Institut für Wissens- und Sprachverarbeitung
Computational Intelligence
Prof. Dr. R. Kruse, C. Moewes

Magdeburg, den 3. August 2011

Klausur zur Vorlesung „Evolutionäre Algorithmen“

Name, Vorname:	Fakultät:	Studiengang:	Matrikelnr.:
Prüfungsart: ☐ reguläre Prüfung/1. WP ☐ Ergänzungsprüfung/2. WP ☐ Schein	Unterschrift der Aufsicht:		#Blätter:

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4	Aufgabe 5	Summe
/15	/10	/10	/10	/15	/60

Aufgabe 1 Iteriertes Gefangenendilemma (8 + 2 + 3 + 2 Punkte, ca. 30 min)

Betrachten Sie zwei Eisverkäufer, die Eis-am-Stiel auf einem kreisförmigen Strand um einen See verkaufen. Jeder Eisverkäufer hat dieselbe Sorte Eiscreme und versucht selbst so viel Gewinn wie möglich zu machen. Mit Beginn eines neuen Tages muss jeder Verkäufer vor dem Betreten des Strands entscheiden, wo (entweder im Norden (0), Osten (1), Süden (2) oder Westen (3)) und zu welchem Preis (entweder 0 €, 1 €, 2 € oder 3 €) er das Eis verkaufen wird. Dabei sollen sowohl die gestrigen als auch die vorgestrigen Preise und Positionen beider Eisverkäufer herangezogen werden. Der Preis und die Position können erst am nächsten Tag wieder geändert werden. Nehmen Sie an, dass sich die Badegäste auf dem Strand nahezu gleichförmig in der Sonne wälzen, jedoch nicht gewillt sind mehr als ein Viertel des Kreisumfangs bis zum nächsten Eisverkäufer zu laufen. Sollten sich beide Eisverkäufer auf dieselbe Position hinstellen, so entscheidet der niedrigere Preis, wer von den beiden überhaupt Eis verkauft.

a) Entwickeln Sie ein genetisches Programm, das in der Lage ist, unterschiedliche Verkaufsstrategien zu untersuchen!

b) Stellen Sie ein funktionierendes Individuum dar, dass sich im Vergleich zur gestrigen Position des Mitbewerbers genau gegenüber auf der anderen Seite des Sees aufstellt und versucht um 1 € günstiger zu sein! Sollte der Mitbewerber sein Eis-am-Stiel umsonst verkauft haben, so soll ihr Individuum den Preis um 1 € erhöhen.

c) Welche Strategie wird sich nach Ihrer Erwartung durchsetzen? Wo und zu welchem Preis werden die Eisverkäufer am Ende ihr Eis verkaufen?

d) Wie kann Ihr genetisches Programm auf mehr als zwei Eisverkäufer erweitert werden? Welche Strategie wird sich dann behaupten?

Bitte wenden!

Aufgabe 2 Schema-Theorem (2 + 3 + 2 + 3 Punkte, ca. 25 min)

Betrachten Sie Schemata über dem Suchraum $\Omega = \{0,1\}^n$.

a) Wie viele Schemata repräsentiert ein einzelner Bitstring? Erklären Sie Ihre Behauptung beispielhaft!

b) Betrachten Sie die Funktionen

$$f_1(\vec{x}) = \sum_{i=1}^{n} \prod_{j=1}^{i} x_j \qquad \text{und} \qquad f_2(\vec{x}) = \begin{cases} f_1(\vec{x}) & \text{falls } f_1(\vec{x}) > 0, \\ n+1 & \text{sonst.} \end{cases}$$

Was berechnen diese beiden Funktionen anschaulich? Treffen Sie Aussagen über die Argumente $\vec{x}$ und die dazugehörigen Funktionswerte $f(\vec{x})$ aller (lokalen) Optima der Funktionen f_1 und f_2!

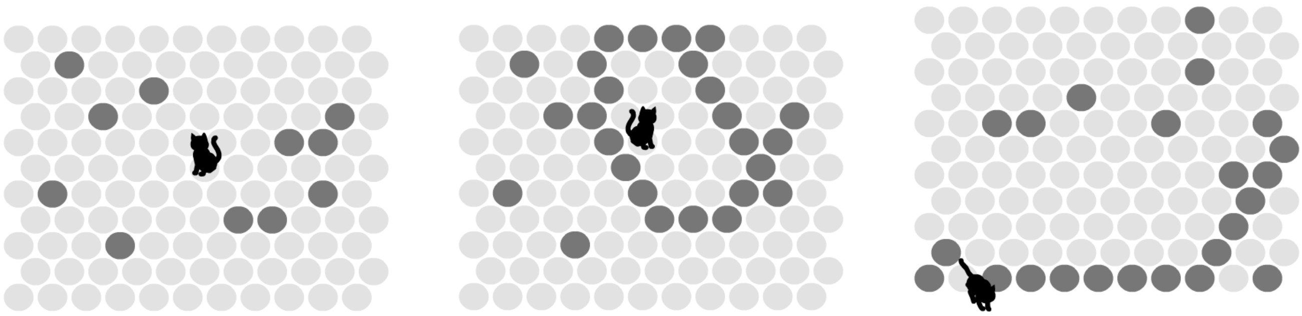
c) Bestimmen Sie die durchschnittliche Fitness des Schemas $h_1 =$ `0 1 * ... *` für f_1 und f_2!

d) Finden Sie eine gute untere Schranke für die durchschnittliche Fitness des Schemas $h_2 =$ `1 1 * ... *`!

