

Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung  
Computational Intelligence  
Prof. Dr. R. Kruse, P. Held

Magdeburg, den 16. September 2013

## Klausur zur Vorlesung „Evolutionäre Algorithmen“

Name, Vorname:	Fakultät:	Studiengang:	Matrikelnr.:
Prüfungsart: <input type="checkbox"/> reguläre Prüfung/1. WP <input type="checkbox"/> Ergänzungsprüfung/2. WP <input type="checkbox"/> Schein	Unterschrift der Aufsicht:		#Blätter:

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Summe
/13	/10	/10	/12	/13	/58

### Aufgabe 1 Packproblem (8 + 3 + 2 Punkte, ca. 25 min)

Es kommt immer wieder vor, dass man im Restaurant sitzt und gerne Essen zu einem vorher genau festgelegten Betrag haben möchte...

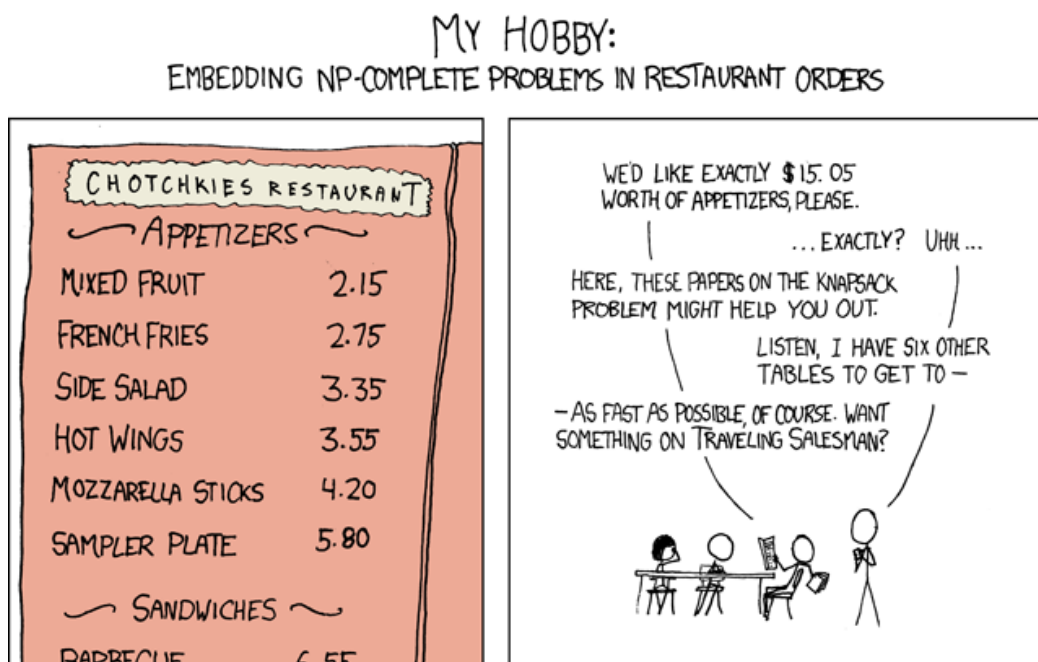


Abbildung 1: <http://xkcd.com/287/>

Bitte wenden!

- a) Entwickeln Sie einen genetischen Algorithmus, mit dem eine mögliche Kombination von Produkten zu einem festgelegten Betrag ermittelt werden kann. Beschreiben Sie dabei alle Komponenten des Algorithmus und gehen Sie jeweils auf Vor- und Nachteile ein.  
*Hinweis: Jedes Produkt hat einen eindeutigen Preis, jedes Produkt kann mehrfach gewählt werden, der Zielbetrag soll möglichst genau erreicht werden.*
- b) Geben Sie drei mögliche Individuen an und berechnen Sie die zugehörige Fitness.
- c) Nehmen Sie an, dass die Individuen der nächsten Generation mit Hilfe der Glücksradauswahl ausgewählt werden. Ist die von Ihnen gewählte Fitnessfunktion für diese Art der Auswahl geeignet? Welche Veränderungen sind ggf. notwendig?

**Aufgabe 2 Schema-Theorem (4 + 4 + 2 Punkte, ca. 20 min)**

Betrachten Sie einen genetischen Algorithmus, für den die Genome durch Bitsequenzen codiert sind. Gegeben seien die folgenden vier Schemata:

\*10\*\*1\*1 \*\*\*01\*\*\* \*\*\*\*\*1\*\* 0\*\*\*\*\*1

Bestimmen Sie für jedes Schema einzeln die Wahrscheinlichkeit, mit der die Passung **verloren** geht!

- a) beim Zwei-Punkt-Crossover mit dem Chromosom 10101010
- b) bei Mutation durch Kippen eines einzelnen Bits
- c) Bestimmen Sie alle Individuen, die auf alle gegebenen Schemata (*gleichzeitig*) passen.

**Aufgabe 3 Genetische Programmierung (8 + 2 Punkte, ca. 20 min)**

Die Summe der Zahlen von 1 bis  $n$  lässt sich wie folgt berechnen:

$$s_n = \sum_{k=1}^n k = \frac{n(n-1)}{2}$$

- a) Entwickeln Sie ein genetisches Programm, das in der Lage ist, die oben beschriebene Funktion zu lernen.
- b) Geben Sie einen Lösungskandidaten in der Baumschreibweise an, der die oben beschriebene Berechnung korrekt durchführt.

