

Inhaltsverzeichnis

1. Natürliche Evolution	1
1.1. Entwicklung der evolutionären Mechanismen	2
1.2. Evolutionsfaktoren	8
1.2.1. Herleitung der Evolutionsfaktoren	9
1.2.2. Mutation	9
1.2.3. Rekombination	10
1.2.4. Selektion	10
1.2.5. Genfluss	12
1.2.6. Gendrift	12
1.3. Anpassung als Resultat der Evolution	12
1.3.1. Nischenbildung	12
1.3.2. Evolution ökologischer Beziehungen	13
1.3.3. Baldwin-Effekt	13
1.4. Biologische Konzepte in evolutionären Algorithmen	14
Übungsaufgaben	16
Historische Anmerkungen	17
2. Von der Evolution zur Optimierung	19
2.1. Optimierungsprobleme	20
2.2. Der simulierte evolutionäre Zyklus	24
2.3. Ein beispielhafter evolutionärer Algorithmus	26
2.4. Formale Einführung evolutionärer Algorithmen	34
2.5. Vergleich mit anderen Optimierungsverfahren	40
Übungsaufgaben	42
Historische Anmerkungen	43
3. Prinzipien evolutionärer Algorithmen	47
3.1. Wechselspiel zwischen Variation und Selektion	48
3.1.1. Ein einfaches binäres Beispiel	48
3.1.2. Die Gütelandschaft	49
3.1.3. Modellierung als Markovprozess	51
3.1.4. Das Problem lokaler Optima	53
3.1.5. Der Einfluss der Kodierung	54
3.1.6. Rollen der Mutation	59
3.2. Populationskonzept	62
3.2.1. Die Vielfalt in einer Population	63
3.2.2. Ein vergleichendes Experiment	65
3.2.3. Folgerungen für die Selektion	67
3.2.4. Varianten der Umweltselektion	68

3.2.5. Selektionsstärke	71
3.2.6. Probabilistische Elternselektion	72
3.2.7. Überblick und Parametrierung	77
3.2.8. Experimenteller Vergleich der Selektionsoperatoren	78
3.3. Verknüpfen mehrerer Individuen durch die Rekombination	81
3.3.1. Arten der Rekombination	81
3.3.2. Schema-Theorem	85
3.3.3. Formae als Verallgemeinerung der Schemata	95
3.3.4. Schema-Theorie und der Suchfortschritt	99
3.4. Selbstanpassende Algorithmen	108
3.4.1. Einfluss des Stands der Suche	108
3.4.2. Anpassungsstrategien für evolutionäre Operatoren	112
3.5. Zusammenfassung der Arbeitsprinzipien	115
3.6. Der ultimative evolutionäre Algorithmus	117
Übungsaufgaben	121
Historische Anmerkungen	124
4. Evolutionäre Standardalgorithmen	127
4.1. Genetischer Algorithmus	128
4.2. Evolutionsstrategien	134
4.3. Evolutionäres Programmieren	140
4.4. Genetisches Programmieren	147
4.5. Einfache Lokale Suchalgorithmen	156
4.6. Weitere Verfahren	160
4.6.1. Klassifizierende Systeme	160
4.6.2. Tabu-Suche	164
4.6.3. Memetische Algorithmen	166
4.6.4. Populationsbasiertes inkrementelles Lernen	167
4.6.5. Differentialevolution	170
4.6.6. Scatter Search	172
4.6.7. Kulturelle Algorithmen	174
4.6.8. Ameisenkolonien	177
4.6.9. Partikelschwärme	180
4.7. Kurzzusammenfassung	181
Übungsaufgaben	184
Historische Anmerkungen	185
5. Techniken für spezifische Problemanforderungen	189
5.1. Optimieren mit Randbedingungen	189
5.1.1. Übersicht über die Methoden	191
5.1.2. Dekoder-Ansatz	191
5.1.3. Restriktive Methoden	194
5.1.4. Tolerante Methoden	195
5.1.5. Straffunktionen	197
5.2. Mehrzieloptimierung	200

5.2.1.	Optimalitätskriterium bei mehreren Zielgrößen	200
5.2.2.	Überblick der Techniken zur Mehrzieloptimierung	205
5.2.3.	Modifikation der Bewertungsfunktion	206
5.2.4.	Berechnung der Pareto-Front	208
5.3.	Zeitabhängige Optimierungsprobleme	216
5.4.	Approximative Bewertung	221
5.4.1.	Verrauschte Bewertung	222
5.4.2.	Stabile Lösungen	225
5.4.3.	Zeitaufwändige Bewertung	226
5.4.4.	Bewertung durch Testfälle	229
5.4.5.	Bewertung von Spielstrategien	231
	Übungsaufgaben	232
	Historische Anmerkungen	233
6.	Anwendung evolutionärer Algorithmen	237
6.1.	Vergleich evolutionärer Algorithmen	238
6.2.	Entwurf evolutionärer Algorithmen	241
6.2.1.	Der wiederverwendungs-basierte Ansatz	242
6.2.2.	Der Forma-basierte Ansatz	243
6.2.3.	Der analysebasierte Ansatz	244
6.3.	Nutzung von Problemwissen	251
6.4.	Fallstudie: Beladung von Containern	254
6.4.1.	Aufgabenstellung	254
6.4.2.	Entwurf des evolutionären Algorithmus	257
6.4.3.	Ergebnisse	260
6.5.	Fallstudie: Platzierung von Mobilfunkantennen	262
6.5.1.	Aufgabenstellung	262
6.5.2.	Entwurf des evolutionären Algorithmus	265
6.5.3.	Ergebnisse	269
6.6.	Fallstudie: Motorenkalibrierung	272
6.6.1.	Aufgabenstellung	272
6.6.2.	Entwurf des evolutionären Algorithmus	275
6.6.3.	Ergebnisse	276
6.7.	Fallstudie: Konstruktion von LEGO [®] -Bauwerken	280
6.7.1.	Aufgabenstellung	280
6.7.2.	Entwurf des evolutionären Algorithmus	282
6.7.3.	Ergebnisse	283
	Übungsaufgaben	289
	Historische Anmerkungen	290
Anhang		293
A. Benchmark-Funktionen		295

B. Notation der Algorithmen	299
Literaturverzeichnis	301
Bildnachweis	321
Liste der Algorithmen	323
Symbolverzeichnis	325
Stichwortverzeichnis	327