



## Genetische Algorithmen und Evolutionsstrategien

### Übungsblatt 2, SS2009

Abgabe: 12.5.2009 (vor der Vorlesung)

#### Aufgabe 4 Binäres HillClimbing (10 Punkte)

Laden Sie das EA-Framework von der Übungsseite herunter. Betrachten Sie die Klasse `GAIndividualDefault`, welche einen Binärstring repräsentiert. Die Klasse `BenchmarkFunctions` stellt eine Sammlung von Zielfunktionen dar.

- (a) (3 Punkte) Vervollständigen Sie die Klasse `GAIndividualDefault`, indem Sie die fehlenden Methoden implementieren. `defaultInit` soll das Individuum auf einen zufälligen Binärstring initialisieren; `getStringRepresentation` soll für ein Java-`BitSet` (eine *Menge* von Bits) eine String-Darstellung der Form "1010011..." zusammensetzen; `defaultMutate` soll das Individuum mutieren, in dem ein zufällig gewähltes Bit invertiert wird. Die relevanten Stellen sind mit `TODO` markiert. Um Zufallszahlen zu erzeugen, benutzen Sie bitte die Klasse `RandomNumberGenerator`.
- (b) (2 Punkte) Erweitern Sie die Klasse `BenchmarkFunctions` um zwei Zielfunktionen  $f_{MB}$  und  $f_{LS}$  mit jeweils  $f : \{0, 1\}^n \rightarrow \mathbb{R}$ , die für  $I, T \in \{0, 1\}^n$  und  $I = (i_0, i_1, \dots, i_{n-1})$  wie folgt definiert sind:

$$f_{MB}(I) = n - \sum_{k=0}^{n-1} i_k.$$

$$f_{LS}(I, T) = \begin{cases} 0 & \text{falls } \forall_{0 \leq k < n} : i_k = t_k \\ 1 & \text{sonst} \end{cases}$$

- (c) (3 Punkte) Verwenden Sie `GAIndividualDefault`, um die Hill-Climber (genauer: Bit-Climber) Optimierungsstrategie zu realisieren. Diese bildet ausgehend von einem zufälligen Startindividuum  $X$  wiederholt einen Mutanten  $X'$  von  $X$ . Anschließend wird  $X'$  evaluiert. Falls  $X'$  besser ist als  $X$ , wird  $X$  durch  $X'$  ersetzt ( $X := X'$ ). Implementieren Sie dazu die Funktion `optimize` in der Klasse `BitClimbing`. Beachten Sie, dass Minimierung durchgeführt werden soll.
- (d) (2 Punkte) Betrachten Sie die `main`-Funktion der Klasse `BitClimbing`. Darin wird der Optimierer 100 mal mit je 100 Auswertungen aufgerufen. Vergleichen Sie das Verhalten des `BitClimbing`-Algorithmus auf den beiden Zielfunktionen  $f_{MB}$  und  $f_{LS}$ . Wie häufig wird bei 100 Läufen jeweils das Minimum gefunden? Wie erklären Sie sich Ihre Beobachtung?

### Aufgabe 5 Roulette-Rad-Selektion (5 Punkte)

Ein Nachteil der fitnessproportionalen Selektion (Roulette-Rad) besteht darin, dass sie zu einer großen Varianz bei der Auswahl der Individuen für die nächste Generation führt. Dieser Effekt lässt sich durch die Berechnung der Wahrscheinlichkeiten beobachten, mit denen ein Individuum für die nächste Generation ausgewählt wird.

- (a) Geben Sie die Wahrscheinlichkeit an, mit der ein Individuum  $I$  mit der Fitness  $f(I)$  in der nächsten Generation  $k$  mal vertreten ist, wenn die Individuen der nächsten Generation durch Roulette-Rad-Selektion bestimmt werden. Gehen Sie hierbei von einer Population  $P$  der Größe  $|P|$  aus. Begründen Sie Ihre Antwort. (2 Punkte)
- (b) Nun liege das Individuum in der aktuellen Population bereits  $m$  mal vor. Wie ändert sich die Wahrscheinlichkeit aus (a)? (1 Punkt)
- (c) Bestimmen Sie den Erwartungswert und die Varianz der Zahl der Nachkommen eines Individuums mit Fitness  $f(I)$ . (2 Punkte)

### Aufgabe 6 Binär- und Graycode (5 Punkte)

Gegeben seien die folgenden vier binär codierten Zahlen. Das höchstwertige Bit stehe jeweils links:

0100110111 | 0011000111 | 0010110111 | 0001010000

- (a) (1 Punkt) Bestimmen Sie die Dezimaldarstellung der jeweiligen 10-Bit-Zahlen.
- (b) (1 Punkt) Bestimmen Sie die Darstellung der jeweiligen 10-Bit-Zahlen in Gray-Codierung mit ebenfalls 10 Bit.
- (c) (1 Punkt) Gegeben seien nun die folgenden Dezimalzahlen: 368 | 728 | 293 | 175  
Bestimmen Sie die Binärdarstellungen der Zahlen mit jeweils 10 Bit.
- (d) (1 Punkt) Bestimmen Sie die Darstellung der Zahlen aus (c) in Gray-Codierung mit jeweils 10 Bit.
- (e) (1 Punkt) Nun seien die folgenden dezimal codierten Fließkommazahlen gegeben:

36,8 | 72,8 | 29,3 | 17,5

Wie können diese (möglichst genau) in einer Binärdarstellung mit je 10 Bit repräsentiert werden? Geben Sie die entsprechenden Darstellungen an.

**Allgemeiner Hinweis:** Die Abgabe der Übungsblätter erfolgt vor der Vorlesung, also dienstags vor 15:30 Uhr.

Eine Abgabe per E-Mail ist im pdf-Format möglich ([marcel.kronfeld@uni-tuebingen.de](mailto:marcel.kronfeld@uni-tuebingen.de)). Bei identischen oder abgeschrieben Abgaben werden die Punkte geteilt.