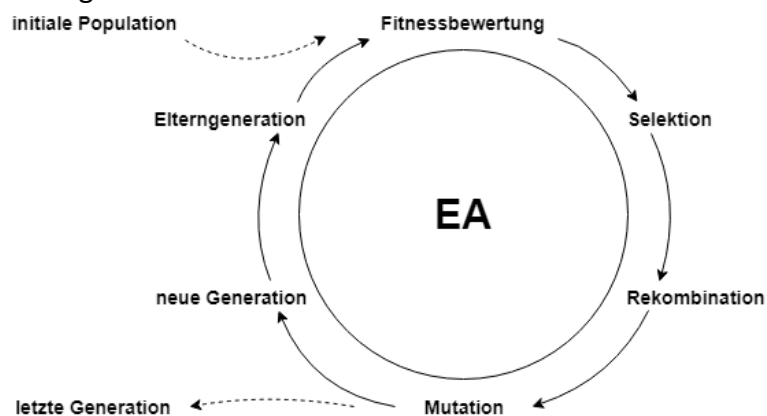


Lösungen zum Übungszettel 11

Aufgabe 1:

- a) EA sind implementierte stochastische (heuristische) Such- und Optimierungsverfahren, welche von der klassischen Evolutionstheorie abgeleitet wurden. Die Grundidee ist, dass sich Populationen von Individuen an ihre Umwelt anpassen, um langfristig überlebensfähig zu sein. Dazu werden einige Prinzipien der darwinistischen Evolutionstheorie, deren einfachste Formulierung in der Regel „survival oft he fittest“ zu finden ist, in Computerprogrammen umgesetzt. EA sind populationsbasierte Metaheuristiken. Ein EA basiert auf einer Population P von möglichen Lösungen $e_i \in P$ für das zu lösende Optimierungsproblem bzw. der Heuristik. Eine Lösung wird im Rahmen der populationsbasierten Metaheuristiken auch als Individuum bezeichnet. Grundsätzlich durchläuft ein EA die folgenden Schritte:



Initialisierung: Zunächst wird eine Population bestehend aus zufälligen Individuen initialisiert.

Evaluation: Die Fitness $f(e_i)$ wird für alle $e_i \in P$ evaluiert. Die Fitnessfunktion bezeichnet den zu optimierenden Wert (die Bewertungsfunktion) des Optimierungsproblems bzw. der Heuristik.

Selektion: Basierend auf dem Fitnesswert der Individuen werden (zufällige) Individuen, die als Eltern für die nächste Generation dienen, bestimmt. Dabei werden Individuen mit einer hohen Fitness bevorzugt (je nach Verfahren).

Reproduktion: Aus den selektierten Eltern werden die Nachkommen erzeugt. Dies kann durch einfaches Kopieren oder auch durch *Rekombination* von je 2 oder mehr Elternteilen erfolgen.

Rekombination und Mutation: Die Nachkommen werden untereinander rekombiniert (binäre Operation) und Individuen werden mutiert (unäre

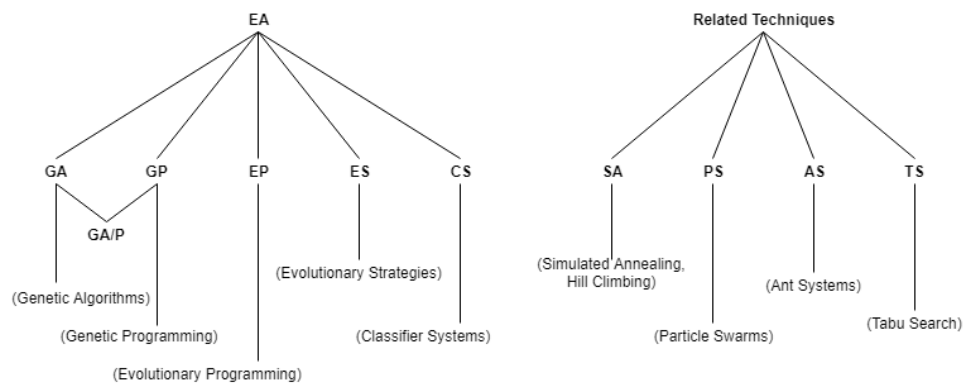


Operation). Dieser Schritt schafft evolutionäre Variation.