Hinweis: Es ist nicht nötig, die Summe aller Fitnesswerte der zu h_2 passenden Chromosomen zu berechnen. Es reicht, wenn Sie sich auf die Nichtjokerzeichen konzentrieren.

Aufgabe 3 „Umkreise die Katze“ (10 Punkte, ca. 15 min)

Betrachten Sie das folgende Spiel, das auch in Abb. 1 dargestellt ist:



(a) Spielbeginn (b) beispielhafter Sieg (c) beispielhafte Niederlage

Abbildung 1: „Umkreise die Katze“, Quelle: `http://www.members.shaw.ca/gf3/circle-the-cat.html`

Gegeben sei ein Spielfeld aus 11×11 Kreisflächen, die maximal dicht gepackt sind und in dessen Mitte eine schwarze Katze sitzt. Manche dieser Kreisflächen sind anfangs nicht hell, sondern dunkel und markieren Plätze, welche die Katze nicht betreten kann (siehe Abb. 1 (a)). Ziel ist es, die Katze einzukreisen (siehe Abb. 1 (b)), indem beliebig helle Felder ausgewählt werden. Diese verwandeln sich in dunkle, also für die Katze nicht betretbare Flächen.

Nach jeder Feldwahl ist die Katze am Zug. Sie bewegt sich ähnlich dem König auf dem Schachbrett, springt einen Punkt waagerecht, senkrecht oder diagonal—und versucht zu entfliehen, wie z.B. in Abb. 1 (c). Wenn es gelingt, die Auswahl strategisch klug zu treffen, so dass die Katze am Ende des Spiels farblich umzäunt ist, hat man gewonnen.

Entwickeln Sie einen evolutionären Algorithmus, der das Spiel gewinnen kann!

Aufgabe 4 Gewichtete Euler-Tour (8 + 2 Punkte, ca. 20 min)

Damit ein Müllfahrzeug jeden zweiten Freitag im Magdeburger Stadtteil Cracau den Papiermüll aufzusammeln kann, müssen die Anwohner ihre Papiermülltonnen und -container an den Straßenrand stellen. Für eine optimale Route muss das Müllfahrzeug jede Straße mindestens einmal abfahren, möglicherweise mehrmals. Allerdings sollte es so fahren, dass der zurückgelegte Gesamtweg minimal ist.

a) Geben Sie einen Evolutionären Algorithmus an, der die optimale Route findet!

b) Wie kann erreicht werden, dass das Müllfahrzeug dort seine Route endet, wo es angefangen hat?

Hinweise: Nehmen Sie an, dass das Straßennetz von Cracau als ungerichteter Graph angesehen werden kann. Jede Kreuzung sei ein Knoten im Graphen, jede Straße eine Kante und die Länge der Straße sei das Gewicht der Kante.

Aufgabe 5 Multiple-Choice-Fragen (5×3 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. Kreuzen Sie bitte **alle** Alternativen an, die Ihrer Meinung nach richtige Antworten auf die gestellte Frage darstellen.

Für jede Teilaufgabe a) bis e) erhalten Sie jeweils genau dann 3 Punkte, wenn Sie alle richtigen und keine falschen Alternativen ankreuzen. Ansonsten bekommen Sie keinen Punkt je Teilaufgabe.

a) Sei $G = (V, E)$ 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 sagt G ist k-knotenfärbbar, falls es eine gültige Knotenfärbung von G gibt, so dass für alle v aus V gilt: $f(v) \leq k$. Zur Vereinfachung dieses Pproblems sei bekannt, dass es sich bei G um einen planaren Graphen handelt, lies 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?

- ☐ 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 Ω.
- ☐ Es gibt k^n verschiedene Lösungskandidaten im Suchraum Ω.
- ☐ Keine der Alternativen ist richtig.

Bitte wenden!

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

- ☐ n-Punkt-Crossover
- ☐ Shuffle Crossover
- ☐ Diagonal-Crossover
- ☐ Uniformes ordnungsbasiertes Crossover
- ☐ Standard-Mutation
- ☐ Keiner der genannten.

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

- ☐ 1-Punkt-Crossover
- ☐ Uniformes Crossover
- ☐ Shuffle Crossover
- ☐ Uniformes ordnungsbasiertes Crossover
- ☐ Kantenrekombination
- ☐ Keiner der genannten.

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

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

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

- ☐ Der Evolutionsprozess beschleunigt sich.
- ☐ Die Epistasie verringert sich.
- ☐ Die Epistasie erhöht sich.
- ☐ Der Selektionsdruck nimmt ab.
- ☐ Der Selektionsdruck nimmt zu.
- ☐ Die durchschnittliche Fitness der Population verschlechtert sich innerhalb weniger Generationen.
- ☐ Keine der genannten.