

Eberhard Schöneburg
Frank Heinzmann
Sven Feddersen

Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien

Eine Einführung in Theorie und Praxis
der simulierten Evolution

Technische Universität Darmstadt
Fachbereich 1
Betriebswirtschaftliche Bibliothek
Inventar-Nr.: 56.639.....
Abstell-Nr.: A18/3066.....
.....
.....
.....



ADDISON-WESLEY PUBLISHING COMPANY

Bonn • Paris • Reading, Massachusetts • Menlo Park, California • New York
Don Mills, Ontario • Wokingham, England • Amsterdam • Milan • Sydney
Tokyo • Singapore • Madrid • San Juan • Seoul • Mexico City • Taipei, Taiwan

INHALTSVERZEICHNIS

	Vorwort	13
Kapitel 1	Einleitung	15
	Die Delphine	16
	Die gemeine Stubenfliege	18
	Die Spinnen	20
	Die Biber	22
	Die Ameisen	23
	Die Honigbienen	26
Kapitel 2	Evolution und Genetik	31
	Die historische Entwicklung des Evolutionsgedankens	32
	Die Vorläufer und Zeitgenossen Darwins	38
	Die Leistung Darwins	40
	Molekular- und Evolutionsgenetik	46
	Die Chromosomen	47
	Die Zellteilung	53
	Die Meiose	55
	Die genetische Information	61
	Die Gene	68
	Evolutionen Faktoren und die Mechanismen der Evolution	83
	Die Evolution als Optimierungsprozeß	96
	Konventionelle Optimierungsverfahren	102
	Aspekte der modernen Evolutionstheorien	107
	Evolution als Rückkopplungsprozeß	108
	Chaos, Fraktale und Selbstorganisation	111
	Gradualismus versus Saltationismus	127
	Kommunikation, Kultur und Kooperation	135

	Das Ende der Evolution oder: die Krönung der Schöpfung Teil II	137
Kapitel 3	Evolutionstrategien	141
	Die Evolution der Evolutionstrategien	141
	Grundbegriffe und Notationen	144
	Die Rechenbergsche Grafik-Notation	144
	Kodierung durch Vektoren reeller Zahlen	147
	Die (1+1)-ES	148
	Die $(\mu+\lambda)$ -ES	152
	Die (μ,λ) -ES	153
	Selektionsdruck und Populationswellen	156
	Die $(\mu/\rho\#\lambda)$ -ES	158
	ES mit Populationen	160
	ES mit isolierten Populationen	163
	Die Standard-Evolutionstrategie	164
	Die Mutationen	167
	Exkurs in die Wahrscheinlichkeitstheorie	168
	Die mutative Schrittweitensteuerung	174
Kapitel 4	Genetische Algorithmen	185
	Der Pseudocode eines GA	186
	Das Kodierungsproblem	187
	Der Binärcode	189
	Die Fitneß- und Bewertungsfunktionen	195
	Das Crossover und die Rekombination der Chromosomen	197
	Mutationen	200
	Das Heirats-Schema	204
	Das Ersetzungsschema	207
	Schemata, Hyperebenen im Suchraum und implizite Parallelität	208
	Das Schemata-Theorem und seine Bedeutung	212
	Die Building-Block-Hypothese	215

Kapitel 5	Evolutionsstrategien kontra Genetische Algorithmen	219
	Die Testfunktionen	222
	Die Funktion f_1 – das Sphären-Modell	223
	Die Funktion f_2 – die Rosenbrock-Funktion	224
	Die Funktion f_3 – eine Treppenfunktion	226
	Die Funktion f_4 – mit normalverteilter Störung	227
	Die Funktion f_5 – Shekels Fuchsbauten	227
	Die Funktion f_6 – die Rastrigin-Funktion	228
	Die Funktionen f_7 und f_8 – Schwefels Testfunktionen	229
	Die Funktion f_9 – Die Griewangk-Funktion	231
	Ein Performance-Vergleich	231
	Methodische Probleme der Performance-Analyse	235
 Kapitel 6	 Parallele Algorithmen	 237
	Die prinzipielle Parallelisierbarkeit der EA	238
	Evolution auf der Ebene der Populationen	242
	Das Insel-Modell	242
	Das Netzwerk-Modell	243
	Das Migrations-Modell	247
	Das Pollen-Modell	248
	Das Nachbarschafts-Modell	251
	Das Kommunen-Modell	253
	Das Mühlenbein-Modell	255
	Zusammenfassung	256
 Kapitel 7	 Anwendungen	 257
	Klassische Anwendungen	257
	Frühe Anwendungen der Evolutionsstrategien	258
	Frühe Anwendungen Genetischer Algorithmen	264
	Das Problem des Handelsreisenden	271
	Problembeschreibung	271
	Wahl einer geeigneten Repräsentation	271
	Crossover-Operatoren	273

