

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	XIII
1 Einleitung.....	1
2 Struktur und Aufbau Evolutionärer Algorithmen.....	7
3 Grundlegende Verfahren und Operatoren	13
3.1 Fitneßzuweisung	16
3.1.1 Proportionale Fitneßzuweisung	17
3.1.2 Reihenfolgebasierte Fitneßzuweisung (Ranking)	18
3.1.3 Mehrkriterielle Fitneßzuweisung.....	20
3.2 Selektion.....	24
3.2.1 Rouletteselektion	25
3.2.2 Stochastic universal sampling	25
3.2.3 Turnierselektion.....	26
3.2.4 Truncation-Selektion	27
3.2.5 Analyse der Selektionsverfahren.....	28
3.2.6 Vergleich der Selektionsverfahren	31
3.3 Rekombination.....	34
3.3.1 Diskrete Rekombination	35
3.3.2 Rekombination reeller und ganzzahliger Variablen.....	35
3.3.3 Rekombination binärer Variablen (crossover)	39
3.3.4 Rekombination bei kombinatorischen Problemen	42
3.4 Mutation	46
3.4.1 Mutation reeller und ganzzahliger Variablen	47
3.4.2 Mutation reeller Variablen mit Adaption der Schrittweiten	51
3.4.3 Mutation binärer Variablen	53
3.4.4 Mutation bei kombinatorischen Problemen	54
3.5 Wiedereinfügen (Reinsertion).....	57
3.6 Initialisierung der Individuen	60
3.6.1 Zufällige Initialisierung	61

3.6.2	Erweiterte Initialisierung (nicht-zufällig)	62
3.7	Abbruchkriterien.....	63
3.7.1	Direkte Abbruchkriterien.....	64
3.7.2	Abgeleitete Abbruchkriterien	65
3.7.3	Einsatz der Abbruchkriterien.....	70
3.8	Zusammenfassung.....	71
4	Populationen, verschiedene Strategien und Konkurrenz	73
4.1	Klassifikation von Populationsmodellen	74
4.2	Globales Modell	75
4.3	Lokales Modell.....	77
4.3.1	Topologie von Nachbarschaften	78
4.3.2	Allgemeine Beschreibung von Nachbarschaften	79
4.3.3	Selektion in Nachbarschaft.....	83
4.3.4	Wiedereinfügen in Nachbarschaft	83
4.3.5	Analyse des lokalen Modells.....	84
4.4	Regionales Modell.....	87
4.4.1	Anzahl und Größe der Unterp Populationen.....	89
4.4.2	Migrationstopologien	90
4.4.3	Migrationsintervall und Migrationsrate.....	92
4.4.4	Auswahl der Migranten.....	94
4.4.5	Ablauf der Migration.....	94
4.4.6	Analyse des regionalen Modells.....	95
4.5	Anwendung verschiedener Strategien	96
4.5.1	Berechnung der Ordnung der Unterp Populationen.....	97
4.5.2	Beispiel der Anwendung verschiedener Strategien	99
4.5.3	Analyse der Anwendung verschiedener Strategien	101
4.6	Konkurrierende Unterp Populationen.....	102
4.6.1	Erfolg der Unterp Populationen	103
4.6.2	Aufteilung der Ressourcen	103
4.6.3	Umsetzung der Verteilung der Ressourcen	105
4.6.4	Beispiel des Einsatzes konkurrierender Unterp Populationen	108
4.6.5	Analyse der konkurrierenden Unterp Populationen.....	111
4.7	Zusammenfassung.....	113
5	Visualisierung und Optimierung	115
5.1	Systematisierung der Visualisierung von EA.....	116
5.1.1	Kriterien der Systematisierung	116
5.1.2	Daten zur Visualisierung.....	117
5.1.3	Schema der Systematisierung.....	118

5.2 Globale Eigenschaften einer Population	119
5.2.1 Zielfunktionswert des besten Individuums der Population (Konvergenzdiagramm)	119
5.2.2 Variablen des jeweils besten Individuums einer Population	121
5.2.3 Zielfunktionswerte (Güte) aller Individuen über mehrere Generationen	123
5.2.4 Position und Größe der Unterpopulationen	127
5.3 Lokale Eigenschaften einer Population	128
5.3.1 Variablen aller Individuen einer Generation	128
5.3.2 Zielfunktionswerte aller Individuen einer Generation	131
5.3.3 Distanzverteilung und Distanzkarten der Individuen einer Generation	134
5.4 Hochdimensionale Visualisierung	138
5.4.1 Verfahren	138
5.4.2 Anwendung der mehrdimensionalen Visualisierung	140
5.4.3 Analyse der mehrdimensionalen Visualisierung	143
5.5 Eigenschaften der Zielfunktion	144
5.5.1 Direkte Darstellung der Zielfunktion	145
5.5.2 Fitneß-Distanz-Verteilung	148
5.5.3 Visualisierung problemspezifischer Daten und Ergebnisse	150
5.6 Protokollierung von Daten und Ergebnissen	152
5.7 Zusammenfassung und Ausblick	153
 6 Genetic and Evolutionary Algorithm Toolbox for Matlab	157
6.1 Aufbau und Struktur der GEATbx	158
6.2 Anwenderschnittstelle – Scriptfunktionen	161
6.3 Vordefinierte Algorithmen – Toolboxfunktionen	161
6.4 Zentralfunktion	162
6.4.1 Initialisierung	163
6.4.2 Fitneßzuweisung und Selektion	163
6.4.3 Rekombination	164
6.4.4 Mutation	165
6.4.5 Wiedereinfügen	165
6.4.6 Migration und Konkurrenz zwischen Unterpopulationen	166
6.4.7 Terminierung	166
6.4.8 Visualisierung	166
6.4.9 Protokollierung	167
6.5 Zielfunktionen und Beispiele	168
6.6 Einbeziehung problemspezifischen Wissens	169
6.7 Dokumentation	169