#### Aufgabe 4 Crossover Operatoren (2 + 2 + 2 + 2 + 4 Punkte, ca. 25 min)

Gegeben seien folgende Individuen:

21543 und 43152

Berechnen Sie für folgende Crossover-Operatoren jeweils zwei Nachkommen!

- Ein-Punkt-Crossover, mit Schnittpunkt nach dem 3. Zeichen
- Zwei-Punkt-Crossover, mit Schnittpunkt nach dem 2. und dem 4. Zeichen
- Shuffle-Crossover, mit Schnittpunkt nach dem 3. Zeichen und der Permutation  $\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 4 & 5 \\ 3 & 1 & 2 & 5 & 4 \end{pmatrix}$
- Uniformes Ordnungsbasiertes Crossover, mit der Tauschmaske + + - - +.
- Kantenrekombination (hier reicht es, einen Nachkommen zu berechnen)

#### Aufgabe 5 Multiple-Choice-Fragen (3 + 2 + 2 + 3 + 3 Punkte, ca. 30 min)

In dieser Aufgabe sind Multiple-Choice-Fragen zu beantworten. Dabei ist zu beachten, dass mehrere der vorgegebenen Lösungen korrekt sein können.

Für jede richtige Entscheidung gibt es  $\frac{1}{2}$  Punkt, für jede falsche Antwort wird ein Punkt abgezogen. Sie können auch keine Antwort geben, dann werden weder Punkte gegeben noch abgezogen. Jede Teilaufgabe wird einzeln bewertet, wobei negative Punktzahlen auf 0 gesetzt werden.

- Ist  $G = (V, E)$  ein ungerichteter Graph ohne Mehrfachkanten und  $f$  eine Abbildung von  $V$  in die Menge der natürlichen Zahlen  $\mathbb{N}$ , so nennt man  $f$  eine Knotenfärbung von  $G$ . Man nennt  $f$  gültig oder zulässig, falls für je zwei beliebige benachbarte Knoten  $v_1$  und  $v_2$  gilt  $f(v_1) \neq f(v_2)$  und wird  $G$   $k$ -knotenfärbbar genannt, falls es eine gültige Knotenfärbung von  $G$  gibt, so dass für alle  $v$  aus  $V$  gilt:  $f(v) \leq k$ . Zur Vereinfachung dieses Problems sei bekannt, dass es sich bei  $G$  um einen planaren Graphen handelt, wodurch die kleinste Zahl  $k \in \mathbb{N}$  höchstens 4 sein kann. Die Kodierung dieses Problems zur Lösungsfindung mittels evolutionären Algorithmus sei gegeben durch ein Chromosom, das für jeden Knoten  $v_i \in V$  mit  $1 \leq i \leq |V|$  eine Zahl aus  $\mathbb{N}$  abspeichert. Welche der folgenden Alternativen sind richtig?  
ja    nein  
  Die Kantenrekombination zweier Chromosomen als Crossover-Operator bietet sich hier an, da es die Nachbarschaftsinformation der Knoten erhält.  
  Das uniforme Crossover zur Rekombination zweier Chromosomen bietet sich an, weil es zu einer guten Durchforstung des großen Suchraums führt.  
  Das uniforme ordnungsbasierte Crossover als Rekombinationsoperator sollte verwendet werden, weil somit die Reihenfolgeinformation der Knoten erhalten wird.  
  Als Mutationsoperator sollte der Zweiertausch verwendet werden, damit der Lösungsraum der Permutationen nicht verlassen wird.  
  Es gibt  $n^k$  verschiedene Lösungskandidaten im Suchraum  $\Omega$ .  
  Es gibt  $k^n$  verschiedene Lösungskandidaten im Suchraum  $\Omega$ .

**Bitte wenden!**

b) Welche der folgenden Operatoren weisen eine ortsabhängige Verzerrung auf?

- | ja                       | nein                     |                                       |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ein-Punkt-Crossover                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Uniformes Crossover                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Shuffle Crossover                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Uniformes ordnungsbasiertes Crossover |

c) Welche der folgenden Crossover-Operatoren weisen eine Verteilungsverzerrung auf?

- | ja                       | nein                     |                                       |
|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Ein-Punkt-Crossover                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Uniformes Crossover                   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Shuffle Crossover                     |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Uniformes ordnungsbasiertes Crossover |

d) Welche Alternativen über Diploidie (die Verwendung von Chromosomenpaaren) für einen evolutionären Algorithmus sind richtig?

- | ja                       | nein                     |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Chromosomen eines Paares enthalten Gene für die gleichen Parameter, deren Ausprägung jedoch unterschiedlich sein kann.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Es kann nicht in dominanten und rezessiven Allelen unterschieden werden.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Bei der Dekodierung des Genoms zum Phänotyp erfolgt jeweils eine Verschmelzung der beiden sich entsprechenden Gene, wobei sich stets das dominante Allel durchsetzt. |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Es können auch rezessive Gene vererbt werden.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Nur durch Invertieren des Dominanzstatus können auch rezessive Gene vererbt werden.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Diploide Chromosomen passen sich schlechter an wechselnde Umweltbedingungen an.  |

e) Welche Auswirkungen könnten auf eine Erniedrigung der Turniergröße zurückzuführen sein?

- | ja                       | nein                     |  |
|--------------------------|--------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Der Evolutionsprozess beschleunigt sich.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Die Epistasie verringert sich.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Die Epistasie erhöht sich.   |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Der Selektionsdruck nimmt ab.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Der Selektionsdruck nimmt zu.  |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | Die durchschnittliche Fitness der Population verschlechtert sich innerhalb weniger Generationen. |