Ersetzung: Die Nachkommen ersetzen Teile der aktuellen Population oder die gesamte Population.

Dieser Schritte (ausgenommen der Initialisierung) werden solange wiederholt, bis ein Abbruchkriterium erreicht ist. Ein solches Kriterium kann zum Beispiel eine maximal erreichte Anzahl an Iterationen oder eine erreichte maximale Fitness darstellen.

b)



- c) EAs finden Anwendung beim Lösen von kombinatorischen Such- und Optimierungsproblemen, beim maschinellen Lernen, in den Ingenieurwissenschaften und vielem mehr. EA werden hauptsächlich bei sehr komplexen und bei größeren Datenmengen angewendet. Also genau da, wo herkömmliche Algorithmen keine brauchbaren Ergebnisse erzeugen oder diese Ergebnisse eine viel zu lange Zeit beanspruchen würden.

Typische Beispiele:

- Berechnung eines Stundenplans einer sehr großen Schule
- Platzierung von Container auf einem Schiff (Stabilität, schnelles Entladen)
- Entwurf von Kommunikationsnetzwerken (Leitungen, Knotenpunkte)
- Entwurf von Mantelstrom-Düsentriebwerken

Aufgabe 2:

- MC beschreibt die Theorie der regelbasierten Modellierung des Zellstoffwechsels. Dazu ist die Zelle als chemische Maschine zu interpretieren.
- Das metabolische System ist ein regelbasiertes System, das die Formalisierung von Biosynthesen, Proteinsyntheseprozessen und metabolischen pathways sowie Zellkommunikationsprozessen mit Hilfe einer universellen Regel ermöglicht. Um die biochemische Ausdrucksfähigkeit dieser Regel zu gewährleisten, setzt sie sich aus fünf Komponenten zusammen. Die erste erlaubt die Spezifikation der Regelwahrscheinlichkeit (p), die unter der biologischen Interpretation als Reaktionsgeschwindigkeit vom Modellierer definierbar ist. Die vier weiteren

Hinweis: Die Lösungen sollen in PDF-Form, bzw. Code bis zum Montag (10 Uhr) der jeweils folgenden Woche per Mail an mfriedrichs@techfak.uni-bielefeld.de abgegeben werden. Zu Beginn des nächsten Übungstermins werden diese in offener Runde vorgestellt und diskutiert.



Komponenten sind spezifische Mengen von Metaboliten, die eine detaillierte Modellierung einer biochemischen Reaktion ermöglichen.

Aufgabe 3:

- a) CS sind massiv parallele, nachrichtenübermittelnde, regelbasierte Systeme. Ein CS besteht aus einer Menge von Classifiern, einer Message-Menge, einer Eingabe- und einer Ausgabe-Einheit. CS sind so ausgelegt, dass sie neue Informationen kontinuierlich aus ihren Umgebungen aufnehmen, indem sie konkurrierende Hypothesen (ausgedrückt als Regeln) konstruieren, ohne die bereits erworbenen Fähigkeiten zu stören.
Es steckt das Datenflussprinzip dahinter.
- b) Funktionsweise:
 - a. Alle Messages der Eingabe-Einheit werden zur aktuellen Message-Menge hinzugenommen
 - b. Vergleiche alle Messages mit allen Bedingungen (Aktivierung)
 - c. Alle aktivierten Classifier übertragen ihren Aktionsteil in die neue Message-Menge
 - d. Ersetze die alte Message-Menge durch die neue Message-Menge
 - e. Die Message-Menge wirkt auf die Ausgabe-Einheit
 - f. Gehe zu a
- c) Ein LCS ist ein Verfahren des maschinellen Lernens, bei dem evolutionäre Algorithmen mit klassischen Lernalgorithmen kombiniert werden, um adaptive Systeme zu erzeugen. Diese Systeme basieren auf Regeln, die traditionell die Form der bedingten Anweisung (Wenn-Dann) aufweisen und das bestmögliche Verhalten aufgrund einer bestimmten Eingabe (Input) ausführen. Sie werden dazu mit einem EA angepasst.