6.8 Zusammenfassung und Ausblick.....	170
7 Kombination von Operatoren zu Evolutionären Algorithmen	171
7.1 Allgemein einstellbare Verfahren und Operatoren.....	172
7.1.1 Fitneßzuweisung und Selektion.....	172
7.1.2 Anwendung verschiedener Strategien und Konkurrenz zwischen Unterpopulationen	173
7.1.3 Regionales Populationsmodell (Migration zwischen Unterpopulationen).....	174
7.1.4 Zusammenfassung allgemein einstellbare Verfahren	174
7.2 Global orientierte Parameteroptimierung	175
7.3 Lokal orientierte Parameteroptimierung	176
7.4 Parameteroptimierung binärer Variablen.....	178
7.5 Kombinatorische Optimierung.....	179
7.6 Parameteroptimierung von Variablen verschiedener Repräsentation	181
7.7 Zusammenfassung.....	184
8 Anwendung Evolutionärer Algorithmen auf Praxisprobleme	185
8.1 Vorgehen bei der Lösung von Optimierungsaufgaben	186
8.1.1 Einordnung des Problems und Festlegung der Zielfunktion.....	187
8.1.2 Untersuchungen des Systemverhaltens.....	188
8.1.3 Festlegung des Optimierungsverfahrens	191
8.1.4 Durchführung und Auswertung von Optimierungen.....	192
8.2 Optimierung mehrdimensionaler Funktionen	194
8.2.1 Verwendete Optimierungsverfahren.....	195
8.2.2 RASTRIGIN's Funktion.....	196
8.2.3 ROSENBROCK's Funktion.....	198
8.2.4 <i>Moved axis parallel hyper-ellipsoid</i> Funktion.....	201
8.2.5 Zusammenfassung mehrdimensionale Funktionen	204
8.3 Parameteridentifikation eines Dieselmotormodells	204
8.3.1 Beschreibung des Systems	205
8.3.2 Untersuchungen des Systemverhaltens.....	207
8.3.3 Zielfunktion für die Optimierung	211
8.3.4 Verwendetes Optimierungsverfahren	213
8.3.5 Problemspezifische Visualisierung.....	214
8.3.6 Ergebnisse der Optimierungen	215
8.3.7 Auswertung der Ergebnisse.....	222
8.3.8 Zusammenfassung Parameteridentifikation Dieselmotor	224
8.4 Optimierung der Parameter eines Reglers (Fahrzeuglenkung)	226

8.4.1	Modell der Querlenkung.....	226
8.4.2	Anforderungen an den Regler.....	227
8.4.3	Simulation des Gesamtsystems	228
8.4.4	Aufstellung der Zielfunktion	229
8.4.5	Durchführung der Optimierung	232
8.4.6	Ergebnisse der Optimierung	234
8.4.7	Zusammenfassung Fahrzeuglenkung	238
8.5	Steuerung eines komplexen Systems (Gewächshausklima).....	239
8.5.1	Einleitung	239
8.5.2	Kurzbeschreibung des Gewächshausklimamodells	240
8.5.3	Repräsentation der Individuen und Zielfunktion	242
8.5.4	Einbeziehung problemspezifischen Wissens	243
8.5.5	Optimale Steuerung für durchschnittliche Tage	244
8.5.6	Optimale Steuerung bei veränderten Preisen	246
8.5.7	Optimale Steuerung unter Verwendung realer Wetterdaten	247
8.5.8	Zusammenfassung Gewächshausklima.....	252
8.6	Zusammenfassung.....	253
9	Schlußbetrachtungen	257
9.1	Zusammenfassung.....	257
9.2	Ausblick.....	261
Anhang.....		267
A.1	Historische Entwicklung Evolutionärer Algorithmen.....	267
A.1.1	Erste Arbeiten zu Evolutionären Algorithmen.....	267
A.1.2	Evolutionäre Programmierung.....	271
A.1.3	Evolutionsstrategien	272
A.1.4	Genetische Algorithmen	273
A.1.5	Evolutionäre Algorithmen heute.....	275
A.2	Gewächshaus- und Pflanzenmodell.....	276
A.2.1	Zustandsgleichungen des Gewächshauses	276
A.2.2	Zustandsgleichungen des Pflanzenmodells (Paprika).....	278
A.2.3	Biomasse und Gewinn.....	279
A.2.4	Beschränkungen	280
Literaturverzeichnis		281
	Evolutionäre Algorithmen und Optimierung	281
	Kombinatorische Optimierung (TSP, Scheduling)	291
	Behandlung von Populationen – Parallele Modelle.....	292
	Visualisierung.....	294

Polyploidie bei Evolutionären Algorithmen	295
Biologie, Genetik und Populationsgenetik	295
Pflanzenwachstum und Gewächshaus.....	296
Glossar	297
Sachverzeichnis.....	307