

Die Hausaufgaben müssen einzeln bearbeitet und abgegeben werden. Geben Sie die schriftlich zu bearbeitenden Aufgaben als pdf-Dateien ab.

Abgabefrist ist der 17.12.2023 – 23:59 Uhr

Abgabe

Wir benutzen für die Abgabe der Hausaufgaben Git. Jedes Repository ist nur für den Studenten selbst sowie für die Betreuer und Korrektoren sichtbar.

Für die Hausaufgabe benötigst du **ein neues** Repository.

Dieses kann über folgenden Link erstellt werden, falls nicht bereits geschehen:

<https://classroom.github.com/a/sOfjPsd0>

Nicht oder zu spät gepushte (Teil-)Abgaben werden mit 0 Punkten bewertet!

Aufgabe 1 – Erreichbarkeit per Variationsoperatoren (15P)

Bearbeiten Sie die folgenden Aufgaben zur Erreichbarkeit von Chromosomen durch die Anwendung von Variationsoperatoren.

1. Geben Sie *in Binärdarstellung* zwei Elternchromosomen, eine natürliche Zahl $n > 1$ und ein Zielchromosom an, sodass das Zielchromosom nicht per n -Punkt Crossover aus den beiden Elternchromosomen berechnet werden kann (die Länge der Kodierung können Sie frei wählen). Begründen Sie Ihre Lösung.
2. Gegeben zwei Chromosomen $\sigma_1 = (\sigma_1^1, \dots, \sigma_k^1)$ und $\sigma_2 = (\sigma_1^2, \dots, \sigma_k^2)$ in Binärdarstellung, beschreiben Sie (formal präzise) die Menge derjenigen Chromosomen, die durch die Anwendung von *uniform crossover* auf σ_1 und σ_2 als Nachkommen berechnet werden können.
3. Geben Sie *in Permutationsdarstellung* ein Elternchromosom, ein Zielchromosom und zwei Mutationsoperatoren an, sodass das Elternchromosom mit einem der Mutationsoperatoren *nicht* in einem Schritt in das Zielchromosom verwandelt werden kann, mit dem anderen aber schon (die Länge der Kodierung können Sie frei wählen). Geben Sie für den ersten Fall eine Begründung und für den zweiten Fall eine Beispielrechnung an.
4. Geben Sie *in Permutationsdarstellung* zwei Elternchromosomen, ein Zielchromosom und zwei Crossoveroperatoren an, sodass das Zielchromosom mit einem der Crossoveroperatoren *nicht* in einem Schritt als Nachkomme der beiden Elternchromosomen berechnet werden kann, mit dem anderen aber schon (die Länge der Kodierung können Sie frei wählen). Geben Sie für den ersten Fall eine Begründung und für den zweiten Fall eine Beispielrechnung an.

Aufgabe 2 – Erweiterung Implementierung SGA (20P)

Erweitern Sie Ihre Implementierung des Simple Genetic Algorithm von Blatt 2 um die folgenden Variationsoperatoren:

1. Für die Kodierung von Lösungen in Binärdarstellung:
 - n -Punkt Crossover und
 - Uniform Crossover.
2. Für die Kodierung von Lösungen in Permutationsdarstellung:
 - Mutationsoperatoren: Displacement und Swap;
 - Crossoveroperatoren: OX und CX.

Binden Sie die Wahl eines Variationsoperators als Parameter in Ihre Implementierung des SGA ein.

Aufgabe 3 – Verwendung SGA I (15P)

Wenden Sie nun wieder Ihren SGA auf das Damenproblem an und kodieren Sie diesmal, analog zum Vorgehen in der Vorlesung, eine Positionierung von Damen auf einem 10×10 -Schachbrett als Permutationen. Gehen Sie in den folgenden Schritten vor.

1. Implementieren Sie Dekodierung und Auswertung der Fitness. Verwenden Sie, wenn möglich, Ihre Fitnessfunktion von Blatt 2 wieder.
2. Lassen Sie mit im Wesentlichen gleichen Werten für die relevanten Parameter (Crossoverwahrscheinlichkeit, Populationsgröße, Anzahl an Iterationen) Ihren SGA **je zehnmal** für die beiden unterstützten Kodierungen (Bitstring und Permutationen) laufen; die Mutationswahrscheinlichkeit dürfen Sie für die Permutationskodierung nach oben anpassen. Als Werte für die Parameter bietet sich eine Wahl an, die auf Blatt 2 erfolgreich war.
3. Berechnen Sie für beide Kodierungen die durchschnittliche Fitness über die 10 Durchläufe für jede Iteration und plotten Sie die Entwicklung der durchschnittlichen Fitness gegen die Anzahl der Iterationen.
4. Bewerten Sie Ihr durchgeführtes Experiment:
 - a) Beschreiben Sie (ohne Wertung!) Ihre Beobachtungen: Wie unterscheidet sich das Verhalten des SGA für die beiden Kodierungen?
 - b) Ziehen Sie Schlussfolgerungen aus Ihren Beobachtungen: Welche Kodierung war vorteilhaft?

Aufgabe 4 – Verwendung SGA II (10P)

Verwenden Sie Ihre Implementierung des SGA erneut zur Maximierung der Rastrigin-Funktion: Bearbeiten Sie Aufgabe 3 von Blatt 3 erneut, verwenden diesmal aber uniform statt 1-Punkt Crossover. Gehen Sie bei 4. (Bewertung des Experiments) auch auf die Unterschiede ein, die Sie zwischen dieser Durchführung und der für Blatt 3 beobachtet haben.