

Synthese Eingebetteter Systeme

Sommersemester 2011

Übung 6

Michael Engel
Informatik 12
TU Dortmund

2011/07/15

Übung 6

- Evolutionäre Algorithmen
- Simulated Annealing

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Population
- Gruppe von Individuen der gleichen Art, die auf Grund ihrer Entstehungsprozesse miteinander verbunden sind

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Individuum
- Einzelnes Exemplar der Population, das sich von den anderen Individuen der Population unterscheidet. (z.B. ein einzelner Mensch)

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Selektion
- Natürliche Auslese, bei der sich überlebensfähigere Individuen gegenüber anderen Individuen durchsetzen, wodurch diese aussterben.

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Mutation
- Dauerhafte Veränderung des Erbguts eines Individuums

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Rekombination
- Verteilung und Neuordnung von genetischem Material, wodurch eine höhere Variabilität in der Population geschaffen wird

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Reproduktion
- Erzeugung neuer identischer oder weitgehend ähnlicher Individuen

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie folgende Begriffe kurz in ihrer biologischen Bedeutung:
 - Fitness
- Normal die Angepasstheit an den Lebensraum, aber auch die Tauglichkeit in der nächsten Evolutionsstufe vorhanden zu sein

Evolutionäre Algorithmen

- Wie konnten die Prinzipien der biologischen Evolution in einem Optimierungsalgorithmus umgesetzt werden?
- Menge aktuell betrachteter Lösungen = Population
 - Initial meist zufällig bestimmt
- Individuum = konkrete Lösung
- Evaluation des Individuums (der Lösung) in Hinblick auf Fitness
 - Fitness definiert durch Optimierungsziel(e)
- Population der nächsten Generation wird durch Selektion, Mutation, Rekombination und Reproduktion von besonders gut bewerteten Individuen erzeugt
- Nach endlich vielen Generationen werden die am besten bewerteten Individuen als Lösung des Problems betrachtet
 - Lösungen nicht zwingend optimal

Evolutionäre Algorithmen

- Erklären Sie dies anhand eines selbstgewählten konkreten Optimierungsproblems (das nicht in der Vorlesung vorkommt)
- Rucksack-(Knapsack-)Problem
- Lösung als Bitvektors:
 - 1-Bits geben an, welche Gegenstände im Rucksack eingeplant sind.
- Population = initial zufällig bestimmte Menge *gültiger* Lösungen
 - Bitvektoren, deren Entsprechung das zulässige Gewicht des Rucksacks nicht überschreitet
- Jeder Gegenstand besitzt einen bestimmten Nutzwert
 - Fitness gibt an, wie hoch der Nutzwert einer Lösung ist
- Ziel ist die Optimierung dieses Nutzwertes

Simulated Annealing

- Erklären Sie die Grundidee von simulated annealing
- Nachbildung eines phys. Abkühlungsprozesses, der ein von der Natur gelöstes Optimierungsproblem löst
 - Heuristischer Algorithmus
- Jeder möglichen Lösung im Suchraum eine Energie zugeordnet
 - größer, je weiter betrachteter Punkt vom Optimum entfernt
- Erkundung der Nachbarschaft eines Punktes
- Befindet sich in dieser eine bessere Lösung (kleinerer Energiewert): dieser Punkt ist neue Lösung
 - Gefahr des Findens (und Verbleibens in) lokalen Minima
 - Temperatur beeinflusst die Wahrscheinlichkeit, eine schlechtere Lösung als die aktuelle zu akzeptieren
 - Damit Verlassen lokaler Minima

Simulated Annealing

- Erklären Sie die Grundidee von simulated annealing
- Zu Beginn: Temperatur hoch
 - Auch große Verschlechterungen werden akzeptiert
- Temperatur sinkt (nach festgelegter Formel) in jedem Durchlauf
 - Lokalität des Suchraums steigt
 - Bei niedrigen Temperaturwerten werden nur noch kleine Verschlechterungen akzeptiert
- Wird ein Schwellwert unterschritten, stoppt das Verfahren und der aktuelle Punkt wird als Lösung des Problems betrachtet
 - Dieser muss nicht zwangsläufig optimal sein.

Simulated Annealing

- Diskutieren Sie Vor- und Nachteile von simulated annealing gegenüber Evolutionären Algorithmen und der Lösung von Optimierungsproblemen mit ganzzahliger linearer Programmierung (ILP)
- Vorteile:
 - (gegenüber ILP) kann auch für nichtlineare Probleme verwendet werden
 - einfacheres und schnelleres Verfahren
- Nachteile:
 - (gegenüber ILP,EA) Ergebnisse können wieder schlechter werden
 - sofern bisher beste Lösung nicht zusätzlich gespeichert wird)
 - (wie EA) garantiert keine optimale Lösung

Simulated Annealing

- Begründen Sie, warum eine Verbesserung nur mit der Wahrscheinlichkeit von $p = e^{-(E_2-E_1)/T}$ akzeptiert wird
- Bei hohen Temperaturwerten werden lokale Minima mit hoher Wahrscheinlichkeit wieder verlassen
- Mit sinkender Temperatur nimmt die W'keit für größere Abweichungen deutlich ab
- Die Lösungen konvergieren schließlich in einem Minimum landen
 - Formel bildet dabei ab, bei dem Teilchen sich bei höheren Temperaturen stärker bewegen (Brownsche Bewegung)

Fragen!

- *Fragen!*