INHALTSVERZEICHNIS

Mutationoperator und Interpretation	277
einer Schrittweite	277
Konkrete Problemstellung	278
Simulationsergebnisse	279
Produktionsleitstände	282
Leitstandskonzept	282
Aufgaben eines Produktplanungsleitstandes	283
Aufbau des Leitstandsbereiches	285
Ansatz für den Einsatz Genetischer Algorithmen	285
Zusammenfassung	290
Auftragsreihenfolge-Optimierung	291
Einführung	291
PERPLEX: Die Aufgabe	292
Bauperiodenbildung mit heuristischer Suche	294
Auftragsreihenfolgebildung mit	
Evolutionsstrategien	299
Problemrepräsentation	301
Erzeugen von Nachkommen	302
Bewertung und Auswahl von Nachkommen	304
Realisierung	306
Automatische Formelgenerierung und	
»genetische Prognose«	309
Problemstellung	309
Approximation durch Polynome	310
Approximation durch endliche Fourier-Reihen	316
Approximation durch beliebige Funktionsterme	324
Automatische Erzeugung von Programmen	333
LISP	334
Struktur-Evolution Neuronaler Netzwerke	344
Das Problem	344
Die Idee	346
Der Lösungsansatz und die Vorgehensweise	346
Die formale Beschreibung eines	
Neuronalen Netzes	348
Die Interpretation (Deutung) einer Formel	351

Die Ableitung einer Netzwerk-Topologie aus einer Formel	352
Ein Beispiel	354
Die binäre Verschlüsselung der Formeln als Chromosome	356
Die Fitneß einer Formel	357
Die automatische Erzeugung Neuronaler Netzwerke	360
Anwendungsbeispiel: Ansteuerung eines Roboterarmes mit Neuronalen Netzen	360
Die Codierung	363
Zusammenfassung	365
Weitere Anwendungen	366
Optimale Form von Linsen	367
Adaptive Verkehrsleittechnik	369
Hochregallager – Steuerungen	370
Lagerplatzoptimierungen	372
Parkettierungsprobleme	373
Vernetzungsprobleme	374
Optimale Spielstrategien	376
Das n-Dame-Problem	379
Das Springer-Problem	381
Das Anwendungsproblem: Genetische Algorithmen oder Evolutionsstrategien?	
Die Qual der Wahl	382
Kapitel 8	
Programmierung Genetischer Algorithmen	387
Konzept einer genetischen Toolbox	389
Datentypen	389
Weitere Schnittstellen	395
Zwei Beispielprogramme im »C«-Quellcode	398
Das Travelling-Salesman-Problem	398
Approximation von Funktionen	401
Zusammenfassung	415

Kapitel 9	Der Genetic Optimizer	417
	Bedienung des Genetic Optimizers	418
	Laden einer Population	419
	Vererbungsstrategien	419
	Eigenschaften der Population	423
	Das Genom	424
	Initialisierung der Population	429
	Evolution	430
	Grafische Information	431
	Ergebnis der Optimierung	433
	Optimierung an Beispielen	435
	Travelling Salesman	435
	Trainieren eines Neuronalen Netzes	435
	Lösung eigener Optimierungsprobleme	438
	Die Bewertungsfunktion	439
	Die Initialisierungsfunktion	439
	Die Start-Informationsfunktion	439
	Die Ende-Informationsfunktion	440
	Maximieren eines Polynoms	440
Kapitel 10	Nachwort	443
Kapitel 11	Literaturverzeichnis	445
Kapitel 12	Glossar	459
	Die Autoren	471
	Stichwortverzeichnis	473