmus	66
5.3	Weiterführende Bemerkungen	67
5.4	Das Ellipsoidverfahren	67
5.4.1	Grundlagen des Verfahrens	67
5.4.2	Aufbau des Algorithmus	70
5.5	Weiterführende Bemerkungen	71
6	Quadratische Optimierung	73
6.1	Das Relaxationsverfahren	74
6.1.1	Grundlagen des Verfahrens	74
6.1.2	Aufbau des Algorithmus	74
6.1.3	Weiterführende Bemerkungen	76

6.2	Methode der aktiven Restriktionen von Fletcher	76
6.2.1	Grundlagen des Verfahrens	76
6.2.2	Der Algorithmus	77
6.2.3	Weiterführende Bemerkungen	78
7	Unbeschränkte nichtlineare Optimierung	79
7.1	Das Verfahren der stochastischen Suche	80
7.1.1	Grundlagen des Verfahrens	80
7.1.2	Aufbau des Algorithmus	80
7.1.3	Weiterführende Bemerkungen	81
7.2	Das Verfahren der koordinatenweisen Suche	82
7.2.1	Grundlagen des Verfahrens	82
7.2.2	Aufbau des Algorithmus	82
7.3	Das einfache Polytopverfahren	83
7.3.1	Grundlagen des Verfahrens	83
7.3.2	Aufbau des Algorithmus	85
7.3.3	Weiterführende Bemerkungen	86
7.4	Das Verfahren des steilsten Abstiegs	87
7.4.1	Grundlagen des Verfahrens	87
7.4.2	Aufbau des Algorithmus	88
7.4.3	Weiterführende Bemerkungen	89
7.5	Das Verfahren der konjugierten Gradienten	89
7.5.1	Grundlagen des Verfahrens	89
7.5.2	Aufbau des Algorithmus	91
7.5.3	Weiterführende Bemerkungen	91
7.6	Das Newton-Verfahren	92
7.6.1	Grundlagen des Verfahrens	92
7.6.2	Aufbau des Algorithmus	93
7.6.3	Weiterführende Bemerkungen	94
7.7	Das Newton-Verfahren mit konsistenter Approximation der Hesse-Matrix	95
7.7.1	Grundlagen des Verfahrens	95
7.7.2	Aufbau des Algorithmus	96
7.7.3	Weiterführende Bemerkungen	97
7.8	Das Verfahren der variablen Metrik (Quasi-Newton-Verfahren)	97
7.8.1	Grundlagen des Verfahrens	97
7.8.2	Aufbau des Algorithmus	99
7.8.3	Weiterführende Bemerkungen	100
8	Beschränkte nichtlineare Optimierung	101
8.1	Die adaptive Zufallssuche	102
8.1.1	Grundlagen des Verfahrens	102
8.1.2	Aufbau des Algorithmus	103
8.1.3	Weiterführende Bemerkungen	104
8.2	Das erweiterte Polytopverfahren	104

8.2.1	Grundlagen des Verfahrens	104
8.2.2	Algorithmus	106
8.2.3	Weiterführende Bemerkungen	108
8.3	Das Schnittebenenverfahren	109
8.3.1	Grundlagen des Verfahrens	109
8.3.2	Aufbau des Algorithmus	110
8.3.3	Weiterführende Bemerkungen	111
8.4	Das SQP-Verfahren	112
8.4.1	Grundlagen des Verfahrens	112
8.4.2	Aufbau des Algorithmus	113
8.4.3	Weiterführende Bemerkungen	114
8.5	Das erweiterte Newton-Verfahren	114
8.5.1	Grundlagen des Verfahrens	114
8.5.2	Aufbau des Algorithmus	116
8.5.3	Weiterführende Bemerkungen	117
8.6	Verfahren mit Straf- und Barrierefunktionen	117
8.6.1	Grundlagen des Verfahrens	117
8.6.2	Der Algorithmus	119
8.6.3	Weiterführende Bemerkungen	120
9	Globalisierung	123
9.1	Dämpfungs- und Regularisierungsmethoden	123
9.2	Hybride Methoden	127
9.3	Einbettungsmethoden	128
10	Innere-Punkte-Methoden	131
10.1	Das Projektionsverfahren	131
10.1.1	Grundlagen des Verfahrens	131
10.1.2	Aufbau des Algorithmus	133
10.1.3	Weiterführende Bemerkungen	136
10.2	Kurzschrittverfahren	136
10.2.1	Herleitung des Verfahrens	136
10.2.2	Beschreibung des Algorithmus	138
10.2.3	Weiterführende Bemerkungen	139
11	Parameteridentifikation	141
11.1	Parameterschätzung auf der Grundlage linearer Quadratmittelprobleme	142
11.2	Nichtlineare Parameterschätzung und nichtlineare Optimierungsverfahren	145
11.3	Das Gauß-Newton-Prinzip und ein darauf beruhendes Verfahren	146
11.3.1	Aufbau des Algorithmus	147
11.4	Parameterschätzung und SQP-Verfahren	149
11.5	Parameteridentifikation in Differenzialgleichungen	150
11.5.1	Grundlagen	150

11.5.2	Weiterführende Bemerkungen	152
12	Optimale Steuerung	155
12.1	Einführung	155
12.2	Umwandlung in eine nichtlineare Optimierungsaufgabe	155
12.3	Aufbau des Algorithmus	156
12.4	Implementierte numerische Methoden	157
13	Form- und Strukturoptimierung	161
13.1	Zusammenhang zwischen Bemessungsvariablen und Zustandsvariablen	161
13.2	Lösung von Strukturoptimierungsproblemen mit SQP-Verfahren	163
13.3	Ein weiteres Beispiel	166
14	Optisoft – Ein C++-Softwaresystem zur Optimierung	167
14.1	Einführung	167
14.2	Allgemeine Informationen über Optisoft	168
14.3	Handhabung von Optisoft	170
14.3.1	Formulierung eines Problems	171
14.3.2	Auswahl des Algorithmus	182
14.4	Übersicht über Softwarepakete	184
	Anhang A Referenzmanual	187
	Anhang B Liste der Beispiele	193
	Literatur	195
	Stichwortverzeichnis	199

